

**Р.О. ТРИБРАТ**

**МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ  
ПРОЦЕСІВ ТВАРИННИЦТВА**

**конспект лекцій**

**для здобувачів вищої освіти ступеня «Магістр»  
освітньої спеціальності 204 – «ТВППТ»  
денної та заочної форми навчання**

**МИКОЛАЇВ – 2017**

УДК 636: 004.942

Т67

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету ТВППТСБ Миколаївського національного аграрного університету від 07.09.2017 р., протокол № 1.

**Автор:**

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

**Рецензенти:**

**І. М. Рожков** – професор, д-р біол. наук, директор інституту фізичної культури та спорту Миколаївського національного університету ім. В. О. Сухомлинського

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

© Миколаївський національний  
аграрний університет, 2017

## ***ЛЕКЦІЯ № 1***

### ***Вступна лекція. Значення моделювання технологічних процесів для розвитку аграрного сектору економіки України.***

Револьюційний характер розвитку природознавства за останнє століття відзначився не лише у виникненні нових револьюційних ідей, теорій, принципів, вчень, нових наук і наукових напрямків, але й в широкому розповсюдженні нових досить ефективних методів пізнання і досліджень. До числа таких методів належить і метод моделювання, хоча його виникнення і застосування в окремих науках прослідковується вже досить давно. Новим є перетворення моделювання в один з універсальних методів пізнання, який застосовується практично в усіх сучасних науках як природничих, так і суспільних, як в теоретичних так і в експериментальних, прикладних.

Тобто виникає певна наука, з її появою виникає необхідність в її подальшому вивченні, поглибленні, аналізуванні, чим і займається моделювання. В підтвердження цьому, визначимо, що собою являє наука.

Кожна наука, в тому числі і природнича, складається з трьох частин: емпіричної, теоретичної і математичної.

Емпірична частина містить фактичні дані, здобуті в експериментах і спостереженнях, а також з їх первинної систематизації.

Теоретична частина розвиває теоретичні концепції, які дозволяють об'єднати і пояснити з єдиних позицій значний комплекс явищ, і формулює основні закономірності, яким підпорядковується емпіричний матеріал.

Математична частина конструює математичні моделі, які служать для перевірки основних теоретичних концепцій, дає методи для первинної обробки експериментальних даних з тим, щоб їх можна було порівняти з результатами моделей, і розробляє методи планування експерименту з таким розрахунком, щоб при невеликих витратах сил по можливості можна було із експериментів отримати достатню кількість надійних даних.

Однак в різних сферах знань складові науки розвинені нерівномірно. Наприклад, в фізиці, хімії та механіці теоретична і математична частини добре розвинені. В той час як в біології, а також в сферах знань, які займаються вивченням сільськогосподарських процесів, розвиток цих частин зовсім інший, ніж в тій самій фізиці. Це обумовлено, з одного боку, тим, що розробка теоретичних концепцій і математичних моделей в природничих науках, в тому числі і в сільськогосподарських, почалася набагато пізніше, ніж в названих науках, а з іншого, - тим, що характер тих природничих явищ, які вивчаються, значно складніший і заплутаніший. В зв'язку з цим доводиться приймати до уваги значно більше факторів при побудові моделей цих явищ.

Крім того, побудова математичних моделей природничих явищ, зокрема сільськогосподарських процесів, ускладнена тим, що невелика кількість працівників цих сфер добре володіють математикою, а серед математиків також мало хто володіє відповідними інтересами і достатніми знаннями в сфері того ж самого тваринництва чи рослинництва. В зв'язку з цим, побудовою математичних моделей, наприклад, процесів тваринництва повинні займатися колективи дослідників, до складу яких входили б як математики, так і зооінженери. Необхідно, звичайно, щоб між ними встановився досить тісний науковий контакт, тобто щоб вони були в змозі всебічно обговорювати певні явища і при цьому розуміти один одного.

Наведемо приклад. В економіці такі колективи створені і працюють вже досить давно, що в значній мірі сприяло розвитку такої сфери як економіко-математичне моделювання різних галузей, і зокрема сільського господарства.

Є певні нароби і в такій сфері як економіко-математичне моделювання технологічних процесів у тваринництві. Але їх ще недостатньо, а крім того інтереси, тобто певні сторони вивчення того чи іншого процесу економістами і зооінженерами не завжди співпадають, оскільки зооінженерові як спеціалісту-технологу необхідне більш глибоке детальне вивчення явища.

Оскільки нами з'ясовано, що моделювання на даному етапі є невід'ємною частиною практично всіх сфер знань, то необхідно визначити, що воно собою

являє, щоб обумовити його реальні можливості, місце і роль в системі інших засобів і методів наукового пізнання, і уникнути необґрунтованих сподівань, пов'язаних або з переоцінкою його пізнавального значення, або з неправильним розумінням його суті.

Цей аналіз повинен складатися з уточнення самого поняття моделі, побудування і оперування якою є суттю моделювання. До поняття моделі повернемося дещо пізніше. З'ясуємо, що є предметом вивчення дисципліни. Виходячи з самої назви дисципліни, предметом її дослідження є технологічний процес, який з точки зору моделювання є моделлю, а більш точніше - одним з її різновидів. Звідси, головне завдання навчитися проводити моделювання технологічних процесів у тваринництві, а конкретно, стосовно галузі скотарства, - технологічних процесів виробництва молока, яловичини, вирощування молодняку великої рогатої худоби. Стосовно інших галузей тваринництва: технологічні процеси виробництва свинини, вовни, баранини, яєць та м'яса птиці. Кожен з вище зазначених процесів ми будемо розглядати як модель з усіма притаманними їй характеристиками, визначати віл яких факторів вона залежить, як реагує на їх зміну.

Визначимо, що спонукало виникнення і розвиток моделювання в сільському господарстві і зокрема в тваринництві.

На сучасному етапі найважливішою ознакою розвитку тваринництва є науково-технічна революція, з якою пов'язане технічне переозброєння всіх галузей матеріального виробництва, застосування індустріальних методів виробництва, які повинні вирішувати не лише техніко-економічні, а й важливі соціальні проблеми, і, насамперед, перетворення сільськогосподарської праці в різновидність індустріальної. А це в свою чергу вимагає перебудови економічних відносин сільського господарства з промисловістю, сферою обслуговування і торгівлею.

Певною мірою за цим процесом ми можемо спостерігати зараз. Нині створюються промислові і агропромислові об'єднання, комбінати, агрофірми, які поєднують в одному підприємстві виробництво, переробку й реалізацію

сільськогосподарської продукції. Іншими словами відбувається горизонтальна і вертикальна інтеграція виробництва агропромислового комплексу нашої країни.

У зв'язку з цим, індустріалізація тваринництва – 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 тваринництва на інтенсивну промислову основу повинне відбуватися шляхом переходу від застосування окремих засобів механізації чи автоматизації до розвинених технологічно і технічно взаємопов'язаних комплексів машин, оптимальних систем утримання, годівлі та експлуатації тварин, поєднаних в певну технологію.

Сучасний етап технологічного прогресу у сільському господарстві і зокрема в тваринництві, характеризується зростаючою складністю та інтенсифікацією технологічних процесів виробництва певного виду продукції, необхідністю системного аналізу всієї багатоманітності визначальних факторів і зв'язків між ними, багатокомпонентністю цільової функції якості продукції і жорсткими обмеженнями на технологічні режими.

Реалізація математичних моделей технологічних процесів і апаратів на ЕОМ в цілому чи поелементно дає інженеру-досліднику, проектувальнику та іншим спеціалістам інструмент для аналізу і пошуку найбільш обґрунтованих проектних рішень і робочих режимів в умовах експлуатації об'єктів із забезпеченням:

- вивчення характеру взаємозв'язків параметрів технологічних процесів з аналізом їх впливу на термодинамічні, масові, вартісні та інші показники;
- дослідження впливу зовнішніх умов на співвідношення параметрів процесів, а також на термодинамічні, техніко-економічні та інші показники;
- чисельної оцінки додаткових капітальних вкладень, а також зниження коефіцієнта корисної дії, зміни приведених затрат та інших показників

процесів у випадку відхилення поточних значень параметрів від оптимальних через будь-які технічні обмеження;

- вибору оптимальних режимів технологічного процесу і роботи обладнання;
- приймання в діалоговому режимі оптимальних рішень при проектуванні технологічних комплексів і обладнання галузей.

Таким чином, 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.

Зооінженер 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 організувати 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.

Основним методом даного курсу є абстракція, побудова абстрактних математичних моделей, тобто сукупність прийомів і правил, які забезпечують формалізацію економічних процесів і явищ і подання їх у вигляді компактних, так званих математичних моделей процесу, які в подальшому розгортаються у вигляді числової системи математичних нерівностей і рівнянь.

Вивчення моделювання виробничих систем в тваринництві базується на знаннях технологічних дисциплін (скотарства, свинарства, вівчарства, птахівництва), механізації сільськогосподарського виробництва, кормо

виробництва, зоогієни, економічної теорії, вищої математики, організації сільськогосподарського виробництва.

Одержані знання використовуються при вивченні аналізу, планування і управління сільськогосподарського виробництва, а також в практичній і науково-дослідній роботі.

## ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Герасимов В.І. та ін. Скотарство і технологія виробництва свинини. - К.: Урожай, 1996.- 352с.
2. Костенко В.І. Скотарство і технологія виробництва молока та яловичини. - К.: Урожай, 1995.- 472с.
3. Костенко В.І. Практикум із скотарства і технології виробництва молока та яловичини. - К.: Урожай, 1996. - 256с.
4. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве. Под ред. А.М. Гатаулина. – М.: Агропромиздат, 1990. – 432с.
5. Рубан Ю.Д. Скотарство і технологія виробництва молока та яловичини. – Харків: Еспада, 2002. – 572с.
6. Усатова О.Я. Планирование животноводства: Справочное пособие. – М.: Агропромиздат, 1986. – 192с.
7. Франс Дж., Тернли Дж. Г.М. Математические модели в сельском хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1987.

### Додаткова

1. Рационализация рабочих процессов в скотоводстве. Под ред. А.В. Линевица. – М.: Колос, 1982. – 224с.
2. Бузун І.А. Потоківі технології виробництва молока. – К.: Урожай, 1989. – 192с.
3. Нормы обслуживания, нормативы времени и численности основного и вспомогательного персонала на молочных фермах с учетом изменения характера труда при внедрении новейшей техники и технологии. – М.: Агропромиздат, 1989. - 49с.



4. Перспективная модель спецхоза по производству говядины. Под ред. А.А. Омельченко. – К.: Урожай, 1988. – 248с.
5. Кравченко Р.Г. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1978.

## *ЛЕКЦИЯ № 2*

### *“Методология научных исследований”*

#### *План*

- 1.Об’єкти наукового дослідження та їх класифікація
- 2.Загальнонаукові та емпіричні методи дослідження
3. Методи теоретичних досліджень

- 1.Об’єкти наукового дослідження та їх класифікація

*Наукове дослідження* – це процес вивчення певного об’єкта (предмета або явища) з метою встановлення закономірностей його виникнення, розвитку і перетворення в інтересах раціонального використання у практичній діяльності людей. У методології наукових досліджень розрізняють поняття “об’єкт” і “ предмет” пізнання. *Об’єктом пізнання* прийнято називати те, на що спрямована пізнавальна діяльність дослідника, а предметом пізнання – досліджуванні з певною метою властивості, ставлення до об’єкта. Наприклад, усі суспільні науки в принципі пізнають один об’єкт – суспільство, але мають різні предмети ; політична економія - систему виробничих відносин, економічна статистика – кількісну сторону економічних явищ, бухгалтерський облік, аналіз і аудит – господарську діяльність підприємців та ін.

*Об’єктом наукового дослідження* є навколишній матеріальний світ та форми його відображення у свідомості людей, які існують незалежно від нашої свідомості, відбираються відповідно до мети дослідження. Досліджувати можна не тільки емпіричний об’єкт( якість продукції, собівартість виробів), а й теоретичний ( дія закону вартості).

Емпіричні ( від грецького *empeiria* – досвід) об'єкти – при дослідженні поділяють на натуральні, або фізичні, які існують у природі об'єктивно, незалежно від нашої волі і свідомості, та штучні, включаючи технічні, що створюються за волею людей.

Залежно від ступеня складності є прості і складні об'єкти дослідження; відмінність між ними визначається числом елементів та видом зв'язку між ними. Прості об'єкти складаються із кількох елементів (заробітна плата робітників розкрійного цеху швейної фабрики – це простий об'єкт дослідження).

До складних відносять об'єкти з невизначеною структурою, яку необхідно дослідити, а потім описати. Ці об'єкти досліджують за методом “чорної скриньки”, який полягає у пошуку взаємозв'язку між подібними вхідними ділянками а реакцією об'єкта на них. Таким об'єктом може бути собівартість виробів, що випускає швейна фабрика. На формування собівартості впливають якість сировини, отриманої від постачальників, сукупність витрат на виробництво і реалізацію продукції, тобто зовнішні і внутрішні фактори.

Для вибору і вивчення головного фактора, який впливає на досліджуваний об'єкт та сукупність інших однотипних об'єктів, визначають х подібність, що відповідає меті дослідження. За результатами попереднього вивчення цієї сукупності відшуковують об'єкт дослідження, який включає в себе всі основні істотні властивості багатьох реальних об'єктів. Правильний вибір об'єкта вивчення із навколишнього матеріального світу відповідно до мети дослідження сприяє обґрунтованості результатів дослідження.

Кожний об'єкт дослідження оточує середовище, з яким він взаємодіє. Тому завдання дослідника полягає у визначенні факторів, які впливають на об'єкт дослідження, відборі і зосередженні зусиль на найсуттєвіших факторах. Критеріями відбору суттєвих факторів є мета дослідження та рівень накопичених знань у цьому напрямі. Якщо рівень знань про вплив факторів на поведінку об'єкта досліджень недостатній, то це може бути підставою для внесення цих факторів до групи суттєвих. Наприклад, досліджуючи фактори,

які впливають на формування собівартості продукції, виділяють в основному виробничі та економічні фактори (ціноутворення, рентабельність), ігноруючи при цьому соціальні фактори як несуттєві. Рівень знань про ці фактори явно недостатній. Тому в умовах ринкових відносин їх не слід відкидати, а вивчати у взаємозв'язку з іншими факторами.

Вибір суттєвих факторів на об'єкт дослідження має велике практичне значення, оскільки впливає на ступінь достовірності результатів дослідження. Якщо будь-який суттєвий фактор не враховано, то висновки, добуті в результаті дослідження, можуть бути помилковими, неповними або зовсім хибними.

Виявлення суттєвих факторів спрощується, якщо дослідження ґрунтується на добре опрацьованій теорії. Якщо теорія не дає відповіді на поставлені запитання, то використовують гіпотези, економічні ідеї, сформовані на етапі попереднього вивчення об'єкта дослідження.

Отже, чим повніше враховано вплив середовища на об'єкт дослідження, тим точнішими будуть результати наукового дослідження. Під **середовищем** розуміють все те, що оточує об'єкт дослідження або його елементи, і вплив на них. Розрізняють матеріальні, енергетичні та інформаційні фактори впливу. На дослідження конкретних економічних наук великий вплив має інформація пов'язана з матеріальними елементами виробництва, його технологією та реалізацією продукції на ринку.

Технологічні процеси досліджують за допомогою експериментально-статистичних методів, де об'єкт дослідження представлено як "чорна скринька". Кількісна характеристика мети дослідження обумовлена відбиранням таких показників технологічного процесу:

**економічних** – ефективність, собівартість продукції, рентабельність;

**техніко-економічних** - продуктивність праці, надійність роботи устаткування;

**технологічних** – точність, якість продукції, надійність і прогресивність технології.

Вибравши об'єкт дослідження, його предмет і фактори, які впливають на причинно-наслідкові результати стану об'єкту, визначають його **параметри**, тобто повноту вивчення об'єкта відповідно до мети дослідження. Від достовірності визначення параметра дослідження і класифікації об'єктів значною мірою залежать результати виконаного дослідження.

В основу класифікації об'єктів дослідження покладені принципи логіки, які передбачають групування їх за певною методикою. Мета класифікації полягає у розкритті всієї сукупності понять про об'єкт. Тому основою для поділу має бути не довільно взята, а суттєва ознака об'єктів, які класифікують (прямі і непрямі витрати на виготовлення продукції та ін.)

Отже, **класифікація – це поділ різних явищ, предметів на групи за певними ознаками, з метою їх вивчення та наукового узагальнення.**

Найбільш поширеним є два методи класифікації об'єктів дослідження .

**Класифікація об'єктів за наявністю та відсутністю ознак** полягає в тому, що більшість об'єктів поділяють на два класи. Один із них має певну властивість, а другий не має її. У свою чергу, другий клас може бути поділений ще на два менших класи, із яких знову-таки один має деяку властивість, а інший не має її. Так, наприклад, якщо витрати поділити на виробничі і невиробничі, то другий член поділу не має певних ознак. У свою чергу, якщо невиробничі витрати поділити на витрати, пов'язані з обслуговуванням виробництва і непов'язані із ним, то другий член поділу знову-таки не матиме певних ознак.

**Класифікація об'єктів за видозміною ознак** полягає у тому, що члени поділу являють собою такі сукупності предметів, в кожній із яких загальна для всіх сукупностей ознака виявляється по особливому, з тими або іншими варіаціями.

Для кращого пізнання об'єктів, які вивчаються при будь якій класифікації, необхідно з самого початку вибрати основу поділу. Наприклад, виробничі витрати розподіляють за функціональною роллю у процесі виробництва( сировина і матеріали, заробітна плата виробничих робітників

тощо). Тут спільна для всіх сукупностей ознака (витрати) проявляється по – різному. Одна із них являє собою матеріалізовану працю, друга - трудові, технологічні витрати цього підприємства.

Логічно складена класифікація повинна відповідати таким вимогам:

- бути розмірною, тобто не дуже вузькою і не широкою;
- виконуватися за однією основою, яка має бути не довільним поняттям, а стосуватися поділу цілого;
- виключати несумісність понять (наприклад, показники роботи підприємства погані, але воно у числі передових).

Для будь-якої класифікації об'єктів обов'язковим є формально-логічні і діалектичні принципи класифікації. Прикладом формально-логічної класифікації може бути поділ витрат на виробничі і невиробничі. Тут класифікація здійснюється лише за одною підставою.

При класифікації об'єктів наукових досліджень виходять із того, що наука, пояснюючи характер тих або інших процесів дійсності, ґрунтується на певних методах дослідження їх. Спираючись на метод, вчений отримує відповідь на те, з чого треба починати дослідження, яким чином групувати об'єкти і давати оцінку фактам, що вивчаються у процесі дослідження.

## ***2. Загальнонаукові та емпіричні методи дослідження***

Розвиток науки нерозривно пов'язаний з створенням методології, яка втілює необхідні її принципи. Подібно до поділу об'єктивних законів на загальні і окремі, пов'язані з розвитком тих або інших окремих галузей знання, методологія науки також може бути загальною і окремою.

***Загальна методологія науки - це принципи матеріалістичної діалектики, а також теорія пізнання, яка досліджує закони розвитку наукового знання в цілому.***

**Окрема методологія** ґрунтується на законах окремих наук, особливостях пізнання конкретних процесів і проявляється у здійсненні, з

одного боку, теоретичних узагальнень, принципів окремих наук, а з іншого - часткових методів дослідження. Це визначається тісним органічним зв'язком будь якого пізнання з вирішенням загальнотеоретичних, філософських питань.

**Предметом** вивчення методології наукових досліджень є поняття і методи самої науки, їх сфера застосування, обґрунтованості наукових результатів, осмислення досягнень науки з точки зору загальнолюдської культури. Загальнонаукові методи дослідження ґрунтуються на методах філософії.

**Метод** ( від грец. methodos –дослідження) – це спосіб дослідження явищ, який визначає планомірний підхід до вивчення їх наукового пізнання та встановлення істини. Діалектичний метод є справжнім науковим методом пізнання світу, відображенням законів розвитку мислення як засобу досягнення істини. Матеріалістична діалектика є наукою про закони буття і мислення.

У своїй основі метод є інструментом до вирішення головного завдання науки – пізнання об'єктивних законів дійсності з метою використання їх у практичній діяльності людей. Метод визначає потребу і місце застосування наукових прийомів та способів дослідження, експериментальної перевірки результатів дослідження.

Кожна наука включає в себе один або кілька окремих методів дослідження, наприклад, абсолютні, відносні та середні величини, варіаційні ряди у статистиці.

Разом з окремими методами існує загальний філософський метод пізнання, що визначає основні шляхи будь-якого наукового дослідження. Сам по собі філософський метод не входить до змісту всіх економічних наук, бо є складовим елементом особливої форми суспільного пізнання – філософії. В економічних дослідженнях методи філософії. В економічних дослідженнях методи філософії є основоположними у розробці окремих методик дослідження в економічних науках.

У методології наукових досліджень виділяють два рівні пізнання:

**Теоретичний** - висунення і розвиток наукових гіпотез і теорій, формулювання законів та виведення з них логічних наслідків, зіставлення різних гіпотез і теорій.

**Емпіричний** – спостереження і дослідження конкретних явищ, експеримент, а також групування, класифікація та опис результатів дослідження і експерименту, впровадження їх у практичну діяльність людей.

Виходячи із методології діалектичного матеріалізму, розрізняють такі методи наукового пізнання: загально - наукові і конкретно-наукові (емпіричні).

**Загально наукові методи** використовуються в теоретичних і емпіричних дослідженнях. До них належать аналіз і синтез, індукція і дедукція, аналогія і моделювання, абстрагування і конкретизація, системний аналіз, функціонально – вартісний аналіз.

**Аналіз** – метод дослідження, який включає в себе вивчення предмета за допомогою мисленого або практичного розчленування його на складові елементи ( частини об'єкта, його ознаки, властивості).Кожна із виділених частин аналізується окремо у межах єдиного цілого. Наприклад, аналіз продуктивності праці робітників провадиться по підприємству в цілому і по кожному цеху.

**Синтез** (від грец. Synthesis deduction - поєднання, з'єднання, складання) - метод вивчення об'єкта у його цілісності, у єдиному і взаємному зв'язку його частин. У процесі наукових досліджень синтез пов'язаний з аналізом, оскільки дає змогу поєднати частини предмета, розчленованого у процесі аналізу, встановити їх зв'язок і пізнати предмет як єдине ціле (продуктивність праці по виробничому об'єднанню у цілому).

**Індукція** – (від лат. Induction – наведення, спонування) – метод дослідження, при якому загальний висновок про ознаки множини елементів виводиться на основі вивчення цих ознак у частини елементів однієї множини. Так вивчають фактори, які негативно впливають на продуктивність праці по кожному окремому підприємству, а потім узагальнюють у цілому по об'єднанню, до складу якого входять ці підприємства як виробничі одиниці.

**Дедукція** - ( від лат. Deduction – виведення) - метод логічного висновку від загального до окремого, тобто спочатку досліджують стан об'єкта в цілому, а потім його складових елементів. Щодо попереднього прикладу то спочатку аналізують продуктивність праці в цілому по об'єднанню, а потім по його виробничих одиницях.

**Аналогія** - метод наукового дослідження завдяки якому досягається пізнання одних предметів та явищ на основі їх подібності з іншими. Він ґрунтується на подібності деяких сторін різних предметів і явищ, наприклад , продуктивність праці у об'єднанні можна досліджувати не по кожному підприємству , а лише по взятому за аналог, де випускається однорідна з іншими підприємствами продукція та однакові умови для виробничої діяльності. При цьому добути результати поширюються на всі аналогічні підприємства.

**Моделювання** - метод наукового пізнання , що ґрунтується на заміні предмета або явища, які вивчаються, на їх аналог, модель, що містить істотні риси оригіналу.

**Абстрагування** -( від лат. Abstrahere- відволікати) – метод відволікання, який дає змогу переходити від конкретних питань до загальних понять і законів розвитку. Він застосовується в дослідженнях для перспективного планування, коли на основі вивчення роботи підприємства за минулий період прогнозується розвиток галузі на майбутній період.

**Конкретизація** – ( від лат. concretus– густий, твердий)- метод дослідження предметів у всій різнобічності їх, у якісній багатосторонності реального існування на відміну від абстрактного вивчення предметів . При цьому досліджується стан предметів у зв'язку з певними умовами їх існування та історичного розвитку. Так , перспективи розвитку галузі визначають на підставі конкретних розрахунків застосування нової техніки і технології, збалансованості трудових і матеріальних ресурсів та ін.

**Системний аналіз** – вивчення об'єкта дослідження як сукупності елементів, що утворюють систему. У наукових дослідженнях він передбачає



оцінку поведінки об'єкта як системи з усіма факторами, які впливають на його функціонування. Цей метод широко застосовується у наукових дослідженнях при комплексному вивченні діяльності виробничих об'єднань і галузі в цілому, визначенні пропорцій розвитку народного господарства тощо.

Єдиної методики системного аналізу у наукових дослідженнях ще немає. У практиці досліджень вони використовуються з використанням таких методик: процедур теорії дослідження операцій, яка дає змогу дати кількісну оцінку об'єктам дослідження; аналізу систем дослідження об'єктів в умовах невизначеності; системотехніки, яка включає проектування і синтез складних систем у процесі дослідження їх функціонування (проектування і оцінка економічної ефективності АСУ технологічних процесів та ін.).

На основі загальнонаукових методів дослідження явищ, які відбуваються у природі і суспільстві, у кожній науці сформувалися емпіричні методи, що ґрунтуються на досвіді розвитку конкретної науки та застосування її у практичній діяльності людей.

**Емпіричні методи** – застосування у дослідженнях разом з загальнонауковими як специфічні методи конкретно-наукового пізнання прикладного характеру. Це переважно методи чутливості - відчуття, сприймання і уявлення. Проте емпіричні методи – це не лише сприймання чутливості. Проте констатація результатів спостереження таких, як, наприклад, “перевищення витрат виробництва проти запланованих на скільки-то”, це ще не наукове пізнання. Воно стає науковим, коли визначено їх причинний зв'язок спостереження і експериментом, тобто виявлено і вивчено фактори, що зумовили перевищення витрат, і розроблено заходи щодо усунення недоліків.

### **3.Методи теоретичних досліджень**

**Ідеалізація** - це розумове конструювання об'єктів, що не існують реально або практично нездійснених (абсолютне тверде тіло, абсолютно чорне тіло, лінія та ін.)

Мета ідеалізації: позбавити реальні об'єкти деяких властивостей та наділити ці об'єкти певними нереальними і гіпотетичними властивостями. При цьому досягнення мети здійснюється:

- 1) багатоступінчастим абстрагуванням (наприклад, абстрагування від товщини призводить до поняття "площина");
- 2) мисленим переходом до граничного випадку в розвитку якої-небудь властивості (абсолютне тверде тіло);
- 3) простим абстрагуванням (нестисливість рідини).

Будь яка ідеалізація правомірна лише в певних межах.

**Формалізація** - метод вивчення різноманітних об'єктів шляхом відображення їх структури в знаковій формі за допомогою штучних мов, наприклад у мові математики.

Переваги формалізації:

- 1) вона забезпечує узагальненість підходу до вирішення проблем;
- 2) символіка надає стислості та чіткості фіксації значень;
- 3) однозначність символіки (немає двозначності звичайної мови);
- 4) дозволяє формувати знакові моделі об'єктів та замінити вивчення реальних речей і процесів вивченням цих об'єктів.

**Аксиоматичний метод** - метод побудови наукової теорії, при якому деякі твердження приймаються без доказів, а всі інші знання виводяться за певними логічними правилами.

**Гіпотеза** - відіграє найважливішу роль у становленні теорії як системи наукового знання та є формою осмислення фактичного матеріалу, формою переходу від фактів до законів.

Розвиток гіпотези проходить три стадії:

- 1) накопичення фактичного матеріалу та висловлення на цьому основі припущень;
- 2) формування гіпотези, тобто виведення наслідків із зробленого припущення, розгортання на цій основі наслідкової теорії

3) перевірка одержаних висновків на практиці й уточнення гіпотези на основі результатів такої перевірки. Якщо при перевірці наслідки відповідають дійсності, то гіпотеза перетворюється у наукову теорію.

**Теорія** – система знань, що описує і пояснює сукупність явищ певної галузі дійсності і зводить відкриті в цій галузі закони до єдиного об'єднуючого початку. Теорія будується на результатах, одержаних на емпіричному рівні дослідження. В теорії ці результати упорядковуються, приводяться до стрункої системи, що об'єднується загальною ідеєю, уточнюються на основі ідеалізацій, які вводяться в теорію абстракцій та принципів.

Найбільш глибокі теорії природознавства, такі як еволюційна теорія Ч.Дарвіна, умовно-рефлекторна теорія вищої нервової діяльності І.Павлова та багато інших базувались не лише на величезному фактичному матеріалі, а й на широких узагальненнях, ідеях, з допомогою яких весь накопичений матеріал зазнав раціональної доробки.

Такий підхід є необхідним, особливо на сучасній стадії, коли наука перейшла до досліджень на клітинному рівні. Наукова теорія виникає як закономірний результат попередніх досліджень.

Таким чином виникнення теорії означає не простий приріст знань, а корінний, якісний приріст їх, перехід до нового, більш глибокого поняття суттєвості вивчених явищ.

Необхідність побудови теорії має в собі ряд структурних функцій. Перш за все це систематизація наукового знання. Всяка наука починається з накопичення фактів та їх узагальнення. Справжній її прогрес проходить тоді, коли систематизація переходить до побудови теорії, з допомогою якої всі знання, накопичені в якійсь окремій галузі досліджень об'єднуються в єдину систему. В цій систематизації більша частина знань логічно виводиться з невеликої кількості вихідних тверджень в гіпотезу.

Вихідними даними для висновків можуть бути узагальнення гіпотез, що уже відомі у науці, або ж нові, більш широкомасштабні гіпотези.

Одне з найважливіших завдань побудови теорії в природознавстві полягає в тому, щоб знайти емпіричним шляхом результати логічного наслідку деяких гіпотез. Маючи теорію можна заздалегідь установити, які дані треба шукати та як їх можна виявити.

В сучасних умовах велике значення має використання спеціальних приладів та обладнання . Наприклад, відкриття генетичного коду. Отже, систематизація результатів наукових досліджень має свої види :

1. Логічно знайти ті знання, які були відомі до побудови теорії;
2. Одержати нові, раніше невідомі знання в цій галузі і таким чином розширити межі пізнаного;
3. Поглибити та з'ясувати існуючі узагальнення досліджень.

Наприклад, закон всесвітнього тяжіння разом з іншими законами руху Ньютона дали можливість розрахувати рух планет, а систематизація, уточнення та поглиблення існуючих знань сприяли відкриттю планет Сонячної системи. Наукова теорія не лише систематизує, розширює та поглиблює знання, але і пояснює їх, дає можливість передбачати явища.

Так, електромагнітна теорія Максвелла передбачала наявність радіохвиль. Ця теорія пізніше була поглиблена Герцем і послужила основою для розвитку сучасної радіотехніки. Таких прикладів можна привести багато. Всі вони є свідченням того, що передбачення нових невідомих явищ – значна функція наукової теорії.

До нової теорії ставляться такі вимоги:

1. наукова теорія повинна бути адекватна об'єкту, що описується . Це дозволяє в певних межах замінити експериментальні дослідження теоретичними;
2. теорія повинна задовольняти потреби повноти опису певної галузі дійсності;
3. потребують пояснення взаємозв'язки між різними компонентами в межах самої теорії. Повинні бути виявлені зв'язки між різними положеннями теорії, що забезпечують перехід від одних тверджень до інших;

4. має виконуватися вимога внутрішньої несуперечності теорії та відповідності її дослідним даним.

Теорія повинна бути евристичною, конструктивною і простою.

Евристичність теорії відображає її передбачувані та пояснюючі можливості. Математичний апарат теорії повинен дозволяти не лише робити точні кількісні передбачення, але й відкривати нові явища. Конструктивність теорії полягає в простій перевірності основних її положень, принципів та законів, що здійснюється за основними правилами. Простота теорії досягається шляхом уведення узагальнених законів, скорочення й ущільнення інформації за допомогою спеціальних символів.

Вирішальною основою наукового пізнання є практика. Роль практики виявляється у тому, що вона створює матеріально-технічні засоби наукового дослідження. При цьому вони не залишаються незмінними, а безперервно удосконалюються в процесі розвитку матеріального виробництва, промисловості і техніки.

Наукове пізнання покликане освітлювати шлях практики, давати теоретичні основи для вирішення теоретичних проблем. Для цього воно повинно випереджати практику, включати в себе елементи наукового передбачення. Однак практика – це не тільки вихідний пункт і мета пізнання, але й вирішальна основа цього складного процесу.

Таким чином, виростаючи з практики та розвиваючись на її основі, наукове пізнання набуває великого значення для самої практики. Воно проникає в суть явищ, розкриває закони її існування і розвитку, тим самим указуючи практиці можливості, шляхи і способи впливу на ці явища та зміни відповідно до їх об'єктивної природи.

## ЛЕКЦІЯ № 3

### *Теоретичне обґрунтування та методичні підходи до моделювання технологічних процесів*

1. Технологія.
2. Технологічний процес.
3. Технологічна операція.
4. Методологічні принципи розробки технологічних процесів.

Рекомендована література:

8. Костенко В.І. Скотарство і технологія виробництва молока та яловичини. - К.: Урожай, 1995.- 472с.
9. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве. Под ред. А.М. Гатаулина. – М.: Агропромиздат, 1990. – 432с.

1. Досить часто ми вживаємо термін “технологія виробництва”, але не завжди чітко усвідомлюємо його зміст. Під технологією в широкому понятті слід розуміти сукупність методів обробки, виготовлення, зміни стану, властивостей форми сировини, матеріалів або напівфабрикатів, що відбуваються в процесі виробництва продукції.

Технологія як наука про способи і методи переробки сировини виникла у зв'язку з розвитком крупної машинної промисловості. Але вже сьогодні вона виросла в самостійну галузь знань про вигідні (економічні) прийоми переробки сировини в продукти, які необхідні для життя людини. Технологія визначає, за допомогою яких знарядь і предметів праці, при яких режимах їх роботи і застосування, при якому поєднанні їх в часі і просторі можна виробляти дану продукцію. Відповідно, технологія визначає доцільний хід виробничого процесу, включаючи як характер власне технологічних операцій, так і операції транспортування, переміщення і технічного контролю.

З прогресом науки і техніки, з розвитком науково-технічної революції технологія стає все більш багатоплановою, посилюється її роль в якості провідника безпосередньої виробничої сили – науки у виробництво.

Коли тваринництво було роздібнене на багато чисельних дрібних фермах, які не володіли достатньо сучасними засобами механізації, кормова база була нестійкою, не застосовувались прогресивні способи організації праці, ні про яку раціональну промислову технологію не могло бути й мови. Тоді як швидкий ріст технічної та енергетичної озброєності сільськогосподарської праці, бурхливий розвиток наукових досліджень в біології і біохімії, механіці і електроніці, економіці і організації виробництва, широке застосування досягнень науково-технічного прогресу, комплексна механізація і електрифікація технологічних процесів підготували необхідні умови для формування наукових основ технології виробництва продуктів тваринництва на промисловій основі.

Стосовно тваринництва технологію можна визначити як сукупність наукових даних і послідовних практичних прийомів біологічного перетворення кормових засобів за допомогою тварин в харчові продукти і сировину для легкої та харчової промисловості, які розробляються до певних природноекономічних умов і систем ведення тваринництва. Відповідно, раціональна технологія виробництва продукції тваринництва розробляється для конкретних умов і повинна враховувати:

1. Особливості тваринного організму, в якому відбуваються біохімічні процеси послідовного перетворення речовин корму в м'ясо, молоко, вовну та інші продукти і сировину.
2. Можливості інтенсифікації біологічних функцій тварин, а саме росту, розвитку, розмноження, здатності до виробництва молока, м'яса, вовни та ін.
3. Особливості кормів, які переробляються.

Взаємодія тварин і рослин, тварин як “конверторів” і кормів як сировини для виробництва продуктів тваринництва є початковою позицією технології тваринництва як прикладної науки, яка дозволяє їй розробляти вимоги до “конвертору” (а саме підвищення продуктивності тварин, оплата корму), до кормів (а саме створення умов, які забезпечать найкраще і найбільш економічне їх застосування), а також вимоги до умов середовища (а саме створення

оптимальних умов утримання тварин для проявлення ними найвищої продуктивності).

З цією метою технологія встановлює технічно і економічно обумовлену послідовність окремих виробничих процесів і операцій, їх елементів і частин. Також вона обумовлює вибір найбільш економічних загальних схем виробництва продукції тваринництва і методів виконання окремих технологічних процесів, а також самого виробничого обладнання, машин, типових будівель і способів розміщення в них тварин, механізмів і обладнання, які дозволяють створювати умови для науково обґрунтованих виробничих процесів і високої продуктивності праці.

Технологія включає в себе наступний комплекс питань:

1. Система заходів з селекційно-племінної роботи. Тобто створення тварин, які в найбільшій мірі відповідають сучасним і перспективним завданням галузі.
2. Система відтворення і структура стада, які передбачають інтенсивне використання тварин, ліквідацію яловості.
3. Система кормовиробництва і кормоприготування, яка забезпечує створення міцної кормової бази та інтенсивну повноцінну годівлю тварин.
4. Система вирощування молодняку для ремонту стада, племінних цілей і відгодівлі.
5. Система утримання тварин в залежності від пори року і напрямку тваринництва.
6. Система ветеринарно-санітарних профілактичних заходів.
7. Використання оптимальних розмірів ферм (комплексів), приміщень, груп тварин.
8. Система машин і обладнання, їх використання в господарстві, на фермах, в окремих процесах.
9. Організація і оплата праці.



10. Комплекс виробничих приміщень і споруд, їх розміщення в господарстві і на фермі. Відповідність їх вимогам утримання тварин і умовам механізації виробничих процесів.

11. Система первинної обробки продукції, підготовка її до зберігання і транспортування.

Основним завданням технології є розподіл процесу виробництва на його складові частини і створення умов для найбільш раціональних комбінацій робочої сили, предметів праці (тварини, корми) і знарядь праці (машини, обладнання) при виробництві певної продукції (молока, м'яса, вовни, яєць).

Таким чином, технологія виробництва продуктів тваринництва – це типова система взаємопов'язаних заходів і прийомів раціонального ведення галузі, яка забезпечує оптимальні біологічні, технічні і організаційні умови для отримання високоякісної продукції в найбільшій кількості і в належні строки при мінімальних витратах і високій продуктивності праці. Також, слід відмітити, що технологія постійно вдосконалюється на базі розвитку науки, техніки і передового практичного досвіду.

2. 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, будь-якого виробництва лежить технологічний процес, під яким розуміють сукупність доцільних операцій по отриманню і переробці сировини у напівфабрикати, або готову продукцію.

Технологічний процес характеризується перебігом різних, що змінюють одна одну, робочих операцій, які необхідні для досягнення мети роботи. Ці робочі операції при виконанні пов'язані одна з одною, взаємодіють і впливають одна на одну. Іноді окремі операції відбуваються одночасно, незалежно одна від одної і, якщо при цьому в нормальних умовах гарантується вільний перебіг робочого процесу, то в цьому випадку мова йде про робочий ланцюг. Тобто

робочий ланцюг – одночасне виконання окремих операцій, яке не перешкоджає вільному перебігу всього процесу.

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

В свою чергу результатом способу виробництва – є продукт, який відповідає меті виробництва і якісним показникам незалежно його кількості. Так, наприклад, завершенням способу виробництва у скотарстві може бути вирощений і відгодований молодняк, вирощені і 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.

Визначимо що являє собою виробничий процес. Виробничий процес – це сукупність технологічних процесів, які здійснюються в певній послідовності для отримання продукту певної якості.

У скотарстві можливе запровадження трьох типів технологічних процесів:

1. – вирощування ремонтного поголів'я;
2. – виробництво молока;
3. – вирощування і відгодівля худоби.

А тому всі підготовчі роботи, пов'язані з одержанням кінцевої продукції, не є самостійними технологічними процесами. Вони є лише частиною загального процесу. Інакше кажучи – робочими операціями або технологічними операціями.

Самі по собі технологічні операції є різновидом виробничих операцій. Крім технологічних розрізняють також ще транспортні та допоміжні операції.

3. Технологічна операція, як складова частина процесу, - це цілеспрямована зміна фізичних, хімічних, фізіологічних і біологічних якостей предмета.

Технологія виробництва продуктів тваринництва включає послідовний перелік технологічних операцій, необхідних для виробництва того чи іншого продукту, із зазначенням норм витрат сировини (кормів) і матеріалів, строків випуску, а також виконання зоотехнічних вимог, основних техніко-економічних показників.

Наприклад, доїння і приготування кормів, годівля, первинна обробка молока безпосередньо на фермі, його зберігання і транспортування є операціями технологічного процесу виробництва молока. В деяких випадках, залежно від кінцевої мети виробництва, виду продукції, навіть одна операція може перетворитися в процес. Наприклад, переробка молока на молокозаводі чи приготування кормів на комбикормовому заводі є окремими технологічними процесами.

Всі робочі операції поділяються на два види. Це щоденні (тобто регулярні) і циклічні (тобто не регулярні) операції. До щоденних відносяться такі операції як годівля, напування тварин, доїння, прибирання приміщень, приготування кормів до згодовування та інші.

Циклічними називаються такі операції, які повторюються періодично і забезпечують нормальне функціонування всього процесу протягом одного виробничого циклу. Прикладом можуть бути такі операції як ветеринарно-профілактичні обробки тварин, постановка і зняття з відгодівлі, бонітування, проведення контрольного доїння, переведення тварин з однієї технологічної групи в іншу.

Практично жодна з операцій не може бути виконана без цілого ряду підготовчих або заключних робіт, які в цілому мають одну мету – сприяти виконанню основної операції. Тому в технологічному процесі 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 дуже часто визначають. Тому що операції доїння передують інші операції, які є допоміжними. А саме: прив'язування тварин або розміщення їх у доїльному станку, підмивання вим'я, витирання, 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 є допоміжні операції.

Певна кількість вище зазначених операцій передують основній операції, останні операції виконуються по завершенню основної. Тобто, групу допоміжних операцій, які передують основній, називають підготовчими, а групу операцій, що завершують виконання основної – заключними.

3. Наявність технологій, технологічних процесів з їх складовими елементами – робочими операціями, поєднують промислове тваринництво і фабрично-заводське виробництво. Загальним є і наявність ритмічності і поточності виробничих процесів, закріплення операцій за певним обладнанням.

Але все ж таки тваринницький комплекс суттєво відрізняється від промислового підприємства. По-перше, якщо останнє являє собою замкнену динамічну інженерно-технічну систему “людина – машина” з детермінованим зворотнім зв'язком, то тваринницький комплекс є біотехнічною системою людина – машина – тварина “з незалежною активно діючою біологічною ланкою. Ведучою і керуючою ланкою в цій системі є людина-оператор, але наявність в ній другої біологічної ланки – тварини – перетворює всю систему у імовірнісну так як “живі фабрики” у процесі продукування м'яса, молока, вовни, яєць підкоряється своїм біологічним і фізіологічним законам, якими людина ще не навчилася повністю керувати.

По-друге, в промисловому виробництві людина, використовуючи засоби праці, впливає на предмет праці безпосередньо, послідовно перетворюючи вихідні матеріали в готовий виріб. А в тваринництві на корми впливає не сама людина, а тварина, яка в даному випадку виступає одночасно як предмет праці

(піддається вирощуванню, відгодівлі) і як засіб праці (продукує молоко, м'ясо, вовну).

Дана відміна має принципіальне значення і дає підстави розділити технологію виробництва продуктів тваринництва на дві основні частини – зооінженерну та інженерно-технічну. Зооінженерна частина забезпечує основний виробничий процес і включає в себе способи отримання певного виду тваринницької продукції при мінімальних витратах корму, праці та матеріальних ресурсів. Вона визначає вибір системи утримання, способів годівлі та догляду за тваринами, а також питаннями відтворення стада і ветеринарного обслуговування.

Основою розробки нових технологічних процесів і технічних засобів модернізації існуючих конструкцій машин і обладнання є зоотехнічні вимоги, які складаються як для системи машин в цілому, так і для потокових технологічних ліній, окремих машин і обладнання і, навіть, до тваринницьких приміщень.

Інженерно-технічна частина технології виробництва продуктів тваринництва визначає процеси потокового виробництва. Вона являє собою комплекс організаційно-технічних заходів, які спрямовані на перевтілення розрізнених в часі операцій по виробничому обслуговуванню тварин, заготовці і приготуванню кормів в чіткий налагоджений технологічний процес, який є підготовленим для комплексної механізації та автоматизації.

Сучасний етап технологічного прогресу у сільському господарстві і зокрема в тваринництві, характеризується зростаючою складністю та інтенсифікацією технологічних процесів виробництва певного виду продукції, необхідністю системного аналізу всієї багатоманітності визначальних факторів і зв'язків між ними, багатокомпонентністю цільової функції якості продукції і жорсткими обмеженнями на технологічні режими.

Реалізація математичних моделей технологічних процесів і апаратів на ЕОМ в цілому чи поелементно дає інженеру-досліднику, проектувальнику та

іншим спеціалістам інструмент для аналізу і пошуку найбільш обґрунтованих проектних рішень і робочих режимів в умовах експлуатації об'єктів із забезпеченням:

- вивчення характеру взаємозв'язків параметрів технологічних процесів з аналізом їх впливу на термодинамічні, масові, вартісні та інші показники;
- дослідження впливу зовнішніх умов на співвідношення параметрів процесів, а також на термодинамічні, техніко-економічні та інші показники;
- чисельної оцінки додаткових капітальних вкладень, а також зниження коефіцієнта корисної дії, зміни приведених затрат та інших показників процесів у випадку відхилення поточних значень параметрів від оптимальних через будь-які технічні обмеження;
- вибору оптимальних режимів технологічного процесу і роботи обладнання;
- приймання в діалоговому режимі оптимальних рішень при проектуванні технологічних комплексів і обладнання галузей.

Моделювання як спосіб дослідження будь-яких явищ, процесів або систем за допомогою моделей здійснюється шляхом побудування фізичних і математичних моделей об'єкту відповідно методом фізичного і математичного моделювання.

Фізичне моделювання характеризується тим, що дослідження проводяться на моделях, які відтворюють досліджуваний оригінал повним або частковим збереженням його фізичної природи і геометричної подібності. При цьому всі характеристики оригіналу отримують шляхом перерахунку характеристик моделі за допомогою відповідних масштабних коефіцієнтів і критеріїв подібності.

Вся багатоманітність фізичних моделей в залежності від їх схожості з оригіналом можна поділити на два класи: натурні, або повномасштабні, і масштабні (збільшені або зменшені). Натурні, або повномасштабні, моделі зберігають повну фізичну і геометричну схожість з оригіналом. Масштабні

моделі зберігають повну фізичну подібність, але відрізняються від оригіналу геометричними розмірами, які можна збільшити або зменшити.

Математичне моделювання на відміну від фізичного заміняє оригінал його математичною моделлю, яка характеризує об'єкти різноманітної фізичної природи за допомогою математичних залежностей, які відображають як зовнішні зв'язки його з навколишнім середовищем, так і внутрішні зв'язки між вхідними і вихідними параметрами. Математичне моделювання ґрунтується на ізоморфності математичних рівнянь, тобто на їх здатності охарактеризовувати різні за своєю фізичною природою явища і виявляти різні функціональні зв'язки.

В залежності від способів і технічних засобів математичне моделювання поділяється на аналогове, цифрове і гібридне.

При аналоговому моделюванні застосовується пряма аналогія між фізичними величинами одного і другого явища, яка реалізується за допомогою аналогових обчислювальних машин, головними перевагами яких є висока швидкість розв'язання, наглядність поданої інформації і простота набору схеми. До недоліків слід віднести спеціалізованість технічних засобів, обмежену точність рішення, складність реалізації логічних операцій.

Цифрове моделювання, пов'язане з розробкою дискретних числових моделей, реалізується на цифрових обчислювальних машинах (ЦВМ) за допомогою комплексу алгоритмів і програм. Переваги цифрового моделювання полягають у високій (практично необмеженій) точності рішення, універсальності технічних засобів, порівняно легкій реалізації логічних умов.

Гібридне моделювання є поєднанням принципів побудовання і реалізації аналогових і цифрових моделей.

Універсальність ЦВМ дозволяє створювати моделі самих різноманітних систем, опис яких може бути не пов'язаний з алгебраїчними або диференціальними рівняннями і зводиться до машинної імітації їх функціонування в алгебраїчній формі.

В цьому випадку має місце імітаційне моделювання, суть якого полягає у відтворенні на ЕОМ поведінки дослідної виробничої системи, транспортної мережі, складних технологічних комплексів і процесів, які не піддаються прямому експериментальному дослідженню або аналітичному розв'язанню.

З точки зору теорії систем підприємства м'ясної і молочної промисловості являють собою велику технологічну систему як сукупність процесів і засобів їх реалізації, матеріальних та енергетичних потоків, конкретне поєднання яких описує спосіб виробництва в переробній індустрії агропромислового комплексу. Технологічний процес визначається послідовністю цілеспрямованих операцій впливу на матеріальний потік, які переводять його в новий якісний стан до отримання готової продукції з необхідними властивостями. Засобом реалізації процесу є технічне обладнання у вигляді машин, апаратів, установок і агрегатів, які створюють у відповідності з матеріальними і енергетичними потоками технологічні лінії, системи і комплекси м'ясної і молочної промисловості.

Для створення математичної моделі технологічної системи необхідна її декомпозиція на окремі виробничі сфери, процеси і типові операції з визначенням багато чисельних структурних елементів, які охарактеризовують певний закінчений етап перетворення матеріального потоку у відповідності з цільовою функцією виробництва.

У результаті об'єкт аналізу розбивається на сукупність елементів декомпозиції, взаємопов'язаних матеріальними або інформаційними потоками і являючих завершений опис процесів, режимів, потоків і задач обробки інформації як структурних компонентів технологічної та інформаційної системи.

#### Теоретичні основи моделювання виробничих процесів і систем

З позицій структурного аналізу складну біотехнологічну систему можна уявити у вигляді спрямованого технологічного графа, вузли якого відображають технологічні операції і процеси, а гілки – лінії передачі сировини



і продуктів. При цьому вихідний потік (продукт) одного вузла є вхідним потоком (сировиною) для другого суміжного вузла. Проміжні вузли графа можуть мати один вхід і декілька виходів при розгалуженні потоків, наприклад в процесах первинної переробки худоби, а також декілька входів і один вихід, наприклад у виробництві комбінованих м'ясопродуктів з багатокомпонентними рецептурами.

Технологічний процес в тому чи іншому вузлі відтворюється математичною моделлю у вигляді систем рівнянь, які пов'язують характеристики вхідних і вихідних потоків даного вузла. Поряд з цим характеристика вузла доповнюється зазначенням можливих типів технологічного обладнання, його експлуатаційних і конструктивних параметрів, умов навколишнього середовища, технологічних варіантів виконання операцій, норм витрати інших ресурсів, необхідних для виконання даної технології.

Математичні моделі виробничих і технологічних процесів у вигляді алгебраїчних і диференціальних рівнянь, рівнянь регресії, систем рівнянь в приватних виробничих і кінцевих різностях при достатньому об'ємі апріорних даних можна отримати аналітичними методами з використанням головних фізичних законів і класичних принципів аналізу систем, а також експериментальними методами, які враховують імовірнісні характеристики реальних процесів із застосуванням математичної статистики, регресійного аналізу і планування експерименту. Складність отримання адекватних моделей технологічних і виробничих процесів м'ясної і молочної промисловості обумовлена їх достатньо великою початковою невизначеністю, яка характеризується розбродом показників і характеристик зв'язків між фізико-хімічними параметрами сировини і продуктів біологічного походження. При цьому зовнішні впливи і фактори, які визначають властивості сировини і продукту на різних технологічних етапах, також є випадковими величинами і попередньо не можуть бути визначенні однозначно.

В цих умовах поряд з традиційними методами моделювання процесів розробляються адаптивні моделі у вигляді алгоритмів навчання і адаптації, основаних на методах математичного програмування в задачах розпізнання, ідентифікації і дослідження операцій.

Вибір тих чи інших методів і технічних засобів моделювання багато в чому залежить від цільового призначення моделі і прикладних задач її застосування в системах автоматизованого проектування, оперативного управління, оптимізації виробництва та ін.

Пошук оптимальних рішень в діалоговому режимі людина з ЕОМ здійснюється по алгоритмам, які охоплюють етапи підготовки і введення в ЕОМ вихідних даних, формування моделі і перевірки її адекватності, запитів додаткової інформації, машинної імітації реального процесу і подання результатів чергового варіанта рішення при заданих умовах з виданням відповідних рекомендацій і коментарів.

#### Модульна структура комплексної імітаційної моделі виробничої діяльності підприємства

Модульний принцип побудування комплексної імітаційної моделі переробного виробництва в агропромисловому комплексі полягає в поділі її на окремі елементи (модулі) із створенням програмних засобів, які забезпечують їх сумісну роботу при розв'язанні тих чи інших задач системного аналізу і оптимізації на різних рівнях описання в різноманітних постановках.

Модульна структура комплексної імітаційної моделі відповідає декомпозиції технологічної системи за ознаками приналежності до тієї чи іншої сфери виробництва або кінцевому продукту, часовим факторам та ін., технологічному графу системи і цільовим функціям. При цьому ідентифікація модуля повинна полягати на визначенні його функцій і умов їх виконання, так як кожна функціональна задача може мати чисельні варіанти розв'язання в залежності від її функціональної постановки, необхідної точності, алгоритму і чисельного методу, загальної мети і умов моделювання.

З розвитком і доповненням математичного і інформаційного забезпечення імітаційної моделі в залежності від потужності та глибини засобів управління модульною системою можуть бути забезпечені такі рівні розв'язання задач:

- проведення машинної імітації та розрахунків системи, що моделюється, по чітко зазначеній послідовності виконання модулів чи їх блоків;
- виконання розрахунків по заданій структурі задачі, коли з'ясовані модулі та інформаційні зв'язки між ними, але послідовність їх виконання встановлюється системою у співвідношенні з тими чи іншими критеріями;
- виконання розрахунків по постановці задачі з автоматичним визначенням її структури, вибір модулів та послідовності їх роботи;
- знаходження оптимальних рішень з автоматичним визначенням складових задачі та її інформаційної структури, вибір модулів та послідовності їх обробки.

На характер математичної моделі процесу впливають задачі дослідження та природа об'єкта, що вивчається, у зв'язку з чим процесу моделювання передують класифікація та детальний аналіз типових процесів, що включають у себе визначення матеріального та енергетичного балансів процесу на основі законів збереження маси та енергії; аналітичний опис динаміки процесів та розрахунок технологічних параметрів; розгляд кінетики процесу, зв'язаний з його динамікою та апаратурним оформленням; розрахунок основних конструктивних параметрів апаратури.

Сукупність модулів технологічних операцій та локальних процесів, що відображають закінчення перетворення вихідного продукту у фіксований проміжний чи кінцевий продукт, об'єднується за допомогою керуючих програм та діалогового монітору у пакети прикладних програмних модулів, що взаємодіють у процесах моделювання та пошуку оптимальних рішень з функціональними підсистемами структурного аналізу, синтезу та оптимізації виробництва ієрархічної діалогової інформаційної системи.

## *ЛЕКЦІЯ № 4*

### *Типи моделювання та класи моделей*

Спочатку визначимося з поняттям моделі.

Термін модель походить від латинського слова – *modulus* – взірець, норма, міра. Поняття моделі ґрунтується на принципі аналогії. Розглядаючи властивості різних об'єктів, явищ, процесів, можна виявити, що деякі з них мають певну подібність, схожість. Ця схожість може проявлятися і в зовнішніх формах, і в структурі, і в зміні характеру поведінки при однакових впливах.

Взагалі в науковій практиці з терміном модель пов'язано багато значень, які можна розбити на 2 основні групи.

До першої групи значень терміна модель відносяться ті значення, які характеризують модель як теорію, ізоморфну теорію, формалізм, математичну схему, опис, відображення та інше. До другої групи відносяться значення, які характеризують різні моделі як мислимі і матеріальні системи, що відображають і в деяких випадках заміщають об'єкт дослідження, так що ці системи виступають у вигляді об'єктів-замісників і завдяки цьому є проміжною ланкою, яка поєднує теорію з об'єктивною реальністю. В такому розумінні модель виступає як специфічна форма і особливий засіб пізнання, яке якісно відрізняється від теорії, гіпотези.

Тобто, якщо в декількох словах охарактеризувати вище сказане, то існує 2 групи моделей: ідеальні, абстрактні і матеріальні.

Матеріальні моделі виступають у якості модельного експерименту, в якому модель одночасно виконує роль об'єкта дослідження, який заміняє натурний об'єкт і специфічного засобу дослідження, що припускає рішення спеціальної задачі про підстави для переносу інформації, отриманої при вивченні, дослідженні, на натурний об'єкт.

У зв'язку з тим, що матеріальні моделі вивчаються в процесі їх діяльності, що здійснюється за об'єктивними законами, модельний експеримент

виконує функцію критерія істини по відношенню до теорій і гіпотез, які реалізуються у відповідних моделях.

Давайте повернемося до принципу аналогії моделей. Прикладів подібності об'єктів або процесів – безліч. Наприклад, зменшений макет будівлі - це модель, вона відображає його архітектуру. Муляжі сільськогосподарських тварин, зроблені з гіпсу чи воску – також моделі, які відображають екстер'єрні особливості різних порід. Такого плану фізичні моделі, основані на зовнішній схожості форм і відомі всім (Це макети автомобілів, літаків).

В даному випадку мова йшла про моделі прямої аналогії. Вони дозволяють вирішувати важливі практичні задачі. Наприклад, в літако- і автомобілебудуванні вивчати аеродинамічні характеристики, у кораблебудуванні – ходові якості кораблів, в тваринництві – пропорції і закономірності взаємозв'язків характеристик екстер'єру тварин.

Також принцип аналогії може застосовуватися і при розробці моделей, коли дослідника цікавить не форма, а структура явища чи об'єкта. Так, корівник і його проект аналогічні за структурою, а зовнішньої подібності форм немає. В даному випадку проект як модель корівника відображає більш складні характеристики оригінала.

Якщо розглядати управління господарськими процесами (в тому числі і тваринницькими) найбільш інтерес мають моделі, які основані на подібності поведінки систем, схожості їх реакції на зміну впливу.

Саме подібність в зміні поведінки систем різної природи при певних впливах на них є принципіальною основою моделювання поведінки складних систем. Відповідно, модель в найбільш загальному понятті – це певний аналог тієї системи, якою ми повинні керувати, отримуючи знання з дослідження даного аналога. При цьому слід враховувати, що подібність між моделлю і системою не повна, а лише за деякими властивостями (за формою, структурою, поведінкою). Таким чином, моделювання припускає, що існують 2 системи:

- 1) система – оригінал, та, якою ми керуємо чи повинні керувати;

2) модель цієї системи, її аналог у важливому для практичних рішень відношенні.

Оригіналом служить реальний об'єкт дослідження – те чи інше явище, процес виробництва, технологічний процес. Модель відображає ті властивості дослідної системи, які цікавлять перш за все з точки зору управлінського впливу на неї. Відповідно, модель служить засобом пізнання оригіналу, і при цьому не виникає необхідності в тому, щоб модель відображала всі властивості оригінала. Такі моделі, які спрощують оригінал, зберігаючи подібність лише в самому суттєвому, називаються гомоморфними. За такою моделлю неможливо відтворити повністю оригінал, але вона дозволяє досліджувати найбільш суттєві властивості.

Таким чином, модель виступає в якості проміжної ланки між теорією і дійсністю, та є складовою відношення: теорія – модель – дійсність.

Отже, розглянули, що собою являє модель і можемо дати ще одне визначення моделюванню.

**Моделювання** – є науковий метод дослідження системи, що розглядаються як оригінали, на їх аналогах – моделях з метою поглиблення знань і для поширення цих знань на систему – оригінал при управлінні її поведінкою.

Заслуговує на увагу та специфічна і необхідна функція, яку виконують демонстративні та ілюстративні моделі в процесі навчання. Ця функція обумовлена тим, що моделі діалектично поєднують в собі риси конкретності та абстрактності, одиничності та узагальненості, наглядності та ненаглядності.

Ми з вами визначились, що моделі існують ідеальні і матеріальні (фізичні). Однак фізичне моделювання може бути використане не в усіх випадках. Якщо необхідно вивчити об'єкти чи системи досить великої складності, фізична модель замінюється абстрактною, математичною, в якій відображаються кількісні характеристики систем.

Таким чином, переходимо до 6 питання.

**Математичне моделювання** застосовується в самих різноманітних сферах людського знання.

**Математичне моделювання** – універсальний і ефективний інструмент пізнання внутрішніх закономірностей, що притаманні явищам та процесам. Воно дозволяє вивчити кількісні взаємозв'язки і взаємозалежності моделюємої системи і вдосконалювати її подальший розвиток і функціонування.

Але для того, щоб моделювання стало діючим інструментом пізнання, необхідно правильно побудувати математичну модель, адекватну системі, що вивчається. Математична модель являє собою систему математичних формул, нерівностей та рівнянь, які з більшою чи меншою точністю описують явища і процеси, що відбуваються в реальності, в оригіналі.

І оскільки, використання одних і тих самих символів і позначень дозволяє описати різноманітні процеси, математична модель так широко застосовується в науці і практиці

Модель повинна опиратися на достовірну інформацію. Однак жодна, навіть сама складна і велика модель не в змозі до найменших дрібниць відобразити всі сторони моделюємої системи. Та в цьому і немає особливої необхідності. Вище зазначили, що модель найчастіше охоплює лише найважливішу частину системи.

Тому в процесі будування моделі не слід прагнути до охоплення багато чисельних зв'язків, притаманних моделює мій системі, оскільки не завжди точно відома кількісна природа всіх зв'язків і залежностей дослідної системи; крім того це може так ускладнити і переважити модель, що вирішення з її допомогою конкретної задачі виявиться неможливим.

Тому математичне моделювання припускає абстрагування, відволікання від несуттєвих сторін моделює мого об'єкту і відповідно описання цього найбільш характерних закономірних рис. Однак і абстрагування має свої межі, за якими модель стає надто умовною, що не дозволяє отримати практично прийнятних рішень. Відповідно в процесі моделювання слід чітко визначити і розуміти межі абстрагування.

Таким чином, мистецтво моделювання полягає в тому щоб, глибоко і всебічно вивчивши і зрозумівши якісну природу явища чи процесу, зуміти відобразити її в математичній кількісній формі, при цьому зберігши основні риси явища або процесу і відкинувши несуттєві.

Для вивчення виробничих процесів, що відбуваються в різних сферах використовують і інші методи. Наприклад, метод наукових експериментів. Однак, як показують дослідження, дешевше і розробка математичних моделей. Вирішення моделей на ПЕОМ не залежить від конкретних умов господарства, його територіальної віддаленості, пори року та інших зовнішніх факторів, і розв'язання можливе до тих пір, доки не будуть визначені об'єктивні практичні результати. Для того, щоб виявити єдині підходи до задач, загальних постановок задач і загальних методів їх розв'язання в першу чергу необхідно виявити ті характерні риси цих моделей, які є ключовими для встановлення зв'язку з тими чи іншими математичними дисциплінами.

Деякі автори наводять наступний список таких характерних рис у вигляді пар типу тезис – антитезис, так що кожна конкретна модель володіє однією з ознак кожної пари (стосовно математичних моделей біологічних явищ):

Можливі моделі, аналіз функціонування яких здійснюється лише чисто аналітичними методами. А можливі такі, функціонування яких реалізується машинним шляхом.

Також слід відмітити, що можливе використання вже готових **типових (базових) моделей**, які вже експериментально перевірені і дають високий економічний ефект.

Такими моделями, як правило, є моделі лінійного програмування.

Іноді, коли поставлена проблема не може бути вирішена за допомогою жодної з відомих моделей, створюється **оригінальна модель**, яка в подальшому проходить всі необхідні стадії, до її практичної апробації, і лише після цього рекомендується у виробництво.



Детерміновані	Ймовірні
Час дискретний	Час неперевний
Інтервал часу обмежений	Інтервал часу необмежений (асимптомні підходи)
Безкоординатні	Координатні
Без наслідків (марковські)	З наслідками (немарковські)
Без управління	З управлінням
Моделі, які перебудовуються в залежності від функціонування	Моделі, аналітична форма яких залишається незмінною
Моделі, які володіють певною гладкістю, функціонування яких припускає простий аналітичний опис	Моделі, характер функціонування яких різко змінюється в залежності від умов

## *ЛЕКЦІЯ № 5*

### *Основні принципи побудови та аналіз математичних моделей технологічних процесів*

#### **1. Основні етапи моделювання**

На початку моделювання будь-якого процесу необхідно з'ясувати мету дослідження, а саме сукупність шуканих величин, тобто характеристик процесу, параметрів системи і початкових умов або функцій від них.

Після того як шукані величини вибрані. Починається пошук способу використання математичної системи для їх визначення.

Розрізняють наступні основні способи використання математичної моделі: □

- 1) аналітичне дослідження процесів;
- 2) дослідження процесів за допомогою числових моделей (у т.ч. застосування всіх видів обчислювальної техніки);

- 3) апаратурне моделювання або моделювання процесів на обчислювальних машинах неперервної дії (аналогових або модулюючих машинах) і спеціальних модулюючих установках (стендах).
- 4) Моделювання процесів на цифрових обчислювальних машинах (машинах дискретної дії).

Кожен із зазначених способів має свої специфічні властивості, які визначають сферу його ефективного застосування при розв'язанні різних теоретичних і практичних задач.

Розробку математичних моделей здійснюють поетапно в певній послідовності.

Розрізняють наступні етапи математичного моделювання:

1. Постановка задачі і обґрунтування критерія оптимальності.
2. визначення переліку змінних і обмежень (розробка структурної математичної моделі).
3. Збір інформації і розробка техніко-економічних коефіцієнтів і констант.
4. Побудова моделі і її математичний запис.
5. Кодування, перенесення інформації на машинні носії, розв'язання задачі на ПЕОМ.
6. Аналіз результатів рішення, корегування моделі, повторне розв'язання задачі на ПЕОМ по скорегованій моделі.
7. Економічний аналіз різних варіантів і вибір проекту плану.

В конкретних умовах в залежності від характеру завдання послідовність етапів моделювання процесів може змінюватися. Часто після 2 рекомендується математичний запас моделі.

Однак для кращого розуміння і засвоєння суті умов, що розглядаються у моделі, які виражені у вигляді обмежень, спочатку доцільно розглянути їх в розгорнутому вигляді, а потім у вигляді математичних символів і індексів. Сама

така послідовність дозволяє краще розуміти логіку математичного засобу моделі.

Основні етапи моделювання розглянені на прикладі побудовання лінійної математичної моделі, оскільки саме ці моделі застосовуються при математичному моделюванні процесів.

➤ *1 етап – є найбільш відповідальним моментом в математичному моделюванні певних процесів.*

Постановка задачі передбачає чітке формулювання, включаючи мету розв'язання, встановлення відомих параметрів об'єкта і тих, кількісне значення яких треба встановити, їх виробничо-економічних зв'язків, а також ще багато факторів і умов, які відображають моделюємий процес.

Мета розв'язання задачі виражається кількісно конкретним показником і називається критерієм оптимальності.

Для розробки лінійної математичної моделі необхідно дотримуватися ряду умов:

- 1. Припускається, що зв'язки і залежність моделюємого процесу носять лінійний характер і їх можна описати системою лінійних рівнянь і нерівностей. До того ж слід мати на увазі, що в широкому діапазоні змін факторів і результативних показників виробництва залежності між ними далеко не завжди є строго лійними. В той же час в певному обмеженому інтервалі можливих їх варіацій, в якому здійснюється реальне планування, ці залежності можуть описуватися лійними функціями з практично допустимою точністю.

- 2. Система лінійних рівнянь і нерівностей, яка характеризує всю сукупність умов процесу, повинна мати багато рішень. Наприклад, корма і кормові добавки можуть включатися в раціон у різних комбінаціях; роботи на тваринницьких фермах можуть виконуватися різними комплектами техніки і обладнання. Система лінійних рівнянь і нерівностей повинна бути невизначеною (визначена система має лише одне рішення). Вона повинна бути також сумісною. (несумісна система не має рішення, так як немає такого набору значень, який би задовольнив всім рівнянням системи).

- 3. Оскільки задача має багато можливих (припустимих) рішень, необхідним є критерій, який дозволив би вибрати з цієї кількості один найкращий варіант. Вибір найкращого варіанта математично забезпечується знаходження екстремального значення певного, наприклад, економічного, показника, поданого в цільовій функції, при чому сама функція має бути лінійною

- 4. Суттєвою математичною вимогою є умова незаперечності перемінних, оскільки шукані величини (наприклад, об'єм кормів, поголів'я тварин) є реальними позитивними величинами.

➤ ***Визначення переліку змінних і обмежень. Основні елементи базової економічно-математичної моделі.***

Базова модель включає в себе наступні елементи: перемінні, обмеження, коефіцієнти перемінних в обмеженнях моделі і цільові функції, об'ємні показники обмежень.

В постановці задачі має бути чітко визначено, що є невідомим, які змінні величини і їх чисельні значення необхідно знайти в процесі розв'язання.

По-перше, перелік перемінних величин повинен відображати характер, основний зміст моделюємого процесу. Наприклад, при моделюванні раціонів годівлі в якості перемінних будуть виступати види кормів і кормових добавок. Розв'язавши таку задачу на ЕОМ, визначають, яка кількість кожного з кормів, що входять в перелік змінних, має бути в раціоні.

По-друге, якщо існують певні комп'ютерні програми, то кількість і склад перемінних не повинні виходити за робочі межі даних програм.

По-третє, кількість змінних залежить від вибору планового періоду, який суттєво впливає на ступінь їх деталізації. Чим ближче строк, на який складається модель, тим більше деталізація змінних. Навприклад, при складанні моделі оптимізації виробничої структури с/г підприємства на поточний період доцільно в якості змінних по тваринництву вводити по видам і статевіковим групам – корови, нетелі, молодняк до року, молодняк старше року. У свинарстві ...

А при плануванні на більш віддалену перспективу (5-річний план, ...) необхідності в такій чіткій деталізації змінних немає.

По-четверте, кількість перемінних залежить від того, наскільки детально в моделі повинні бути диференційовані за варіантами годівлі, рівнем продуктивності, питомою вагою маточного поголів'я, видами будівель в яких розміщено худобу. Варіанти годівлі – типи (силосний, концентрат).

За економічною роллю в модулюємому процесі всі змінні класифікуються на основні та допоміжні..

**Основні змінні** – с/г культури, галузі тваринництва, с/г техніка, види кормів, мінеральні добрива, тобто ті величини, які визначають головний зміст моделюємого процесу до кожного конкретного випадку.

**Допоміжні змінні** – застосовуються для полегшення математичного формулювання умов. Це може бути об'єм виробництва, показники ефективності виробництва та ін.

**Одиниці виміру змінних.** Для кожної змінної встановлюють конкретну одиницю виміру (га, ц, люд. – год.).

При цьому керуються наступними вимогами;

1. Доцільно вибирати однакові одиниці виміру по однотиповим групам змінних (в рослинництві розміри виробництва продукції прийнято вимірювати в гектарах посівів, тому потрібно, щоб продукція жодної з галузей рослинництва не вимірювалась в центнерах). Використовують ту одиницю виміру, яка в подальшому застосовується, щоб уникнути зайвих розрахунків, що ускладнює модель.

2. Одиниці виміру не повинні ускладнювати аналіз оптимального рішення і викликати зайвих додаткових розрахунків. Наприклад, в моделі по кормовиробництву чи оптимізації виробничої структури с/г підприємства ВРХ краще розділити на молочне стадо і молодняк, а не позначати одною змінною з одиницею виміру структурна маточна голова. Якби необхідно було б спростити модель, тоді ввели таку змінну.

3. Коефіцієнти, які вводяться при побудуванні моделі недоцільно подавати занадто великими чи занадто малими числами. Наприклад, по с/г птиці краще вести розрахунки не на одній , а на 100 головах, по яйцям розрахунки ведуть по тисячам штук.

Після встановлення складу змінних визначають систему обмежень моделі, які відображають умови реалізації задачі. Обмеження, які представлені у вигляді лінійних нерівностей і рівнянь, відображають організаційно-економічні і технологічні умови і вимоги, які характеризують дане виробництво.

За своїм значенням і роллю в моделі обмеження поділяються на основні, додаткові і допоміжні.

**Основні** - виражають головні найбільш суттєві умови задачі. Вони накладаються на всі або більшість перемінних моделі. До основних відносяться обмеження по використанню виробничих ресурсів (землі, робочої сили, МТП, добрив, кормів, фінансових ресурсів).

**Додаткові** обмеження накладаються на невелику кількість перемінних величин. Ними можуть обмежувати (границі зверху і знизу) споживання тваринами окремих груп кормів, об'єми виробництва певного виду продукції, питому вагу кормів у стаді. Не слід перевантажувати модель такими обмеженнями, оскільки це призводить до звуження кола допустимих рішень моделі.

**Допоміжні** обмеження вводять для полегшення розробки числової моделі, забезпечення правильного формулювання вимог.

В цілому будь-яка модель включає в себе три групи умов:

- по використанню виробничих ресурсів (це як правило основні обмеження);
- по заданному (гарантованому) об'єму виконання робіт або виробництва продукції (в основному допоміжні обмеження);
- по відношенням між змінними величинами.

Обмеження встановлюють обов'язкові або бажані вимоги до обліку технологічних і економічних зв'язків між групами окремих змінних величин.

➤ ***Збір інформації і розробки техніко-економічних коефіцієнтів і констант.***

Джерелом інформації є різні звіти, різні плани, технологічні карти, нормативні довідники.

Інформація як сукупність необхідних для моделювання даних про певний процес чи об'єкт повинна бути повною, достовірною, доступною і своєчасною.

В результаті обробки інформації формують, розробляють техніко-економічну характеристику об'єкта чи процесу, яка складається з техніко-економічних коефіцієнтів, коефіцієнтів цільової функції і констант або об'ємних показників ресурсів чи продуктів.

Коефіцієнти розподіляють на три групи: питомі нормативи витрат чи виходу продукції; коефіцієнти пропорційності; коефіцієнти зв'язку. (Більш детально можете ознайомитись)

➤ ***Побудова моделі і її математичний запис***

Модель можна записати розгорнуто у вигляді системи нерівностей і рівнянь. Однак при досить великій кількості змінних і обмежень такий запис буде незручним, великим, буде ускладнювати оглядовість та читання. Тому для більш компактного запису використовують загальноприйнятту систему умовних позначень змінних величин, техніко-економічних коефіцієнтів, констант і коефіцієнтів при перемінних в цільовій функції.

## ***ЛЕКЦІЯ № 6***

### **Системний підхід та системний аналіз у моделюванні**

На сьогоднішній день спеціаліст будь-якого профілю керує тими чи іншими процесами, колективами робітників, підприємствами та ін..

Управління виробництва припускає прийняття і реалізацію науково-обґрунтованих рішень, що пов'язано з аналізом попереднього стану системи, виявленням її закономірностей, накопиченням даних по типи поведінки системи при різних формах впливу, прогнозування її в майбутньому. Знання про те як буде вести себе система в різних умовах, при різних формах управлінського впливу спеціалісти отримують шляхом імітації її поведінки на моделях.

Моделі дозволяють відтворювати поведінку систем в широкому діапазоні умов, що змінюються, включаючи й такі, які в реальності важко спостерігати, або пов'язані з великими затратами. Таким чином, “проигрування” виробничих ситуацій дозволяє дослідити велику кількість варіантів розвитку системи і вибрати найкращий з точки зору досягнення поставленої мети.

Таким чином, ефективне управління включає в себе наступні елементи:

1. Розгляд процесу чи процесу як певної цілісності системи, яка функціонує в певних умовах, в повному середовищі.
2. Забезпеченість достатньою інформацією про основні характеристики системи.
3. Розробку моделей, які являють собою відображення найбільш важливих властивостей реальних систем у відповідній інформаційній системі.
4. Визначення стратегії розвитку системи, виходячи з мети її функціонування – досягнення найкращих кінцевих результатів.
5. Обґрунтування ефективності досягнення поставленої мети, тобто вибір критерію оцінки якості варіантів розвитку системи по принципу оптимальності.
6. Прийняття управлінських рішень на основі дослідження поведінки моделі шляхом “програвання” різних виробничих ситуацій при змінних умовах з врахуванням технічних, технологічних, господарських, економічних, соціальних факторів.



7. Реалізація рішень в управлінні реальною системою і аналіз реакції цієї системи на управлінські впливи.

Іншими словами, ефективне управління в методологічному відношенні включає такі основоположні категорії, як система, інформація, модель, мета, оптимальність, критерій, ефективність, управлінські рішення.

Вам слід знати, що системне вивчення дисципліни вимагає послідовного розкриття суті всіх вище зазначених категорій.

Ознайомимося з одним із критеріїв – системою. В одному з розумінь будь-яка система – це сукупність елементів, причому сукупність саме взаємопов'язаних, взаємодіючих елементів, взаємодія яких є конкретно цілеспрямованою.

Слід також відмітити відносність таких понять як “елемент системи” і “система”. Певна система може бути елементом більш обширної системи (тобто система більш високого порядку). Приклад: організм, органи, тканини, клітини. Все що не стосується системи, не пов'язано з її елементами називається зовнішнім середовищем.

Таким чином, система – це відносно обособлена і упорядкована сукупність елементів, які володіють особливим взаємозв'язком, цілеспрямовано взаємодіють і здатні реалізувати певні функції.

Більш глибоке визначення поняття системи пов'язане не лише з розглядом елементів і відношення між ними, але й мети її функціонування, процесів керування, управління нею. Тобто в залежності від мети дослідження один і той самий об'єкт може розглядатися як елемент різних систем.

Поняття системи не обмежується лише матеріальними об'єктами, воно розповсюджується і на абстрактно-логічні побудовання. Звідси система розглядається і як об'єкт і як суб'єкт дослідження.

Система як наукова категорія будується на трьох моментах:

1. Система як об'єкт спостереження.
2. Суб'єкт як дослідник.

3. мета дослідження, яка обумовлює визначення меж дослідної системи і аспекту, в якому вона розглядається.

Тобто система – це також інструмент пізнання.

Таким чином робимо висновок. Уява про об'єкти чи процеси як про систему – це спосіб наукової абстракції і в залежності від ступеня узагальненості визначення системи може бути дане на різних рівнях:

- 1) Сукупність взаємопов'язаних і взаємодіючих елементів.
- 2) Методичний засіб у підході до розв'язання будь-яких задач.
- 3) Філософська категорія пізнання.

## СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

Системний аналіз пов'язаний преш за все з дослідженням системних властивостей процесів чи об'єктів. Відповідно в моделюванні вивчення цих властивостей має основоположне значення.

Найважливішою ознакою системи є її цілісність, яка й обумовлюється взаємодією елементів системи у відповідності з метою її функціонування.

Система характеризується властивостями її складових елементів. Але ціле завжди має і якісно нові властивості, не притаманні його елементам (відділення – господарство – галузь (система більш високого порядку)).

Ще одна властивість – це поєднаність системи, яка проявляється у формі упорядкованості відношень між елементами, певною внутрішньою структурою.

***Різноманітність системи.*** Ступінь її залежить від кількості елементів системи, можливих станів кожного елемента і ймовірності цих станів.

В зв'язку з взаємопов'язаністю і взаємодією елементів будь-якої системи число ступенів її свободи (або інакше кажучи кількість незалежних характеристик) обмежене. Тому що цілеспрямоване функціонування системи можливе лише завдяки обмеженню різноманіття елементів (наявності певних меж розмаху).

Кожній системі властива певна ступінь складності. Складність залежить від розміру системи (кількість елементів), ступеня розгалуженості внутрішньої структури, характеру функціонування.

До речі, НТП супроводжується саме зростанням складності систем. (переведення тварин на індустріальну основу – це ускладнення і це елемент НТП).

З'ясували, що система – це певна цілісна структура, яка функціонує відносно самостійно і відокремлено. Але оскільки система діє в певних умовах, то вона з ними тісно взаємодіє. Наприклад, свиноферма як система відчуває вплив певних факторів зовнішнього середовища (стан кормової бази, наявність кваліфікованих кадрів і робочої сили взагалі, цін на комбікорм, енергоносії, основні засоби виробництва і на свою кінцеву продукцію та ін..). В свою чергу, система впливає на середовище, змінюючи його (використовує робочу силу, засоби виробництва, природні ресурси, поставляє продукцію). Тобто, середовище впливає на систему через відповідні елементи –вхідні величини або входи системи. Вхідні величини називаються імпульсами.

Система впливає на середовище через так звані входи системи. Фактори впливу системи на середовище називаються вихідними величинами – реакції на відповідне імпульси. Величини, значення яких в межах даного дослідження залишаються незмінними, прийнято називати параметрами.

Визначення системи як комплексу змінних є основою математичного моделювання її поведінки. Дослідження системи включає визначення її елементів, вираження їх у вигляді змінних, вибір найбільш суттєвих з них виходячи з мети дослідження, знаходження змінних, значення яких змінюється, визначення параметрів.

Приклад. Молочне стадо 200 голів корів. На планує мий рік передбачається покращення кормової бази. ↑ кількість молодняка на ...%

### ***Класи систем***

За специфікою складових елементів можна розрізнити знакові системи (азбука Морзе), система понять (категорії політичної економіки), поглядів (філософські погляди Канта), правил дорожнього руху).

Одні системи є природними (організм), інші штучними. По характеру взаємодій розрізняють відкриті і замкнені (закриті) системи. Але по суті замкнених систем в дійсності не існує. Просто в деяких випадках можна ігнорувати якість несуттєві відношення системи з середовищем.

Ще одна класифікація. Є системи детерміновані, тобто порядок в ланцюгу є однозначним, чітко встановленим. Тобто зв'язки в таких системах носять жорсткий, функціональний характер. Поведінку таких систем в будь-який момент можна передбачати.

Частіше зустрічаються ймовірні системи, послідовність дій в яких суворо не детермінована, носить ймовірний характер. Прогнози про поведінку таких систем формують, використовуючи терміни теорій ймовірності. Наприклад: з ймовірністю 0,95 можна стверджувати, що приріст врожайності у розрахунку на 1ц мінеральних добрив в даному господарстві в умовах конкретного року становитиме  $2,5 \pm 0,4$ ц (тобто в 5 випадках із 100 поведінка системи може вийти за межі 2,1-2,9ц).

Вище зазначали, що системи розрізняються за кількістю елементів, ступенем розгалуженості структури, різноманітністю, тобто складністю. За ступенем складності системи прийнято ділити на прості, складні і дуже складні.

Простими називаються системи, які складаються з невеликої кількості елементів, з нескладними взаємозв'язками і нерозгалуженою внутрішньою структурою, які призначені для виконання елементарних функцій.

Система називається складною, якщо кількість елементів у ній значна, структура взаємозв'язків і взаємозалежностей носить розгалужений характер, функції що виконуються різноманітні. Але поряд з цим, не дивлячись на складність структури і функцій, система піддається огляду і розв'язанню (наприклад, с/г підприємство).

Дуже складними прийнято називати системи, сутність взаємозв'язків яких не зовсім зрозуміла, недостатньо вивчена. Повне охарактеризування структури і поведінки таких систем при даному рівні знань не є можливим (суспільство, мозок, всесвіт).

Для складних систем характерні ієрархічні (багаторівневі) структури. Приймаючи будь-який елемент системи в якості відправної точки, відправного рівня, його можна розглядати як підсистему вищого рівня, і в той же час як систему, яка включає підсистеми нижчого рівня.

Більш детально зупинимося на складних системах. Розробка сучасних складних систем являє собою багатоетапний процес, який характеризується специфічними технічними і організаційними заходами. Зазвичай розрізняють такі основні етапи створення складної системи:

1. Формулювання вимог до системи і обґрунтування технічного завдання на проектування.
2. Розробка технічного проекту.
3. Створення дослідного зразка.
4. Випробування.
5. Виготовлення і введення в експлуатацію головного зразка системи.
6. Дослідна експлуатація і доробка головного зразка.
7. Організація випуску, монтажу, налагодження і введення в експлуатацію серійних зразків.
8. Модернізація системи.

Стосовно об'єктів великої складності має особливе значення I етап. Оскільки розробники системи ще не визначені, дослідження по обґрунтуванню вимог до системи організовує замовник. В результаті таких досліджень повинні бути отримані:

- 1) Чітке визначення мети створення системи і кола задач, що на неї покладаються.
- 2) Перелік діючих на систему факторів, які підлягають обов'язковому врахуванню при проектуванні, і їх числові характеристики.

- 3) Обґрунтування показників ефективності, надійності, перешкодозахищеності, за якими передбачається оцінювати якість системи, і кількісні вимоги до них.

Перераховані вище дані оформляються у вигляді технічного завдання на проектування, яке є керуючим документом на всіх етапах створення системи. В якості додатку до технічного завдання подається звіт, з примірною назвою “Обґрунтування технічного завдання”, який містить більш повні дані по аналізу експериментальних даних про діючі фактори, оцінці можливих варіантів системи і її основних елементів, економічним розрахунком, а також пропозицій щодо організації розробки і строкам виконання робіт. Звіт закінчується побудуванням сітьового графіку, який відображає послідовність етапів розробки і погодження їх за часом, розмірами капіталовкладень, фондам на предмети матеріально-технічного забезпечення.

Заказник, після обговорення і відповідного корегування технічного завдання, погоджує його з головним розробчиком і співвиконавцями і подає на затвердження у вище стоячі інстанції. Головний розробчик, що отримав затверджене технічне завдання, переходить до проектування системи.

Проектування складних систем має дві чітко виражені стадії. Перша відноситься до функціонально-структурних питань і може бути названа макропроекуванням або зовнішнім проектуванням системи.

Зовнішнє проектування охоплює вибір структури систем, головних її елементів, організацію взаємодію між елементами, врахування впливу на зовнішнє середовище, оцінку показників ефективності і відповідності варіанта системи, що розглядається, загальним вимогам технічного завдання.

Друга стадія – мікропроекування або внутрішнє проектування – пов’язане з проектуванням елементів складної системи як фізичних одиниць обладнання. Мікропроекування включає технічне рішення по головним елементам, а також по організації дослідного і серійного виробництва.

На сьогоднішній день накопичений значний і корисний досвід мікропроекування і створення елементів обладнання, поряд з цим зовнішнє проектування є порівняно новою задачею.

Типовим методом дослідження складних систем при оцінці різних варіантів і виборі одного з них для більш детального дослідження є моделювання їх на ЕВМ.

В цьому випадку модель повинна відповідати наступним вимогам:

1. Добре відображати структуру систем і бути чутливими до її змін. Які зазвичай відбуваються в процесі зовнішнього проектування.
2. Відображати специфіку функціонування елементів системи з врахуванням умов зовнішнього середовища.
3. Містити всі параметри системи, які визначаються в результаті макропроекування.

Наприклад, розробка технічного проекту системи відноситься головним чином до мікропроекування її елементів і конкретної реалізації взаємодії елементів у процесі функціонування.

Розробка сучасної складної системи супроводжується різними автономними і комплексними випробуваннями. Автономні випробування відносяться до елементів системи і мають метою перевірку вірності функціонування обладнання і отримання експериментальних даних для оцінки параметрів і режимів експлуатації. Комплексні випробування системи в цілому (чи її фрагменту) призначаються для відробки взаємодії між елементами і підсистемами на різних рівнях ієрархії і перевірки відповідності системи технічному завданню.

Серед задач, що виникають у зв'язку з дослідженням складних систем, можна виділити два основних класи:

1. Задачі аналізу, пов'язаних з вивченням властивостей і поведінки системи в залежності від її структури і значень параметрів.
2. Задачі синтезу, що зводяться до вибору структури і значень параметрів, виходячи із заданих властивостей системи.

Іншими словами, при розв'язанні задач аналізу вважаються відомими структура системи і значення всіх її конструктивних параметрів і необхідно визначити значення функціональних характеристик системи (показників ефективності, надійності...) для фіксованого набору начальних станів і умов функціонування (впливів зовнішнього середовища), а також оцінити стійкість системи.

Навпаки, при розв'язанні задач синтезу всі характеристики є заданими, треба вибрати структуру системи і такі значення параметрів, щоб отримати необхідні значення функціональних характеристик.

Нерідко дані зовнішнього проектування складних систем оформляються у вигляді ескізного проекту системи.

## ***ЛЕКЦІЯ № 7***

### ***Системне моделювання та оптимізація сільськогосподарського підприємства***

У моделюванні економічних та технологічних процесів фундаментальне значення має системний методологічний підхід. Такий підхід відноситься і до оптимізації кормової бази, у тому числі виробництва та використання кормів. Використання математичних методів у економічних дослідженнях технологічних процесів тваринництва свідчить, що резерви удосконалення системи кормовиробництва залежать не лише від внутрішніх зв'язків її елементів, а й параметрів, які відображають міжелементні зв'язки. Ці параметри будуть обґрунтовані, якщо система знаходиться в оптимальному стані. Оптимізація таких параметрів кормовиробництва може бути практично реалізована за допомогою прийомів та методичних підходів системного моделювання технологічних економічних процесів. Розроблено системи математичного моделювання по розвитку сільськогосподарського виробництва на рівні сільськогосподарського підприємства регіону. Вони можуть виступати як дискретно-динамічні з підкомплексом оптимізаційних математичних моделей, що відображають ведення всього комплексу організаційно-





економічних параметрів виробництва валової і товарної продукції галузей рослинництва і тваринництва, а також у цілому сільськогосподарського підприємства або регіону. Математична модель носить системний методологічний підхід. Вона включає систему математичних підмоделей, котрі відображають не лише систему виробництва і використання кормів стосовно виробничого напрямку сільськогосподарського підприємства чи формування, а й водночас дозволяє оптимізувати всі галузі рослинництва і тваринництва, а також у цілому сільськогосподарський об'єкт. При формуванні і розробці системної математичної моделі використано такі основні принципи:

- погодження параметрів розвитку галузей рослинництва і тваринництва даного виробничого типу сільськогосподарського підприємства;
- переваги розвитку системи кормовиробництва порівняно з ростом поголів'я сільськогосподарських тварин;
- оптимізація відповідності рівня інтенсивності й структури системи кормовиробництва природно-кліматичним умовам зони і виробничого напрямку сільськогосподарського підприємства чи формування;
- найефективніше використання земельних ресурсів на основі оптимізації співвідношення структури посівних площ сільськогосподарських культур, у тому числі й кормових;
- галузева сумісність (поєднання рослинництва і тваринництва);
- порівняльна перевага розвитку сільськогосподарського підприємства чи іншої виробничої структури;
- висока продуктивна конкурентоспроможність і найменший підприємницький ризик виробництва сільськогосподарської продукції;
- забезпечення підвищення продуктивності землеробства, у тому числі й системи кормовиробництва, скорочення затрат засобів виробництва і праці, а також сукупних витрат енергетичних ресурсів на одержання продукції рослинництва і тваринництва, оптимальної чисельності худоби з найвищою його продуктивністю;

- підмодель виробничої спеціалізації колективного, фермерського чи іншого виробничого формування.

У кожному конкретному випадку враховувався вплив місцевих виробничо-кліматичних умов, організаційно-економічних та соціальних чинників. Розроблена математична оптимізаційна модель системи кормовиробництва відображає увесь комплекс ведення землеробства і тваринництва, а також окремо кожен їхню галузь та сільськогосподарське підприємство в цілому. Методичні підходи розробки такої моделі з використанням прийомів системного моделювання включає такі етапи:

- постановка задачі математичної моделі, яка включає економічну проблему розвитку кожної галузі рослинництва і тваринництва;
- визначення концепції розвитку системи кормо виробництва, накресливши при цьому мету досліджень кожного об'єкту математичного моделювання;
- узагальнення, розробка і обґрунтування нормативної інформації, необхідної для кожної під моделі, що відображає ту чи іншу галузь рослинництва і тваринництва, виробничу спеціалізацію, наявність виробничого та ресурсного потенціалу кожної галузі й підприємства у цілому;
- підготовка і розв'язання задач оптимізаційної математичної моделі на ЕОМ, аналіз і обробка отриманих результатів залежно від критерію оптимальності формування збірника під моделей і моделі у цілому;
- визначення економічної ефективності використання системної економіко-математичної моделі оптимізації рослинництва, в тому числі й кормовиробництва, тваринництва, рівня виробничого і ресурсного потенціалу.

Економіко-математична модель системи кормовиробництва має ряд особливостей. Вона вказує на рівень інтенсивності рослинництва, чисельність поголів'я худоби, раціони годівлі, продуктивність, виробництво валової і товарної продукції, відповідність посівів структурі площ зернофуражних і кормових культур, організацію і розміщення сільськогосподарських культур по

кожному типу чи виду сівозміни, оптимальну організацію зеленого конвеєра, рівномірне споживання кормів протягом року за науково обґрунтованими нормами годівлі. Також передбачається найефективніше використання посівних площ проміжних і повторних культур, природних кормових угідь. Організація цих заходів буде сприяти значному підвищенню ефективності використання одиниці кормової площі. Отже, система оптимізаційних економіко-математичних моделей розробки та обґрунтування оптимальних організаційно-економічних параметрів охоплює всі галузі рослинництва і тваринництва кожного виробничого напрямку, концентрації виробництва, а також спеціалізації сільськогосподарського підприємства. Динамічність оптимізаційних математичних підмоделей і системної економіко-математично моделі у цілому дає змогу проводити розробки та дослідження незалежно від виробничої структури і типу підприємства чи формування. Системна модель може бути використана при розробці і обґрунтуванні оптимальних організаційно-економічних параметрів сільськогосподарського підприємства незалежно від виробничого напрямку та природно-кліматичної зони, в тому числі й моделі інтенсивного кормовиробництва.

В умовах ринкової економіки перед підприємствами АПК ставляться питання розробки і визначення моделі сільськогосподарського підприємства з оптимальною структурою виробництва та оптимального розвитку кожної галузі рослинництва і тваринництва в умовах ефективнішого використання виробничого та ресурсного потенціалу, досягнення високих показників економічної ефективності.

Вирішення проблеми формування сталої і повноцінної кормової бази зумовлено, насамперед, оптимізацією організаційно-економічних параметрів і її структури. Використання системи цих чинників не пов'язано з додатковими інвестиціям. Розробка і вибір оптимального співвідношення окремих культур і кормів дає можливість за інших рівних умов значно збільшити виробництво продукції, а також помітно знизити затрати засобів виробництва і живої праці на одиницю кормів з меншої кормової площі.

Залежно від мети і завдання розробок й досліджень та відповідно особливостям структури математичної моделі враховувався взаємозв'язок її елементів:

- за функціональною формою взаємозалежностей: на лінійні і нелінійні;
- при зміні величин логічних змінних: неперервні, дискретні або змішано-цілочислові;
- за залежністю між елементами математичної моделі й іншими чинниками: на параметричні і незалежні від параметрів задачі.

У дослідженнях і розробках по оптимізації комплексної оцінки розвитку сільськогосподарського виробництва, в тому числі й кормовиробництва, незалежно від форми власності і господарювання використовувались й інші види математичних моделей і задач (лінійно-динамічні, імовірнісні), а також складніші структури задач. Наприклад, коли в одній і тій же задачі й часі є цілочислові, параметричні, лінійно-динамічні та інші моделі математичної оптимізації.

Рядом вчених зроблено аналіз економічної ефективності кормовиробництва залежно від розміру посівних площ кормових культур сільськогосподарських підприємств Степу та Лісостепу України. Господарства були розподілені так. До першої групи увійшли господарства з площами кормових культур до 800 га, другої – 801-1600, третьої – 1601-2400, четвертої – 2401-3200, п'ятої – більше 3200 га.

Результат свідчать, що основна кількість сільськогосподарських підприємств мають площі посіву кормових культур 800-1600 га. Так, у степовій зоні їхня частка становить 54,3 %, а в лісостеповій – 59,3 %, багато господарств сіють кормових культур до 800 га, значно менше - (4,4 %) мають по 1601-2400 га і лише 2,9 % - 2401-3200 га і більше. У Лісостепу найефективніше використовують одиницю площі кормових культур господарства, що мають їх у середньому 675 га. Вони отримують на гектар 51 ц к.од. і 6,4 ц перетравного протеїну при низьких затратах засобів виробництва і праці на одиницю кормів. Проте, продуктивність праці тут виявилася самою низькою порівняно з

господарствами, які мають значно більші площі кормових культур. Крім того, на частку найефективніших культур (кукурудза і багаторічні трави) припадає 75,6 % кормового лану. У них також і вищі показники виробництва продукції тваринництва порівняно з господарствами інших груп. Наприклад, у розрахунку на 100 га сільськогосподарських угідь вони виробляють 425 ц молока, валової продукції тваринництва у порівняльних цінах на 100 га кормових культур – 46,95 тис. грн., що на 15-35 % більше, ніж господарства, що мають більші площі.

Також визначено, що із збільшенням площі кормових культур спостерігається тенденція підвищення продуктивності праці у кормовиробництві.

Господарства Степу, які мають середній розмір кормового поля до 800 га, одержують найвищу продуктивність – 35,4 ц к.од., але, як свідчить подальший аналіз, затрати засобів виробництва і живої праці на одиницю продукції найвищі. Наприклад, на 1 ц к.од. прямі затрати праці становлять 0,92 люд.-год., тоді як у господарствах, де площ а посіву кормових культур сягала 3460 га – лише 0,49 люд.-год.

Розроблені методологічні основи системного моделювання оптимізації організаційно-економічних параметрів було використано при розробці моделей інтенсивної кормової бази для основних виробничих типів сільськогосподарських підприємств різних форм господарювання по природно-кліматичних зонах України (виробництво молока, яловичини, свинини, продукції вівчарства, кормів, картоплі, зерна, технічних культур, а також овочево-баштанних).

Наприклад, в 1999-2000 рр. були виконані системні розробки по оптимізації моделі сільськогосподарського підприємства, в тому числі й кормової бази для племінного заводу села Велика Бурімка Чорнобаївського району Черкаської області. Розробка оптимальних організаційно-економічних параметрів як моделі ВАТ, що має виробничу структуру по вирощуванню племінних свиней і худоби у тваринництві, зерна і технічних культур у

рослинництві дало можливість визначити найефективнішу виробничо-галузеву структуру з відповідним розвитком кормової бази. Використання системних досліджень та розробок забезпечили оптимізацію рослинництва, у тому числі співвідношення і структуру посівних площ сільськогосподарських культур та їхнє оптимальне розміщення на полях сівозміни. При цьому також визначена комплексна оцінка кожного її типу і виду. Визначений найефективніший рівень інтенсивності вирощування кожної сільськогосподарської культури. Так, найвища економічна і енергетична ефективність досягається при організації кормової сівозміни за такого чергування культур: 1-ше і 2-ге поле - багаторічні трави, 3-тє - пшениця озима, 4-тє – кукурудза на зерно і силос, коренеплоди кормові, 5-тє – ячмінь з підсівом багаторічних трав. Підприємству рекомендоване оптимальне поголів'я великої рогатої худоби і свиней, а також визначено продуктивність, обсяги виробництва валової і товарної продукції рослинництва і тваринництва відповідно з розвитком кормової бази. Так, найефективніше використовувати 58-62 % ріллі для виробництва зернових і зернобобових культур, технічних – 4-12 і кормових – 80-32 %. Серед останніх провідна роль має належати багаторічним травам і кукурудзі на силос й зелений корм з оптимальним співвідношенням однорічних трав і кормових коренеплодів.

Результати досліджень свідчать поро те, що оптимальна площа посіву кормових культур для даного виробничого типу сільськогосподарського підприємства становить 477-512 га. Також визначено й обґрунтовано загальну кормову площу (зернофуражі на годівлю, кормові культури, природні кормові угіддя тощо). Оптимальний її розмір становить 1162-1264 га.

Оптимізація галузей рослинництва, в тому числі й кормовиробництва, дає змогу підприємству значно підвищити економічну ефективність. Так, продуктивність 1 га кормових культур досягла 54 ц к.од., що на 20 % більше, ніж отримували до впровадження розробок. На третину підвищується продуктивність 1 га кормової площі.

Отже, повне впровадження сільськогосподарським підприємством розробок та досліджень по оптимізації виробничої структури, в тому числі й системи кормовиробництва, забезпечить збільшення виробництва продукції тваринництва в розрахунку на 1 га сільськогосподарських угідь.

## **ЛЕКЦІЯ № 8**

### ***Моделювання обороту стада великої рогатої худоби***

1. Постановка задачі.
2. Побудування економіко-математичної моделі.
3. Вихідна інформація і порядок її підготування.
4. Аналіз результатів розв'язання задачі.

Під оборотом стада розуміють кількісні зміни у складі вікових і статевих груп тварин за певний період (місяць, квартал, рік). На основі обороту стада планують об'єм виробництва і реалізацію продукції тваринництва, кормову базу, потребу в приміщеннях для тварин, в робочій силі, засобах механізації та інших виробничих ресурсах.

Оборот стада розраховують за нормативами, які залежать від ряду факторів. Головні з них наступні: виробничі темпи розширеного відтворення поголів'я і якісне покращення стада; виробниче направлення тваринництва; біологічні особливості окремих видів тварин; умови утримання і годівлі тварин; санітарний стан стада.

Розглянемо моделювання обороту стада на прикладі стада великої рогатої худоби, яке складається з наступних статево-вікових груп: корови, нетелі, телиці старше року, телиці до року, телиці-приплід, бички старше року, бички до року, бички-приплід, худоба на відгодівлі.

**1. Постановка задачі** може бути сформульована наступним чином: виходячи з наявності худоби на початок року, кількості приплоду, а також необхідності мати на кінець року певне поголів'я худоби, яке забезпечить подальше відтворення стада і ріст виробництва тваринницької продукції, визначити скільки голів необхідно вибракувати і поставити на відгодівлю і

скільки перевести в наступну групу, отримавши при цьому максимальний ефект від тваринництва. Ефект виражається у вигляді критерію оптимальності і являє собою, як правило, максимум отримання продукції (молока, м'яса). В моделі у якості критерію оптимальності приймемо максимум отримання яловичини від вибракуваної худоби.

Невідомими в задачі є чотири групи величин: 1) кількість (або відсоток) вибракуваних тварин по кожній статеві-віковій групі; 2) кількість тварин переведених в старшу групу; 3) кількість тварин переведених з молодшої групи; 4) кількість тварин залишених на кінець року.

Кожна група невідомих включає стільки величин, скільки статеві-вікових груп тварин, за виключенням величин, які для даної статеві-вікової групи неприйнятні через об'єктивні причини (наприклад, корови в старшу групу не можуть бути переведені, так само, як приплід не може бути переведений з молодшої групи).

**2. Побудування економіко-математичної моделі** починають з позначення невідомих величин і параметрів (відомих величин) задачі, які можна відобразити у вигляді таблиці (табл. 2.1.). Частина наведеної в таблиці інформації відома і формується до розв'язання задачі (наприклад, наявність поголів'я по кожній статеві-віковій групі на початок року). Кількість приплоду розраховують виходячи з поголів'я корів і нетелей з врахуванням коефіцієнту виходу телят від 100 корів і нетелей. Вважають, що з вірогідністю  $\frac{1}{2}$  народжуються бички і телички, відповідно, їх кількість планують приблизно однаково.

Падіж планують на основі даних не менш ніж 5 років лише для тих статеві-вікових груп, які найбільше піддані впливу несприятливих факторів (молодняк до року, приплід). По таким статеві-віковим групам, як корови, нетелі, молодняк старше року і худоба на відгодівлі, цей показник приймається рівним нулю.



## 2.1. Символіка елементів обороту стада великої рогатої худоби

Статеві-вікові групи	початок року, гол.	Приплід, гол.	Вибракуванн я, %	Падіж, %	в старшу	з молодшої	маса 1 гол., кг	кінець року, гол.
Корови	$a_1$	-	$x_1$	$b_1$	-	$z'_1$	$p_1$	$y_1$
Нетелі	$a_2$	-	$x_2$	$b_2$	$z_2$	$z'_2$	$p_2$	$y_2$
Телиці старше року	$a_3$	-	$x_3$	$b_3$	$z_3$	$z'_3$	$p_3$	$y_3$
до року	$a_4$	-	$x_4$	$b_4$	$z_4$	$z'_4$	$p_4$	$y_4$
приплід	-	$a_6$	$x_5$	$b_5$	$z_5$	-	$p_5$	-
Бички старше року	$a_6$	-	$x_6$	$b_6$	-	$z'_6$	$p_6$	$y_6$
до року	$a_7$	-	$x_7$	$b_7$	$z_7$	$z'_7$	$p_7$	$y_7$
приплід	-	$a_8$	$x_8$	$b_8$	$z_8$	-	$p_8$	-
Худоба на відгодівлі	$a_9$	-	-	$b_9$	-	$z'_9$	$p_9$	$y_9$
Всього	A							B

По кожній статеві-віковій групі відому середня жива маса однієї голови реалізованої худоби.

Інші показники в таблиці 1 не відомі.

У відповідності з прийнятими позначеннями модель задачі має вигляд

при обмеженнях:

1. Зв'язок між елементами обороту по кожній статеві-віковій групі

$$a_i - a_i x_i / 100 - a_i b_i / 100 - z_i + z_i' = y_i, \quad i = 1, 2, 3, 4, 6, 7.$$

Перетворимо цей вираз так, щоб невідомі величини залишилися в лівій його частині, а відомі – в правій:

$$a_i x_i / 100 + z_i - z_i' + y_i = a_i - a_i b_i / 100, \quad i = 1, 2, 3, 4, 6, 7. \quad (1)$$

По групі приплоду ця умова запишеться так:

$$a_{5,8} - a_{5,8} * x_{5,8} / 100 - a_{5,8} * b_{5,8} / 100 = z_{5,8}$$

або  $a_{5,8} * x_{5,8} / 100 + z_{5,8} = a_{5,8} - a_{5,8} * b_{5,8} / 100.$

Для групи худоби на відгодівлі ця умова має вигляд:

$$a_9 - x_9 + z'_9 = y_9,$$

де

Після підстановки  $z'_9$  в попередній вираз і відповідних перетворень отримуємо:

2. Умова обов'язкового переведення тварин в старшу групу

$$a_i - a_i x_i / 100 - a_i b_i / 100 = z_i, \quad i = 2, 3, 4, 7,$$

або  $a_i x_i / 100 + z_i = a_i - a_i b_i / 100.$  (2)

По групам приплоду ця умова співпадає з умовою, яка відображає зв'язок між елементами обороту.

Праві частини виразів (1) і (2) рівні, відповідно рівні і їх ліві частини:

$$a_i x_i / 100 + z_i - z'_i + y_i = a_i x_i / 100 + z_i.$$

Перенесемо з правої частини в ліву члени з невідомими і отримуємо:

$$- z'_i + y_i = 0.$$

Якщо записати його як  $y_i = z'_i$ , приходимо до висновку, що на кінець року залишається поголів'я тварин переведених з молодших груп.

Телиці старше року при добрій годівлі й утриманні, належній племінній роботі повинні бути переведені в групу нетелей або на реалізацію. Але в багатьох господарствах допускається їх перетримання. Щоб відобразити це в моделі, вводимо в неї умову, яка припускає формування вихідного поголів'я в групі телиць старше року за рахунок не лише тварин переведених з молодшої групи, а й перетриманих телиць старше року. Цю умову можна записати у вигляді:

$$z'_3 + d_3 a_3 / 100 \leq y_3,$$

де  $d_3$  – максимально припустимий відсоток перетримання на початок року телиць старше року.

Перетворивши цей вираз, отримаємо

$$y_3 - z'_3 \leq d_3 a_3 / 100.$$

3. Умова, яка регулює відсоток вибракування тварин

$$C_i^{\min} \leq x_i \leq C_i^{\max}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, 8,$$

де  $C_i^{\min}$  і  $C_i^{\max}$  – максимальний і мінімальний відсоток вибракування тварин по  $i$ -й статеві-віковій групі.

Норми вибракування тварин залежать від конкретних умов, структури стада, строку служби тварин, темпів росту поголів'я, виробничого напрямку галузі, умов утримання і годівлі тварин та ін.

4. Умова по збереженню вихідного поголів'я різних статеві-вікових груп

$$A \leq y_i \leq B$$

або по кожній статеві-віковій групі

$$a_i \leq y_i \leq a_i + T_i,$$

де  $T_i$  – темп росту поголів'я кожної статеві-вікової групи.

Вихідне поголів'я повинне відповідати економічним і зоотехнічним вимогам.

5. Умова по структурному співвідношенню поголів'я різних статеві-вікових груп

$$y_i \geq k y_{i-1}, \quad i = 2, 3, 4, 5, 7, 8,$$

де  $k$  – коефіцієнт пропорційності, який дозволяє мати таке поголів'я різних статеві-вікових груп, щоб поповнити ним вибулих з різних причин тварин старших груп з урахуванням росту поголів'я по цим групам.

Елементи обороту стада, які відображають кількість тварин, переведених в старші групи, а також переведених з молодших груп, знаходиться в такому взаємозв'язку:

$$z_i = z'_{i-1}, \quad i = 2, 3, 4, 5, 7, 8.$$

Це дозволить значно скоротити кількість перемінних при побудованні матриці задачі, що, в свою чергу, призводить до зменшення розмірів матриці.

6. Умова незаперечності перемінних

$$x_i \geq 0; \quad y_i \geq 0; \quad z_i \geq 0; \quad z'_i \geq 0, \quad I = 1, 2, 3, \dots, n.$$

**3. Вихідна інформація і порядок її підготування.** Методику розробки економіко-математичної моделі розглянемо на конкретному прикладі.

Виходячи з наявності худоби на початок року у господарстві, кількості приплоду, а також наміченого на кінець року поголів'я, визначити основні елементи обороту стада великої рогатої худоби. Критерій оптимальності – максимум виробництва молока в живій масі.

Необхідні для розв'язання задачі данні як відомі, так і невідомі, оформимо у вигляді табл. 3.1.

3.1. Символіка елементів і вихідна інформація до задачі оптимізації обороту стада великої рогатої худоби

Статеві-вікові групи	поголів'я на початок року, гол.	Приплід, гол.	Вибракуванн я, %	Падіж, %	в старшу	з молодшої	маса 1 гол., кг (п)	кінець року, гол.
Корови			$8 \leq x_1$					
Нетелі	$a_1=505$	-	$\leq 25$	$b_1=0$	-	$z'_1$	$p_1=500$	$y_1$
Телиці старше року	$a_2=72$	-	$x_2 \leq 2$	$b_2=0$	$z_2$	$z'_2$	$p_2=350$	$y_2$
до року	$a_3=120$	-	$x_3$	$b_3=0$	$z_3$	$z'_3$	$p_3=300$	$y_3$
приплід	$a_4=189$	-	$x_4 \leq 35$	$b_4=0,5$	$z_4$	$z'_4$	$p_4=180$	$y_4$
Бички старше року	-	$a_6=260$	$x_5 \leq 20$	$b_5=2$	$z_5$	-	$p_5=60$	-
до року	$a_6=118$	-	$x_6 \leq$	$b_6=0$	-	$z'_6$	$p_6=320$	$y_6$
приплід	$a_7=188$	-	100	$b_7=0,5$	$z_7$	$z'_7$	$p_7=180$	$y_7$
Худоба на відгодівлі	-	$a_8=260$	$x_7 \leq 35$	$b_8=2$	$z_8$	-	$p_8=60$	-
	-	-	$x_8 \leq 20$	-	-	-	-	$y_9$
Всього	$A=1192$							$B$

У відповідності з запланованими господарством темпами відтворення стада зоотехнічна служба рекомендує на кожну нетель вирощувати 1,6 телиці старше року, а на кожну телицю старше року – не менше 1,4 телиці до року, а кількість нетелей становить не менше 17 % поголів'я корів.

З урахуванням прийнятих позначень обмеження задачі матимуть вигляд.

1. Зв'язок між елементами стада

корови  $505 - 505x_1 / 100 + z_1 = y_1.$

Приведемо у рівність подібні члени і проведемо заміну  $z_1 = z_1 - 1$ :

$$5,05x_1 - z_2 + y_1 = 505.$$

Аналогічно формуються обмеження даного типу по іншим статеві-віковим групам.

2. Умова обов'язкового переведення тварин в старшу групу

нетелей  $72 - 72x_2 / 100 = z_2$  або  $0,72x_2 + z_2 = 72.$

Аналогічно формуються обмеження по іншим групам.

3. Умова, яка регулює відсоток вибракування тварин

корови  $18 \leq x_1 \leq 25;$

нетелі  $x_2 \leq 2;$

молодняк до року  $x_4 \leq 35; \quad x_7 \leq 35;$

приплід  $x_5 \leq 20; \quad x_8 \leq 20;$

бички старше року  $x_6 \leq 100.$

4. Умова по збереженню вихідного поголів'я

всього  $y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_6 + y_7 + y_9 \geq 1250;$

корів  $y_1 \leq 530;$

бичків старше року  $y_6 \leq 100;$

худоби на відгодівлі

$$5,05x_1 + 0,72x_2 + 1,2x_3 + 1,89x_4 + 2,6x_5 + 1,18x_6 + 1,88x_7 + 2,6x_8 - y_9 \leq 0.$$

5. Умова по структурному співвідношенню

корови – нетелі

$$0,17y_1 \leq y_2;$$

нетелі – телиці старше року

$$1,6y_2 \leq y_3;$$

телиці старше року – телиці до року

$$1,4y_3 \leq y_4;$$

бички старше року – бички до року

$$y_6 \leq y_7.$$

### Критерій оптимальності

$$Z_{\max} = 500 \cdot 505x_1/100 + 350 \cdot 72x_2/100 + 300 \cdot 120x_3/100 + 180 \cdot 188x_4/100 + \\ + 60 \cdot 260x_5/100 + 320 \cdot 118x_6/100 + 180 \cdot 188x_7/100 + 60 \cdot 260x_8/100;$$

або

$$Z_{\max} = 25,25x_1 + 2,52x_2 + 3,6x_3 + 3,4x_4 + 1,56x_5 + 3,78x_6 + 3,38x_7 + 1,56x_8.$$

Модель представлена матрицею (табл. 3.1.).

**4. Аналіз результатів розв'язання задачі.** В результаті розв'язання задачі на ЕОМ отримано оптимальний оборот стада великої рогатої худоби (табл. 4.1.). Оптимальний оборот стада великої рогатої худоби дозволяє покращити структуру вихідного поголів'я при спрямованому регулюванні умов відтворення стада.

## *ЛЕКЦІЯ № 9*

### *Моделювання річного обороту стада великої рогатої худоби (варіант 2)*

Оборот стада має важливе організаційно-господарське значення, так як на основі цього показника визначають можливості галузі по виконанню плану виробництва і реалізації продукції, ріст поголів'я, потреба в кормах, робочій силі, спорудах, фонд заробітної плати та інші показники.

При моделювання обороту стада важливо врахувати всі умови, які впливають на зміни в статеві-вікових групах тварин за певний час.

#### **1. Постановка задачі.**

Виходячи з наявності поголів'я великої рогатої худоби на початок року, необхідно визначити оптимальний рух стада, який забезпечить виконання планів реалізації продукції, задоволення внутрішньогосподарських потреб, а

також подальше відтворення поголів'я. Критерієм оптимальності може бути максимум товарної продукції тваринництва у вартісному вираженні, виробництво молока чи м'яса.

#### 4.1. Оптимальний оборот стада великої рогатої худоби в господарстві

Статеві-вікові групи	Поголів'я на початок року, гол.	Надходження, гол.		Вибуття						Поголів'я на кінець року
		приплід	з молодших голів	в старші голів	падів, гол.	Вибракування				
						%	голів	маса т	всього, ц	
Корови	505	-	70	-	-	25	125	500	625	450
Нетелі	72	-	76	70	-	2	2	350	7	76
Телиці	-	-	-	-	-	-	-	-	132	-
старше року до року	120	-	122	76	-	36	44	300	118,	122
приплід	189	26	203	122	1	35	66	180	8	203
Бички	-	0	-	203	5	20	52	60	31,2	-
старше року до року	118	-	121	-	-	100	118	320	377,	121
приплід	188	-	203	121	1	35	66	180	6	203
Худоба на відгодівлі	-	26	-	203	5	20	52	60	118,	-
	-	0	-	-	-	-	-	-	8	525
		-							31,2	
									-	
Всього	1192	52	795	795	12	-	525	-	144	170
		0							1,6	0

Для розробки моделі необхідно мати наступну інформацію:

- поголів'я тварин на початок року за статеві-віковими групами;

- вихід телят на 100 голів маточного стада;
- норми вибракування по статеві-віковим групам;
- продуктивність однієї голови;
- план реалізації продукції тваринництва;
- ціни реалізації.

*Склад перемінних.* План обороту стада складається з наступних розділів: поголів'я на початок року; надходження, який відображає джерела зміни поголів'я; вибуття, який показує вибуття худоби по групам; поголів'я на кінець року.

Виходячи з цього, визначають основні групи перемінних:

$y_i^{(1)}$ ,  $y_i^{(2)}$  – відповідно поголів'я на початок і кінець року по  $i$ -й статеві-віковій групі тварин;

$y_i^{(0)}$  – середньорічне поголів'я корів;

$x_i^{(1)}$ ,  $x_i^{(2)}$ ,  $x_i^{(3)}$  – надходження з інших груп ( $x_i^{(1)}$ ), приплід ( $x_i^{(2)}$ ), купівля племінної і користувальної худоби ( $x_i^{(3)}$ );

$Z_i^{(s)}$ , де  $s = 1-5$  – переведення худоби в інші групи ( $Z_i^{(1)}$ ), реалізація м'яса ( $Z_i^{(2)}$ ), продаж племоб'єднанням ( $Z_i^{(3)}$ ), іншим господарствам ( $Z_i^{(4)}$ ), інше вибуття ( $Z_i^{(5)}$ ).

*Склад обмежень.* При складанні плану річного обороту стада виділяють наступні статеві і вікові групи тварин: бугаї, корови, нетелі, телиці народження позаминулого року, телиці народження минулого року, бички і кастрати всіх вікових періодів, доросла худоба на відгодівлі, телята народження року, що планується. Однак у групі “бички і кастрати всіх вікових періодів” поєднано молодняк народження позаминулого і минулого років, у групі “телята народження року, що планується” – бички і телички, хоча вони звичайно мають різний добовий приріст живої маси і різне господарське призначення. При моделюванні ці групи доцільно розділяти.

З урахуванням зазначеного визначають склад обмежень по кожній групі умов: наявності поголів'я на початок року, руху поголів'я і т. д.

Охарактеризуємо задачу в математичній формі.



Найти план:

де  $n, k, s$  – індекси підгруп перемінних:  $n = 0-2, k = 1-3, s = 1-5$ , при якому досягається максимум товарної продукції тваринництва (грн.):

де  $C_j$  – вартість товарної продукції у розрахунку на 1 голову  $j$ -ї статеві-вікової групи тварин, грн.

Умови:

1. Поголів'я тварин на початок року, гол.:

$$y_i^{(1)} = B_j \quad (j \in D),$$

де  $D$  – множина статеві-вікових груп тварин;

$B_j$  – поголів'я  $j$ -ї групи на початок року, гол.

2. Рух поголів'я кожної статеві-вікової групи, гол.:

$$y_i^{(1)} + x_j^{(k)} = Z_j^{(s)} + y_i^{(2)} \quad (j \in i).$$

Групу перемінних по поголів'ю на початок року і першу групу обмежень в модель можна не вводити, але поголів'я на початок року відображають в правій частині другої групи обмежень. Але в даній моделі перемінні по поголів'ю на початок року не вилучаються, так як вона в такому вигляді більш наглядно імітує відповідну форму планових документів і більш зручна для автоматизації розрахунків.

3. Співвідношення між переведенням поголів'я в сарші групи і надходженням із молодших груп, гол.:

$$Z_i^{(1)} = x_j^{(1)} \quad (j \in D).$$

4. Вихід приплоду, гол.:

$$x_j^{(2)} = g_i * (y_j^{(1)} + x_i^{(1)}) \quad (j \in D^{(c)}),$$

де  $D^{(c)}$  – підмножина статеві-вікових груп (телочки народження планового року, бички народження планового року);

$g_i$  – вихід телят на 100 голів маточного стада.

Як видно з даного обмеження, приплід пов'язується не лише з поголів'ям корів на початок року, але й з поголів'ям нетелей, яке буде переведене протягом планового року в групу корів.

5. Вибракування поголів'я, гол.:

$$Z_i^{(2)} \geq d_j x_j^{(1)} \quad (j \in D),$$

де  $d_j$  - коефіцієнт по вибракуванню поголів'я  $j$ -ї статеві-вікової групи тварин.

6. Поголів'я молодняку на дорощуванні і відгодівлі у населення за угодами, гол.:

$$Z_i^{(1)} = b_j.$$

7. Сумарне вихідне поголів'я на кінець року, гол.:

$$y_j^{(2)} = y_j^{(1)},$$

в тому числі корів

$$y_j^{(2)} = y_j^{(1)}.$$

8. Продаж тварин племоб'єднанню, іншим господарствам, інші вибуття, гол.:

$$Z_i^{(s)} = b_j^{(s)},$$

де  $b_j^{(s)}$  – поголів'я  $j$ -ї статеві-вікової групи тварин ( $s = 3, 4, 5$ ).

9. Продаж м'яса, ц:

де  $i$  – індекс виду продукції;

$Q_i$  – планове завдання на продаж продукції  $i$ -го виду, ц;

- вихід  $i$ -го виду продукції на одну голову  $j$ -ї статеві-вікової групи, ц.

10. Виробництво молока для виконання плану продажу і задоволення внутрішньогосподарських потреб, ц:

11. Середньорічне поголів'я корів, гол.:

$$y_j^{(0)} = 0,5 (y_j^{(1)} + y_i^{(2)}).$$

Річний оборот стада не дозволяє досить точно визначити середньорічне поголів'я тварин. З цією метою складають помісячний оборот стада. Але по поголів'ю корів (при відносній їх стабільності) цей розрахунок може бути

передбачений у моделі з незначною результативною погрішністю, так як цей параметр необхідний для математичної формалізації умов по виробництву молока, товарної продукції.

**Побудова числової моделі. Вихідна інформація.**

Господарство планує продати 6550 т молока, 260 т м'яса. Крім того, господарство протягом року продасть племоб'єднанням 200 племінних телиць, іншим господарствам 30 бичків і 338 теличок народження поточного року і має договір з населенням на дорощування і відгодівлю молодняку на 100 голів.

Середньорічний надій на 1 корову запланований 4290 кг. Вихід телят в розрахунку на поголів'я корів, яка є на початок року, - 100 %, на поголів'я нетелей – 26 %. Співвідношення теличок і бичків 1:1. вибракування корів передбачене в розмірі 25 %, телиць народження позаминулого року – 12. телиць народження минулого року – 5 %. Витрати молока на випоювання 1 теляти – 2 ц.

Інформація по поголів'ю тварин на початок року, відсотку вибракування і виходу продукції на 1 голову подана в таблиці 1.

*I групою обмежень* фіксується поголів'я корів на початок року:

$$1. \quad x_1 = 1600$$

По іншим статево-віковим групам математичний запис обмежень (2-6) аналогічний.

*7. II група обмежень* стосується руху поголів'я: кількість корів на початок року ( $x_1$ ) плюс нетелі, які переводяться у групу корів ( $x_7$ ), повинно дорівнювати поголів'ю, яке підлягає вибракуванню ( $x_{13}$ ), і на кінець року ( $x_{27}$ ):

$$x_1 + x_7 = x_{13} + x_{27}.$$

8. Обмеження по кількості нетелей:

$$x_2 + x_7 = x_{14}.$$

де  $x_2$  – поголів'я на початок року;

$x_7$  - прибуття за рахунок надходження телиць позаминулого року народження (поголів'я в сумі повинно дорівнювати поголів'ю нетелей, яке переводиться в групу корів для відтворення маточного стада  $x_7$ ).

1. поголів'я худоби на початок року, відсоток вибракування  
і вихід продукції на одну голову

Групи худоби	Поголів'я на початок року	Вибра куванн я, %	Жива маса 1 гол. при реалізації, кг	Вихід продукції на 1 гол., грн.
Корови	1600	25		1456
Нетелі	320			
Телиці:				
народження позаминулого року	535	12	200	370
в тому числі для продажу племоб'єднанню народження минулого року	800	5	200	630
Бички і кастрати	45		150	277,5
Доросла худоба на відгодівлі			53	98,1
Бички на відгодівлі у населення	50		469	867,7
Телички (приплід):				
на м'ясо			300	555
для продажу іншим господарствам			50	92,5
Бички (приплід)				
на м'ясо			70	124,6
для продажу іншим господарствам			40	74
			40	71,2

9. поголів'я телиць народження позаминулого року на початок року ( $x_3$ ) буде переведене в групу нетелей ( $x_{15}$ ) і частково підлягає вибракуванню і реалізації на м'ясо ( $x_{18}$ ):

$$x_3 = x_{15} + x_{18}.$$

10. Поголів'я телиць минулого року народження на початок року ( $x_4$ ) розподіляється наступним чином: частина вибраковується і реалізується на м'ясо ( $x_{18}$ ), частина реалізується племоб'єднанню ( $x_{21}$ ) і частина лишається на кінець року ( $x_{29}$ ):

$$x_4 = x_{18} + x_{21} + x_{29}.$$

11. Наявне поголів'я бичків народження минулого року на початок року ( $x_{15}$ ) буде повністю реалізоване державі в рахунок виконання договору на продаж м'яса ( $x_{19}$ ):

$$x_{15} = x_{18}.$$

12. Поголів'я корів, яке буде вибракуване і надійде на відгодівлю ( $x_9$  – доросла худоба на відгодівлі), повинне бути повністю реалізоване на м'ясо ( $x_{20}$ ):

$$x_9 = x_{20}.$$

13. Поголів'я теличок (приплід) народження року, що планується ( $x_{11}$ ) буде залишене на кінець року для подальшого відтворення стада ( $x_{30}$ ), частково продано за договором іншим господарствам ( $x_{25}$ ), реалізовано на м'ясо ( $x_{21}$ ):

$$x_{11} = x_{21} + x_{25} + x_{30}.$$

14. Поголів'я бичків (приплід) буде передано населенню для дорощування і відгодівлі за договорами ( $x_{16}$ ), реалізовано на м'ясо ( $x_{22}$ ), продано іншим господарствам за договорами ( $x_{26}$ ) і можливо частково залишено на кінець року ( $x_{31}$ ):

$$x_{12} = x_{16} + x_{22} + x_{26} + x_{31}.$$

15. Поголів'я бичків, які знаходяться у населення за договорами на початок року, плюс поголів'я, яке буде передане протягом року ( $x_{10}$ ), повинне дорівнювати тому поголів'ю, яке реалізується на м'ясо ( $x_{23}$ ) і залишається у населення на кінець року ( $x_{32}$ ):

$$x_6 + x_{10} = x_{23} + x_{32}.$$

*III група обмежень* забезпечує певне співвідношення між поголів'ям окремих груп тварин.

16. Доросла худоба на відгодівлі ( $x_9$ ) і вибракувані корови ( $x_{13}$ ):

$$x_9 = x_{13}.$$

17. Поповнення поголів'я корів ( $x_7$ ) за рахунок нетелей, які переводяться у цю групу ( $x_{14}$ ):

$$x_7 = x_{14}.$$

18. Поповнення поголів'я нетелей ( $x_8$ ) за рахунок телиць народження позаминулого року ( $x_{15}$ ):

$$x_8 = x_{15}.$$

19. Поголів'я бичків (приплід), які протягом року будуть передані населенню на дорощування і відгодівлю за договорами ( $x_{10}$ ), і поголів'я, яке може бути виділене для цих цілей ( $x_{16}$ ):

$$x_{10} = x_{16}.$$

20. На дорощування і відгодівлю може бути виділено не більше 100 голів:

$$x_{10} \leq 100.$$

*IV група обмежень.*

21. Поголів'я на кінець року (всього) повинно бути не менше ніж на початок року:

$$x_{27} + x_{28} + \dots + x_{32} \geq x_1 + x_2 + \dots + x_6.$$

22. В тому числі корів:

$$x_{27} \geq x_1.$$

*V група обмежень* фіксує додаткові умови.

23. Вихід теличок (приплід):

$$x_{11} = 0,5x_1 + 0,26x_2.$$

24. Вихід бичків (приплід):

$$x_{12} = 0,5x_1 + 0,26x_2.$$

25. Вибракування корів:

$$x_{13} = 0,25x_1.$$

26. Вибракування племінних телиць народження позаминулого року:

$$x_{17} = 0,12x_2.$$

27. Вибракування телиць народження минулого року:

$$x_{18} = 0,05x_4.$$

28. У населення на кінець року повинно бути 50 бичків:

$$x_{32} = 50.$$

29. Продаж бичків (приплід) іншим господарствам:

$$x_{25} = 30.$$

30. Продаж теличок (приплід) іншим господарствам:

$$x_{26} = 338.$$

Середньорічне поголів'я корів ( $x_{33}$ ):

$$x_{33} = 0,5 * (x_1 + x_{27}).$$

*VI групою обмежень* передбачається обов'язкове виконання намічених господарством планів.

31. Реалізація молока, ц:

$$40,9x_{33} = 65500.$$

32. Реалізація м'яса, ц:

$$2x_{17} + 1,5x_{18} + 0,53x_{19} + 4,69x_{20} + 0,5x_{21} + 0,4x_{22} + 3x_{23} = 2600.$$

33. Продаж племінних телиць племоб'єднанню:

$$x_{24} = 200.$$

*Цільова функція* – максимум товарної продукції тваринництва грн.:

$$Z_{\max} = 370x_{17} + 277,5x_{18} + 98,1x_{19} + 867,7x_{20} + 92,5x_{21} + 74x_{22} + 555x_{23} + \\ + 630x_{24} + 124,6x_{25} + 71,2x_{26}.$$

**Аналіз результатів рішення.** Після розв'язання задачі визначено оптимальний оборот стада (табл. 2). Поголів'я худоби зростає за рік з 3350 до 3387 гол., або на 1,1 %. Кількість корів практично не зростає, так як господарство має стабільне поголів'я (ця умова реалізується в моделі через показники по реалізації молока).

У відповідності з відсотком вибракування тварин і угодами на продаж м'яса буде реалізовано 1161 голова загальною масою 2600 ц. Всього продукції тваринництва буде реалізовано на суму 2967,3 тис. грн., в тому числі на 2331,7 тис. грн. молока.

## 2. Оптимальний оборот стада великої рогатої худоби

Статєво-вікові групи	Поголів'я на початок року, ГОЛ.			Реалізація на м'ясо			Продаж племоб'єднанню		Інше вибуття, ГОЛ.	
	Поголів'я, підходжєтє з	Інших груп, ГОЛ.	Інше вибуття в інші групи, ГОЛ.	ГОЛІВ	жива маса 1	жива маса,	ГОЛІВ	Ц	Інше вибуття, ГОЛ.	ГОЛ.
Корови	16	40	40							16
Нетелі	00	3	0							03
Телиці народження поза минулого року	32	47	40							38
Телиці народження минулого року	0	1	3	64	20	12				8
Бички і кастрати	53	47	40	45	15	60	20	40		
Доросла худоба на відгодівлі	80	40	40	40	0	24	0	0		56
Телята народження планового року	0	0	0	40	53	18				0
Поголів'я на дорощуванні і відгодівлі у населення за угодами	45	17	10	51	46	76			36	
		66	0	2	9	21			8	78
		0	0	10	41	2				6
	50	10	0	0	30	30				50
		0			0	0				
Всього	33	31	13	11	-	26	20	40	36	33
	50	40	74	61		00	0	0	8	87



При розв'язанні на ЕОМ спеціаліст змінюючи окремі данні (відсоток вибракування, продуктивність тварин і т. д.), може розрахувати декілька варіантів і вибрати найкращий з урахуванням конкретних умов господарства. Для цього достатньо внести коректування в модель, не змінюючи її в цілому, так як відображені в ній зв'язки в основному постійні.

## **ЛЕКЦІЯ № 10**

### ***Оптимальне використання (розподіл) кормів у господарстві***

#### **1. Постановка економіко-математичної задачі.**

Питання оперативного планування використання кормів, які заготовлені на стійловий період, представляють практичний інтерес. Оптимальний план повинен забезпечити найбільш раціональний розподіл запасів кормів між статеві віковими групами і видами худоби з одночасним визначенням раціонів для кожної групи. При цьому необхідно знати, які корми слід докупити або продати (обмінити), а також скільки кормо-днів доцільно утримувати тварин для отримання максимальної кількості продукції тваринництва.

Бажаним *критерієм оптимальності* є максимум валової продукції тваринництва.

У відповідності з постановкою задачі в моделі будуть наступні групи *змінних*:

- види кормів і кормових добавок, з яких складають оптимальні раціони для груп худоби і птиці, які враховуються;
- кормо-дні перебування тварин у господарстві;
- корми, що купуються або продаються (обмінюються).

Перші дві групи змінних диференціюють за статеві-віковими групами і видами худоби та птиці. Вони формують разом з обмеженнями по структурі кормових раціонів окремі блоки моделі. Таких блоків стільки, скільки груп і видів тварин враховується в задачі. Таким чином, модель оптимізації плану використання кормів має блочну структуру.

В моделі враховуються всі умови, які впливають на структуру використання кормів, що знаходить відображення в наступних групах *обмежень*:

- по поживним речовинам;
- відношенню окремих груп і видів кормів в існуючих групах;
- кормо-дням перебування окремих груп і видів худоби у господарстві;
- оптимальному розподілі (використанні) кожного виду корму з урахуванням можливої купівлі і (або) продажу;
- використанню коштів на купівлю недостатніх кормів.

Перші дві групи обмежень присутні в кожному блоці, і з їх допомогою визначаються оптимальні норми годівлі відповідної групи або виду худоби. Три останні групи є *обмеженнями з'єднувального блоку* і забезпечують пов'язання всіх умов у моделі.

Для запису вказаних груп умов повинні бути відомі наступні *техніко-економічні коефіцієнти і константи* :

- вміст поживних речовин в 1 кг кормів і добавок;
- потреба в поживних речовинах у розрахунку на 1 кормо-день кожної групи або виду худоби;
- допустимі межі (інтервали) потреби в корм.од. по групам кормів для кожної групи або виду худоби;
- допустимі межі (інтервали) утримання окремих груп або видів худоби в господарстві у кормо-днях;
- кошти, які виділяються на закупівлю недостатніх кормів;
- ціни на всі види кормів, що купуються або продаються.

Коефіцієнтами цільової функції є показники вартості продукції в розрахунку на 1 кормо-день за всіма групами і видами худоби, які враховуються.

*Вихідна інформація для побудовання числової моделі.*

Необхідно розробити оптимальний план використання заготовлених у господарстві кормів. Критерій оптимальності – максимум валової продукції

тваринництва. В господарстві утримують два види худоби – молочне стадо корів і свині на відгодівлі. Молочне стадо необхідно утримувати не менше 400 тис. кормо-днів, а свиней – не менше 150 тис. і не більше 250 тис. кормо-днів.

Добовий раціон корови живою масою 420 кг з надоєм 11 кг молока жирністю 3,8 % повинен містити: к.од. – не менше 9,5, перетравного протеїну – не менше 1005 г. За рахунок концентратів у раціоні повинно бути не менше 2 і не більше 3,5 к.од., грубих – від 2 до 4, силосу – не менше 4 к.од. Вартість продукції в розрахунку на 1 кормо-день корови становить 3,85 грн. ( $11 \cdot 0,35$  – закупівельна ціна 1 кг молока).

На кожний кормо-день свиней на відгодівлі витрачається 2,5 кг к.од. і 272 г ПП, причому за рахунок концентратів – не менше 1,8 і коренеплодів – не менше 0,7 к.од. Вартість продукції на 1 кормо-день свиней становить 0,9 грн. ( $0,45 \cdot 2$ , де перше число означає приріст живої маси на 1 голову свиней, кг, друге – закупівельну ціну 1 кг).

Види заготовлених кормів, їх кількість і вміст поживних речовин у них подані в таблиці 1

#### 1. Інформація по заготовленим у господарстві кормам

Корми	Кількість, т	Міститься в 1 кг	
		к.од.	ПП, г
Зерно фуражне	300	1,2	110
Комбікорм	1000	1,1	125
Сіно	3600	0,5	48
Силос	12000	0,15	14
коренеплоди	1300	0,12	9

Господарство може додатково придбати комбікорм по 14 грн. за 1 ц і реалізувати надлишок сіна, якщо такий буде, по 50 грн. за 1 т. На придбання кормів виділено 50 тис. грн.

#### 2. Розробка числової моделі.

У відповідності з умовами задачі введемо змінні величини:

$x_1$  – зернофуражне на корм коровам, кг;

$x_2$  – комбікорм для корів, кг;

$x_3$  – сіно для корів, кг;

$x_4$  – силос для корів, кг;

$x_5$  – кормо-дні корів;

$x_6$  – зерно фуражне на корм свиням, кг;

$x_7$  – комбікорм для свиней, кг;

$x_8$  – коренеплоди для свиней, кг;

$x_9$  – кормо-дні свиней на відгодівлі;

$x_{10}$  – комбікорм, що купують, ц;

$x_{11}$  – надлишок сіна, що реалізується, т.

Модель буде складатися з двох блоків, перший з яких призначений для оптимізації кормового раціону корів, а другий – свиней.

Основні обмеження служать для запису умов по балансам поживних речовин. Так, в першому блоці обмеження по к.од. для корів матиме вигляд:

$$1. \quad 1,2x_1 + 1,1x_2 + 0,5x_3 + 0,15x_4 \geq 9,5x_5,$$

де техніко-економічні коефіцієнти при перемінних з  $x_1$  до  $x_4$  відображають вміст к.од. в 1 кг відповідних кормів для корів, а коефіцієнт при перемінній  $x_5$  відображає потребу в к.од. в розрахунку на 1 кормо-день корови. Зміст цього обмеження полягає в тому, що загальний вихід к.од. від усіх кормів, які згодуються корові, повинен бути не менше 9,5 в розрахунку на кожний кормо-день, а кількість кормо-днів є величиною перемінною і визначається в результаті розв'язання задачі на ЕОМ.

Якщо перенести в ліву частину нерівності  $9,5x_5$ , отримаємо

$$-1,2x_1 - 1,1x_2 - 0,5x_3 - 0,15x_4 + 9,5x_5 \leq 0.$$

2. Аналогічно записують по перетравному протеїну для корів:

$$-110x_1 - 125x_2 - 48x_3 - 14x_4 + 1005x_5 \leq 0.$$

Математичний запис обмежень по поживним речовинам матиме вигляд

або після перетворення

де  $i$  – номер (або індекс) обмежень;

$I_1$  – множина, яка включає номери обмежень по поживним речовинам;

$j$  – номер перемінної;

$A$  – множина, яка включає номери перемінних, які позначають види кормів;

$R$  – множина, яка включає номери перемінних, які позначають види і групи тварин (в кормо-днях);

$r$  – номер перемінної, яка позначає види і групи тварин;

$x_{jr}$  – перемінна, яка позначає шукану кількість корму  $j$ -того виду, який йде на корм  $r$ -й групі худоби;

$x_r$  – перемінна, яка показує кількість кормо-днів перебування у господарстві  $r$ -ї групи тварин;

$v_{ijr}$  – техніко-економічний коефіцієнт, який показує вміст  $i$ -тої поживної речовини в одиниці  $j$ -того виду корму, який згодовується  $r$ -тому виду або групі тварин;

$a_{ir}$  – техніко-економічний коефіцієнт, який означає потребу в  $i$ -тій поживній речовині в розрахунку на 1 кормо-день  $r$ -тої групи або виду худоби.

3. З допомогою другої групи обмежень записують умови по окремим групам кормів для корів. Так, третє обмеження – “концентратів для корів не менше” – має вигляд:

$$1,2x_1 + 1,1x_2 \geq 2x_5, \quad \text{або} \quad -1,2x_1 - 1,1x_2 + 2x_5 \leq 0.$$

4. Умову – “концентратів для корів не більше” можна записати так:

$$1,2x_1 + 1,1x_2 \geq 3,5x_5, \quad \text{або} \quad 1,2x_1 + 1,1x_2 - 3,5x_5 \leq 0.$$

5. Так само записують умови по грубим кормам:

$$0,5x_3 + 2x_5 \leq 0.$$

6.  $0,5x_3 - 4x_5 \leq 0.$

7. Останнє обмеження в першому блоці - по силосу:

$$0,15x_4 \geq 4x_5 \quad \text{або} \quad -0,15x_3 + 4x_5 \leq 0.$$

Техніко-економічні коефіцієнти при перемінній  $x_5$  позначають межі вмісту кормових одиниць у відповідних групах кормів в розрахунку на 1 кормо-день.

Математично записати умови по к.од. для окремих груп кормів можна наступним чином:

де  $I_2$  – множина, яка включає номери обмежень по кормовим одиницям для окремих груп кормів.

Таким чином, перший блок моделі включає 5 перемінних і 7 обмежень.

Аналогічно записують обмеження другого блоку, в якому визначають оптимальний раціон свиней на відгодівлі. Цей блок включає 4 перемінних (з  $x_6$  до  $x_9$ ) і 4 обмеження (з 8-го до 11-го).

8. Обмеження по к.од. для свиней має вигляд:

$$-1,2x_6 - 1,1x_7 - 0,12x_8 + 2,5x_9 \leq 0.$$

9. Обмеження по перетравному протеїну для свиней записується так:

$$-110x_6 - 125x_7 - 9x_8 + 272x_9 \leq 0.$$

10. Запишемо обмеження по концентратам і коренеплодам для свиней:

$$-1,2x_6 - 1,1x_7 + 1,8x_9 \leq 0.$$

11.  $-0,12x_8 + 0,7x_9 \leq 0.$

12. В умовах з'єднувального блоку є обмеження по кількості кормо-днів перебування корів і свиней в господарстві.

Дванадцятье обмеження має вигляд:

$$x_5 \geq 400000.$$

13.  $x_9 \geq 150000.$

14.  $x_9 \leq 250000.$

Математичний запис умов по числу кормо-днів перебування тварин у господарстві має вигляд:

де  $I_3$  – множина, яка включає номери обмежень по кормо-дням перебування тварин у господарстві;

$B'_{ir}$  і  $B''_{ir}$  – константи, які позначають нижні та верхні межі перебування  $r$ -ї групи або виду худоби у господарстві.

Наступна група умов з'єднувального блоку відноситься до розподілу наявних запасів кормів між включеними у модель групами і видами худоби з урахуванням можливої купівлі недостатніх і реалізації надлишкових.

15. Обмеження по розподілу фуражного зерна:

$$x_1 + x_6 \leq 300000.$$

де перемінні позначають об'єм згодованого фуражного зерна відповідно коровам і свиням, а константа 300000 показує його запас у господарстві (кг).

16. Наступне обмеження відображає використання (розподіл) комбікорму з урахуванням можливої його купівлі:

$$x_2 + x_7 \leq 1000000 + 100x_{10}, \quad \text{або} \quad x_2 + x_7 - 100x_{10} \leq 1000000,$$

де  $100x_{10}$  означає можливе збільшення наявного запасу комбікорму понад 1000 т.

17. Використання сіна з урахуванням його можливого продажу:

$$x_3 \leq 3600000 - 1000x_{11}, \quad \text{або} \quad x_3 + 1000x_{11} \leq 3600000.$$

де  $1000x_{11}$  - об'єм запланованого до продажу сіна в тонах, знак “-” показує. Що наявний в господарстві запас сіна при цьому зменшиться.

В наступних двох обмеженнях (18 і 19) відображене використання силосу і коренеплодів:

18.  $x_4 \leq 12000000.$

19.  $x_3 \leq 1300000.$

Математичний запис умов по використанню (розподілу) окремих видів кормів має вигляд:

або

де  $I_4$  – множина, яка включає номери обмежень по розподілу кормів;

$D_j$  – константа, яка означає запас  $j$ -того корму в господарстві;

$x'_j$  – перемінна, яка показує розмір купівлі  $j$ -того корму;

$x''_j$  – перемінна, яка визначає розмір продажу надлишку  $j$ -того виду корму.

Останнє обмеження, яке відноситься до умов з'єднувального блоку, визначає використання матеріально-грошових засобів на придбання кормів з урахуванням засобів, отриманих від продажу їх надлишків:

$$20. \quad 14x_{10} \leq 50000 + 50x_{11}, \quad \text{або} \quad 14x_{10} - 50x_{11} \leq 50000,$$

де коефіцієнти при перемінних  $x_{10}$  і  $x_{11}$  показують відповідно ціни купівлі 1 ц комбікорму і продажу 1 т надлишків сіна. Константа 50000 позначає розмір коштів, які господарство виділяє на придбання кормів, який може зрости на величину засобів, отриманих від реалізації надлишків сіна, тобто на  $50x_{11}$ .

Математичний запис цієї групи умов має вигляд:

де  $I_5$  – множина, яка включає номери обмежень по використанню матеріально-грошових засобів на купівлю кормів;

$S$  – константа, яка вказує розмір виділених коштів;

$s^i$  та  $s''^i$  – техніко-економічні коефіцієнти, які позначають ціни придбання і реалізації кормів за одиницю.

Критерієм оптимальності в даній задачі є максимум виходу продукції тваринництва в грошовому виразі. Цільова функція має вид:

$$3,85x_5 + 0,9x_9 \Rightarrow \max,$$

де 5,5 і 2,25 – коефіцієнти цільової функції при перемінних, які позначають кормо-дні перебування корів і свиней у господарстві, які показують вартість валової продукції на 1 кормо-день корів і свиней на відгодівлі.

Математичний запис цільової функції має вид:

де  $C_r$  – коефіцієнт цільової функції, який відображає вартість продукції в розрахунку на 1 кормо-день  $r$ -ї групи або виду тварин.

Модель оптимізації плану використання кормів наведена в таблиці 2.

Результати розв'язання задачі подані в таблиці 3.

Як бачимо, господарство в змозі утримувати більше великої рогатої худоби, ніж було задано умовами. По оптимальному рішенню тривалість утримання корів повинна зрости до 450 тис. або на 50 тис. кормо-днів. Кормо-



дні перебування свиней за оптимальним варіантом склали 222857. цей показник знаходиться в межах мінімуму і максимуму. В оптимальному варіанті корми повністю використовуються. Необхідна додаткова закупівля комбікорму в кількості 18,9 т, на що необхідно витрати 2,65 тис. грн. з 50 тис., які виділені на придбання недостатніх кормів.

Вартість продукції тваринництва за оптимальним планом 1933,1 тис. грн.

### 3. Оптимальний розподіл кормів

Показники	Корови	Свині	Всього
Кормо-дні перебування у господарстві:	Не менше	150000 –	
за умовами	400000	250000	
за результатами оптимального розв'язання на ЕОМ	450000	222857	-
Розподіл кормів, т:			
зерно	300	-	300
комбікорм	627,6	391,3	1018,9
сіно	3600	-	3600
силос	12000	-	12000
кормові коренеплоди	-	1300	1300
Вартість продукції тваринництва, тис. грн.	1732,5	200,6	1933,1

В результаті розв'язання задачі на ЕОМ поряд з оптимальним використанням і розподілом кормів по видам худоби отримали також оптимальні норми витрат кормів для корів і свиней.

Двоїста оцінка 18-го обмеження (по розподілу силосу) – 0,144. Це значить, що при збільшенні об'єму цього корму на 1 кг вартість валової продукції збільшиться на величину двоїстої оцінки, тобто на 14,4 коп. Ця оцінка пов'язана з оцінкою 7-го обмеження, яка дорівнює 0,96, - використання кожної додаткової кормової одиниці силосу збільшить функціонал на 96 коп. Дійсно, 1 кг силосу містить 0,15 к.од. (0,96/0,144).

## *ЛЕКЦІЯ № 11*

### *Організація праці в молочному скотарстві*

Організація праці в молочному скотарстві тісно пов'язана з технологією виробництва, яка застосовується на фермі чи комплексі.

До загальних принципів організації технологічних процесів відносяться їх пропорційність, погодженість, ритмічність або рівномірність, неперервність або потоковість.

Пропорційність стосовно процесів виробництва полягає в раціональному розміщенні людей і механізмів на окремих операціях робочого процесу. Тобто таким чином щоб кожен робітник виконував лише належну йому роботу, що дає змогу підвищити кваліфікаційний рівень кадрів і звідси продуктивність праці.

Погодженість визначається виконанням окремих операцій в суворо відведений для цього час. Принцип погодженості окремих операцій враховують при визначенні режимів роботи всього комплексу і окремих виробничих процесів. Погодженість операцій, що визначають ритмічність виробництва всього підприємства по виробництву молока включає:

1. Отримання телят від корів основного стада і нетелей, у тому числі всього приплоду за рік і щомісячне його надходження.
2. Вирощування загальної кількості ремонтних телиць з врахуванням вибракування тварин за рік і щомісячного надходження телиць.
3. Вирощування загальної кількості неперевіраних первісток і нетелей з врахуванням вибракування тварин за рік і щомісячного надходження неперевіраних первісток і нетелей.
4. Введення первісток в стадо за рік з врахуванням вибракуванням корів і щомісячного надходження первісток.
5. Середньорічну структуру стада.
6. Загальну кількість технологічних груп і їх кількість по цехам.
7. Комплектування поголів'я цехів з врахуванням їх розміру, розміру технологічних груп і циклу виробництва.

8. Такту підприємства.
9. Його ритму.
10. Добове, місячне і річне виробництво на корову і його валове виробництво в даному підприємстві.

При цьому погодженість окремих виробничих процесів передбачає погодження в часі процесів годівлі, доїння, осіменіння корів, гноєприбирання.

Ритмічність або рівномірність виробництва і його об'єм за одиницю часу характеризує основу технологічного процесу. Часова характеристика процесу – такт процесу. Ритм може виражатися кількістю виробленого молока, осіменених корів або корів що розтелились, поголів'ям новонароджених телят. Такт в свою чергу визначає часову характеристику: доба, тиждень, декада, місяць...

Потоковість або неперервність виробництва обумовлює циклічне отримання продукції в часі, що добре відображається в такому технологічному документі як циклограма.

Зрозуміло, щоб всього цього досягти необхідно чітко налагодити організацію виробничого процесу виробництва кінцевого продукту.

### **Технологія виробництва молока**

ТЕМА. Робоче моделювання технологічного процесу виробництва молока

Що являє собою робочий процес виробництва молока на тваринницькому підприємстві?

Це сукупність всіх операцій пов'язаних з виробництвом кінцевого продукту – молока.

В робочому процесі можна вибілити 4 основних складових, що обумовлено їх складністю, розгалуженістю. Кожна із цих 4 частин в свою чергу може розподілятися на підпункти і окремі складові частини, тобто операції (робочі).

Запишемо приблизну схему робочого процесу (один з можливих варіантів).

I з 4 частин – це годівля, можна розділити на 2 підпункти:

1) Годівля концентрованими кормами:

- а) доставка концентрованих кормів;
- б) приготування концентрованих кормів;
- в) роздавання концентрованих кормів.

2) Годівля об'ємними кормами:

- а) чищення годівниць і підготовка до годівлі;
- б) навантаження кормів;
- в) доставка;
- г) скидання корму на стрічковий транспортер;
- д) роздавання;
- е) обслуговування і контроль за роботою кормової лінії;
- є) інші роботи, пов'язані з годівлею.

II – Доїння.

1) Підготовка до доїння:

- а) відкривання і закривання загород;
- б) випуск корів із боксів;
- в) перегін корів на пере доїльний майданчик.

2) Власне доїння:

- а) впуск корів у доїльне приміщення;
- б) підмивання і дезінфекція вимені;
- в) здоювання перших цівок молока;
- г) надівання стаканів;
- д) знімання і перенесення доїльних стаканів;
- е) контроль за доїнням;
- є) ручне і машинне додоювання;
- ж) випуск корів із доїльного приміщення.

3) Заключні роботи після доїння:

а) промивання і очищення доїльної апаратури;  
б) миття, прибирання доїльного приміщення, перед- і після-доїльного майданчиків;

в) миття і прибирання молочного відділення;

г) інші і нерегулярні роботи при доїнні.

III частина – прибирання гною.

1. Згрібання гною в підпільне сховище.

2. Змивання гною

3. Підмітання проходів.

4. Інші роботи.

5. Простоювання.

IV – інші і нерегулярні роботи.

1. Простоювання.

2. Особиста гігієна, включаючи перевдягання.

3. Перерва в роботі.

4. Контроль за станом здоров'я тварин.

5. Виявлення корів в охоті.

6. Допомога при ветеринарних заходах.

7. Профілактика і ремонт ліній доїння.

8. Профілактика і ремонт ліній годівлі.

9. Інші нерегулярні роботи.

Якщо розглядати проектування робочого процесу на МТФ, то воно може мати наступний вигляд.

1. З'ясовують і погоджують характеристику виробничої зони ферми. Спосіб, система утримання, застосування доїльної установки певної марки, зберігання молока. Потреба в машинах та обладнанні в залежності від того які операції планується механізувати. Видалення гною. Пункт штучного осіменіння.

2. Характеристика робочого процесу. Визначають виробничу мету – отримання високоякісного молока. Розраховують середньорічний надій на одну

корову, враховують вміст жиру. Зазначають загальні витрати робочого часу за рік і в розрахунку на одну тварину, норму обслуговування на одного постійного робітника і кількість постійних робітників.

Корми – які вирощують в умовах господарства, які закупають? Як зберігають? Що роблять з гноєм? Чим цистернами вивозиться на поле, чи на причепах в гноєсховища.

### 3. Характеристика робочого місця і умов праці.

Кадри, які працюють на фермі, їх . поголів'я худоби . якої породи буде використовуватися. Які виробничі приміщення основного призначення і допоміжного необхідні для МТФ при заданих параметрах виробничого процесу.

Засоби механізації які складають самостійні лінії для окремих робочих процесів.

Які корми будуть використовуватися для годівлі худоби, який режим їх згодовування. Наприклад, концентровані суміші згодовують коровам під час доїння.

4. Зміст робочого процесу. Робочий процес при певному способі утримання корів з врахуванням інших моментів буде включати в собі окремі роботи, групи робіт і прийомів які зараз розглянемо.

#### 4.1.Проектування годівлі.

Знаючи потреб тварин в кормах, виходячи з рівня продуктивності та характеристик породи, можна визначити загальну потребу в кормах по господарству. З'ясовують групи види кормів та потребу в них. Виходячи з цього проводять організацію кормової бази господарства.

Організацію кормової бази можна відобразити такою схемою.

#### **Джерела отримання кормів:**

1. Польове кормовиробництво.
2. Природні кормові площі.
3. Виробництво комбикормів, кормових добавок і вітамінів.

#### 4. Відходи харчової промисловості.

##### Виробничий цикл кормо виробництва:

1. Вирощування зернофуражних і кормових культур.
2. Виробництво і приготування кормів.
3. Зберігання кормів.
4. Раціон і тип годівлі.

Більш детально розглянемо другий пункт – виробництво і приготування кормів. З врахуванням інтенсифікації кормо виробництва розглядають наступні пункти:

1. Структура кормо виробництва.
2. Технологія кормо виробництва.
3. Меліорація і хімізація кормових
4. Організаційно-економічні заходи.
5. Насіноведення і сортооновлення.
6. Система машин і обладнання.
7. Впровадження досягнень науки і передового досвіду

В свою чергу 4 пункт організаційно-економічні заходи розподіляється на ряд підпунктів:

- 4.1. Планування.
- 4.2 Технологічне керівництво.
- 4.3. організація виробництва і праці.
- 4.4. Розміщення і спеціалізація виробництва.

За схемою робочого процесу ми розглядали 2 підпункти в годівлі: годівля концентрованими кормами і годівля об'ємними кормами. Розглянемо їх. Знову ж таки все залежить від схеми технологічного процесу виробництва молока на певній фермі. Наприклад, якщо застосовується доїльна установка, то концкорми доїльним коровам подають безпосередньо в годівниці доїльної установки. В цьому випадку все виконується механізовано, автоматично, і витрати часу (робочого) на годівлю концентрованими кормами не враховуються.

### **Годівля об'ємними кормами.**

При годівлі об'ємними кормами проектуємі затрати робочого часу можуть відповідати затратам праці при використанні кормового раціону, який складається в зимовий період із силосу, а в літній – із зеленого корму. Розбивають годівлю об'ємними кормами на окремі робочі операції і визначають проектуємі добові витрати часу для всієї виробничої зони ферми і в розрахунку на одну корову. Для цього проводять хронометраж, або використовують готові середні дані численних хронометражних досліджень, які узаконені у нормативах витрат часу і затрат праці на кожну операцію.

Таким чином для розрахунків можна брати встановлені дані норм витрат часу на виконання тієї чи іншої операції. Іноді доводиться самостійно визначати витрати часу. Наприклад, при зміні відстані між виробничим приміщенням і кормовим двором. На основі таких даних проводять різного роду розрахунки. Наприклад, норми виробітку для трактористів – машиністів встановлюють за залежністю (стр.9).

## ***ЛЕКЦІЯ № 12***

### ***Технологія виробництва молока***

Сучасна технологія виробництва молока ґрунтується переважно на біологічних, інженерних та економічних знаннях. І зрозуміло, якщо ці науки обумовлюють і визначають, що необхідно робити для одержання молока, тоді технологія, яка акумулює необхідні їй положення цих наук, а також надбаний практичний досвід, відповідає на запитання, як і що потрібно робити, щоб одержати молоко в процесі виробництва з найбільшою ефективністю.

Технологією виробництва молока на фермі докладно визначається кількість і якість тварин, параметри всіх операцій, а також послідовність і тривалість їх виконання обслуговуючим персоналом.

Характерною особливістю інтенсифікації виробництва молока на промисловій основі є його висока ефективність і поліпшення умов праці. За рахунок чого це досягається? За рахунок спеціалізації виробництва,



концентрації поголів'я худоби на фермах до оптимальних розмірів, рівномірного протягом року одержання молока, потоковості, економічності технологічних операцій і високого рівня їх механізації та автоматизації, раціональної спеціалізації праці робітників і високої їх продуктивності.

Яким показником характеризується рівень ефективності технології виробництва молока: валова кількість та якість молока, у розрахунку на все поголів'я, а також у розрахунку на 1 корову, собівартість і затрати праці у розрахунку на 1 ц молока, окупність капіталовкладень. При цьому слід відмітити, що дешеве молоко можна отримувати як на великих спеціалізованих, так і на порівняно малих за кількістю поголів'я фермах.

Але все ж таки на вашу думку же ж все таки більш вигідне молоко (на великих чи на невеликих фермах).

На сучасних молочних фермах промислового типу завдяки рівномірності отелень молоко одержують протягом року порівняно рівномірно. Крім того така спеціалізація сприяє значно ефективніше використовувати обслуговуючий персонал, виробничі приміщення.

Вже відмічали. Організація потоковості виробничого процесу, його безперервність – найбільш важливі й характерні особливості кожного підприємства промислового типу, у т. ч. і тваринницького підприємства, яке застосовує промислову технологію виробництва певного виду тваринницької продукції, у нашому випадку це – виробництва молока.

Наведіть приклади потоковості, циклічності, комплектування технологічних груп тварин у міру їх отелень, при доїнні корів в різних доїльних залах. Які переваги принципу потоковості, що вона дозволяє, які її позитивні сторони. Принцип потоковості дозволяє краще організувати працю тваринників, і взагалі підвищує ритмічність і ефективність виробництва в цілому. І тому не дивно, що високих надоїв (на рівні 5-6 тис. кг молока у середньому на корову за рік) і продуктивності праці персоналу (до 1,0-1,2 люд.-год. на ц молока), зниження собівартості продукції досягає саме на великих механізованих фермах промислового типу, завдяки повноцінній годівлі худоби,

цілеспрямованій племінній роботі, ефективному використанню машин і обладнання, суворому дотриманню технології і чіткій організації праці.

Давайте пригадаємо, що ви пам'ятаєте про поточно-цехову технологію виробництва молока. Які існують цехи? Наприклад, цех отелення, які він містить секції або які періоди він включає.

При різних технологіях виробництва молока корови завжди потребують регулярної годівлі і доїння, їм необхідно організовувати відпочинок, видаляти гній із зони відпочинку.

І звісно з цим пов'язані такі визначальні вузлові елементи технології як вибір способу годівлі, доїння, утримання, метод організації відпочинку тварин, спосіб видалення гною. На цій основі класифікують утримання молочних корів у літній і зимовий періоди.

Утримання буває прив'язне, безприв'язне; останнє в свою чергу підрозділяють на: боксове, комбібоксове, утримання на глибокій підстилці, змінно-групове.

Зрозуміло, що на рівень ефективності промислової технології виробництва молока впливає велика кількість факторів, один з яких економне витрачання кормів на його одержання.

Економія кормів в свою чергу можливе лише за умови нормованої годівлі тварин. А оскільки визначити індивідуальну потребу в кормах для кожної тварини не можливо, то викликає необхідність в створенні певних груп тварин іншими словами у диференційованому утриманні корів залежно від їх продуктивності, фізіологічного стану, живої маси та віку. Ще чим це обумовлено – технічним обладнанням для роздавання кормів. Тобто кожна корова технологічної групи одержує середню норму корму, яку видано в годівницю кормороздавачем для всіх тварин з однаковою нормою.

У зв'язку з тим, що вище зазначені ознаки у корів з часом міняються, виникає необхідність у періодичному переміщенні тварин з однієї групи в іншу.

Прийнято декілька методів групування корів, кожен з яких має свої переваги і недоліки.

I Метод групування корів за фізіологічно-технологічними періодами. Цей метод, як ви знаєте, є найбільш поширеним. За цим методом корів поділяють на три групи:

1. Дійні (лактуючі) корови. Їх утримують, починаючи з 16-18 дня після отелення і до запуску. Близько 73-75 % всього маточного стада.

2. Сухостійні корови (тримають 50-55 днів)- починаючи від запуску і до 7-10 днів перед отеленням.  $\approx 15\%$  від усіх корів. В цю групу часто вводять нетелей семимісячного періоду тільності.

3. Корови у родильному відділенні – 7-10 дн. до і 16-189 дн. після отелення. 10-12% усього поголів'я корів.

II Метод – групування корів за величиною добових надоїв. Недолік - після проведення контрольних надоїв групи переформовують. Позитивний бік – найоптимальніший варіант нормування годівлі тварин. Частіше застосовується при безприв'язному утриманні. Тобто протягом свого міжотельного періоду тварина зазнає не менше 7-8 переміщень, тому його не можна признати раціональним.

III Метод. Формування дійних корів за періодом отелення. Недолік – великі відмінності у добових надоях.

IV Метод – метод формування постійних груп на фермі за продуктивністю. Тобто ділять тварин на первісток і кілька груп тварин старше другого отелення.

Як вам відомо I метод групування корів за фізіологічно-технологічними періодами втілений і розвинутий у потоково-цеховій системі утримання молочної худоби.

I цех (табл. технологічна циклограма руху корів) – цех для корів, яких запускають, сухостійний нетелей.

II цех – цех отелення.

Передродова секція – 28% від усіх скотомісць цеху. Після передвісників родів переводять у родову секцію (4% скотомісць). Через 10-24 год після

отелення переводять в секцію молозивних корів (утримують 4 дні – 16% скотомісць).

Секція новотільних корів – 11–14 днів.(52% скотомісць).

III цех – роздоювання та осіменіння – 25% скотомісць.

IV цех – цех основної лактації – 50% скотомісць.

Тут за рахунок нормованої годівлі намагаються якомога довше підтримати у корів раніше досягнутий рівень добових надоїв.

Разом з позитивними потоково-цехова система утримання має свої недоліки. Слідуючі: деякі недоліки у догляді за тваринами, що виникають при переведенні їх з одного цеху в інший; більші відмінності у корів однакового періоду отелення за добовими надоями і продуктивністю за лактацію, первістки та повновікові корови залучаються в один технологічний потік і утримуються разом. Все це створює деякі труднощі у диференційованій годівлі і утриманні корів різної продуктивності та віку.

На особливу увагу заслуговує модель технологічного процесу виробництва молока при вдосконалені потоково-цеховій системі групування корів з урахуванням їх віку і продуктивності за лактацію.

Поточно-цехова система застосовується на великих фермах. Тоді ж як запропонована система може застосовуватися і на малих фермах. Вона включає в себе основні положення потоково-цехової системи, а також методи групування корів за періодом отелення і за продуктивністю за лактацію, про які зазначалося раніше.

Дана система, при групуванні корів враховує їх вік, зводяться до мінімуму їх переміщення з одного корівника в інший, до того ж дуже важливий момент – обслуговуючий персонал може краще доглядати за тваринами. Будь-який корівник (чи то 7-рядний чи то 4-рядний) на фермі може стати автономним підрозділом.

За корівником закріплюють тварин, число обслуговуючого персоналу, технічне обладнання, машини по роздаванню кормів та видалення гною, доїльну техніку, вигульні, вигульно-кормові майданчики.

Тобто якщо ми маємо 4-рядний корівник , то можемо розмістити в ньому 8 технологічних груп.

Корови, яких запускають та сухостійні 25+25 голів.

Корови на роздоюванні та осіменінні 25+25 голів.

Корови після роздою (тобто після 100 днів лактації) 25+25+25+25 голів.

Для зручності догляду за тваринами та забезпечення нормованого і механізованого роздавання кормів на кожні дві технологічні групи тварин у корівнику виділяють по одному ряду стійл. Відповідно до кількості технологічних груп на вигульно-кормових майданчиках виділяють аналогічну кількість секцій.

Зрозуміло, що групування та строки переміщення корів відбуваються в кожному такому корівнику автономно. Кожні дві однорідні технологічні групи тварин, займаючи весь ряд стійл корівника, одержують призначений їй середній раціон за допомогою тракторного чи стрічкового кормороздавача.

Так, для корів у четвертому ряду стійл (сухостійні і ті, яких запускають) дають помірну кількість концентрованих кормів. Годівля корів у другому і третьому рядах стійл (дійні корови після 100днів лактації) помірно, ретельно нормується за рівнем і поживністю, щоб не допустити ожиріння корів, але підтримати досягнутий рівень добових надоїв у період роздоювання. Раціони тварин у першому ряду стійл (корови на роздоюванні та осіменінні), навпаки, підвищені, з великою часткою концентрованих та соковитих кормів. Вся молочна ферма складається з двох чи більшої кількості таких автономних корівників і родильного відділення.

При цьому один з корівників виконує роль контрольно-селекційного, у якого всі первістки для відбору в основне стадо оцінюються і перевіряються за власною молочною продуктивністю. Відібраних первісток після закінчення лактації з урахуванням їх фактичної продуктивності направляють для заміни вибракуваних корів в один з корівників ферми, де утримують корів другого отелення і старше. При цьому кожне з таких приміщень призначаються для

постійного складу корів з приблизно однаковим рівнем молочної продуктивності, зарахованим за 1 лактацію.

У родильному відділенні тварин утримують і групують так, як і за потоково-цеховою системою утримання, а після отелення корів повертають у той корівник, звідки вони поступили. Застосування удосконаленої потоково-цехової системи групування корів, порівняно з іншими, сприяє кращому нормуванню кормів за допомогою сучасних тракторних чи стаціонарних роздавачів. Вона враховує продуктивність корів у різні періоди лактаційної діяльності, вік тварин, а також продуктивність за всю лактацію. Застосування такого способу групування зводить до мінімуму переміщення корів і виключає недоліки в їх обслуговуванні, що сприяє підвищенню продуктивності тварин.

У результаті автономності основних технологічних операцій в кожному корівнику ферми і постійному закріпленню в ньому поголів'я за персоналом значно поліпшується перехід до орендної системи організації праці.

Але все ж таки, ви це знаєте і чітко розумієте, наукові дослідження і практичний досвід роботи багатьох ферм показує, що на тривалий період неможливо сформувати технологічні групи таким чином, щоб усі корови у кожній з них мали абсолютно однакові показники за добовим надоєм, живою масою, віком і стадією лактації. І як показують дослідження для підтримки навіть мінімальності однорідності групи корів необхідні їх переміщення з одного угруповання тварин в інше не менше трьох разів протягом міжотельного періоду. При цьому кожне з переміщень призводить до зниження продуктивності на 4-5%. Вірогідно, що з появою нових технологій і автоматизованих кормороздавальних машин, здатних видати різні види кормів кожній корові індивідуально, відпаде необхідність у складних методах групування тварин на фермі.

Поголів'я молочної худоби розміщують по цехам, залежно від фізіологічного стану. Розміщення корів по цехам в господарствах проводять виходячи з наявності приміщень, розміру ферм, а також технології утримання

худоби. При цьому з урахуванням вище зазначених умов можуть застосовувати чотири-цехову, три -, дво – структуру організації стада.

Варіанти утримання поголів'я худоби при  
потоково – цеховій системі виробництва молока

Варіант	Кільк. цехів	Цех	Тривалість утримання корів у цеху	Коефіцієнт розрахунку
I	4	Сухостою	50	0,137
		Отелення	30	0,082
		Роздою	70	0,192
		Виробництва молока	215	0,589
II	3	Сухостою і отелення	60	0,167
			90	0,244
		Роздою	215	0,589
		Виробництва молока		
III	3	Сухостою	50	0,137
		Отелення	30	0,82
		Роздою і виробництва молока	285	0,781
IV	2	Сухостою, отелення і роздою	150	0,411
		Виробництва молока	215	0,589
V	2	Отелення	30	0,082
		Роздою, виробництва молока і сухостою	335	0,918

В кожному цеху з урахуванням стадії лактації та часу запліднення створюють декілька технологічних груп корів. Для визначення кількості корів в кожній технологічній групі цеху необхідно розрахунковий коефіцієнт даного цеху помножити на поголів'я корів даної ферми (400, 600, 800, 1000, 1200 голів).

З'ясували, що найкраще розподіляти корів по чотирьох цехах, оскільки це забезпечує нормальну їх годівлю та специфічні умови утримання. 6-х цехову систему рекомендують впроваджувати на великих комплексах (800 корів і більше з безприв'язним їх утриманням). На фермах з прив'язним утриманням тварин, коли групу корів закріплюють за основною дояркою, більш виправданою вважають 3-х цехову систему. Чим це обумовлено? Така система зменшує кількість переведень корів з лактацію до трьох (цех сухостою, отелення та повернення в основну групу). Цех роздоює не застосовується, оскільки роздоює корів основна доярка. При цьому ліквідується знеособлення при одержанні молока майже за весь період лактації. До того ж зручніше стежити за відтворною здатністю тварин. На невеликих фермах (порівняно невеликих (400 – 600 корів) практикується поєднання цехів в одному приміщенні в різних комбінаціях залежно від їх розміру. При цьому в одному приміщенні об'єднують цехи роздою і виробництва молока, сухостою і отелення, отелення і роздою або всі три цехи. В цьому випадку для кожного цеху у корівнику виділяють окремі ряди стійл для тварин, де їм забезпечують оптимальні умови утримання та годівлю відповідно до фізіологічного стану і молочної продуктивності.

В умовах прив'язного утримання при доїнні корів в стійлі та доїльному залі найдоцільнішим є обладнання трьох цехів (за винятком цеху отелення) в одному приміщенні на 200 корів. При цьому методі групування корів переводять лише в родильне відділення.

Це дає можливість закріпити постійне поголів'я корів за окремою ланкою, уникнути знеособлення при обслуговуванні, забезпечити нормовану годівлю тварин різного фізіологічного стану, механізоване роздавання всіх



видів кормів. В таких умовах поліпшується я робота техніка по відтворенню, краще витримується технологія доїння корів.

Технологічну карту формування груп корів за названої організації потоково-цехової системи виробництва молока можна подати слідуючою схемою.

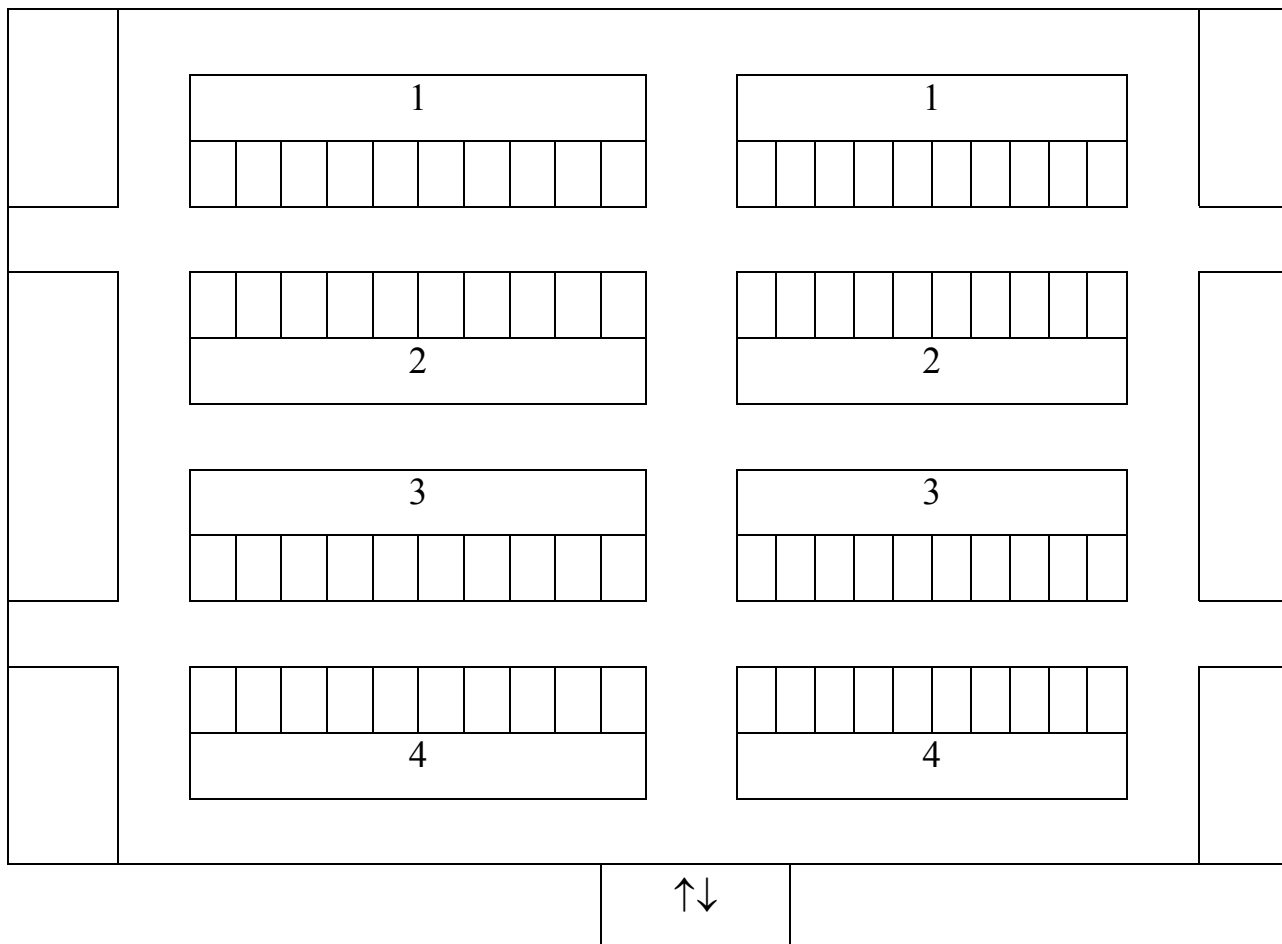


Схема розміщення у чотирирядному корівнику технологічних груп корів з прив'язним утриманням:

- 1 ряд – секції для роздою та осіменіння корів.
- 2 ряд – секції для корів на 4-6 міс. лактації.
- 3 ряд – секції для корів на 7-10 міс. лактації.
- 4 ряд – секції для сухостійних та корів у запуску.

Щодекадно 5-6 глибоко-тільних корів з секції сухостійних (4 ряд) переводять з цех отелення (родильне відділення) і таку ж кількість повертають з цеху отелення в групу роздою (1 ряд). У цій же групі до моменту

переведення корів з родильного відділення повинні пустувати не менше як 5-6 скотомісць .

За період утримання корів в цій групі (70 днів) всіх корів роздоюють до МАХ продуктивності і плідотворно осіменяють. В 2-му і 3-рядах корівника розміщують дійних корів 4-10-го міс. лактації, при цьому для кращої організації нормованої годівлі тварин розділяють за стадіями лактації: 2-й ряд – корови 4-6-го міс. лактації, 3-й ряд – 7-го та вище. В четвертому ряду формують групу тварин у запуску та сухостійних, звідки переводять в родильне відділення й цикл повторюється.

Зрозуміло, що стосовно великого значення формування виробничих (технологічних)груп корів набуває при безприв'язному утриманні та доїнні корів на доїльних установках (більше уваги, затрат часу, праці).

Групування корів по цехах за безприв'язного утримання можна проводити за слідуючою схемою (схема 1).

Не можливо за один день сформувати технологічну групу корів, тому розраховують показник тривалості формування або однорідності групи по часу отелення в днях за формулою:

$$T = \frac{30 * P}{K}$$

К , де

T – тривалість формування групи тварин, голів;

30 – кількість днів у місяці, днів;

P – розмір технологічної групи, голів;

K – кількість отелень корів за місяць = кільк корів \* вихід телят \* 30 днів

365

### Технологічна схема роботи цехів

Показник	Цехи			
	I сух.	II отел.	III розд.	IV вироб. мол.
Кількість скотомісць, % до загал. поголів'я	10-12 14	8-10 11	20-22 25	56-62 50
Тривалість утримання	50-60	20-25 { Дород. 7-8 Родова 1-2 Післяродова 12-15	90-100	180-200
Навантаження на оператора	100	60	25-30	50-100

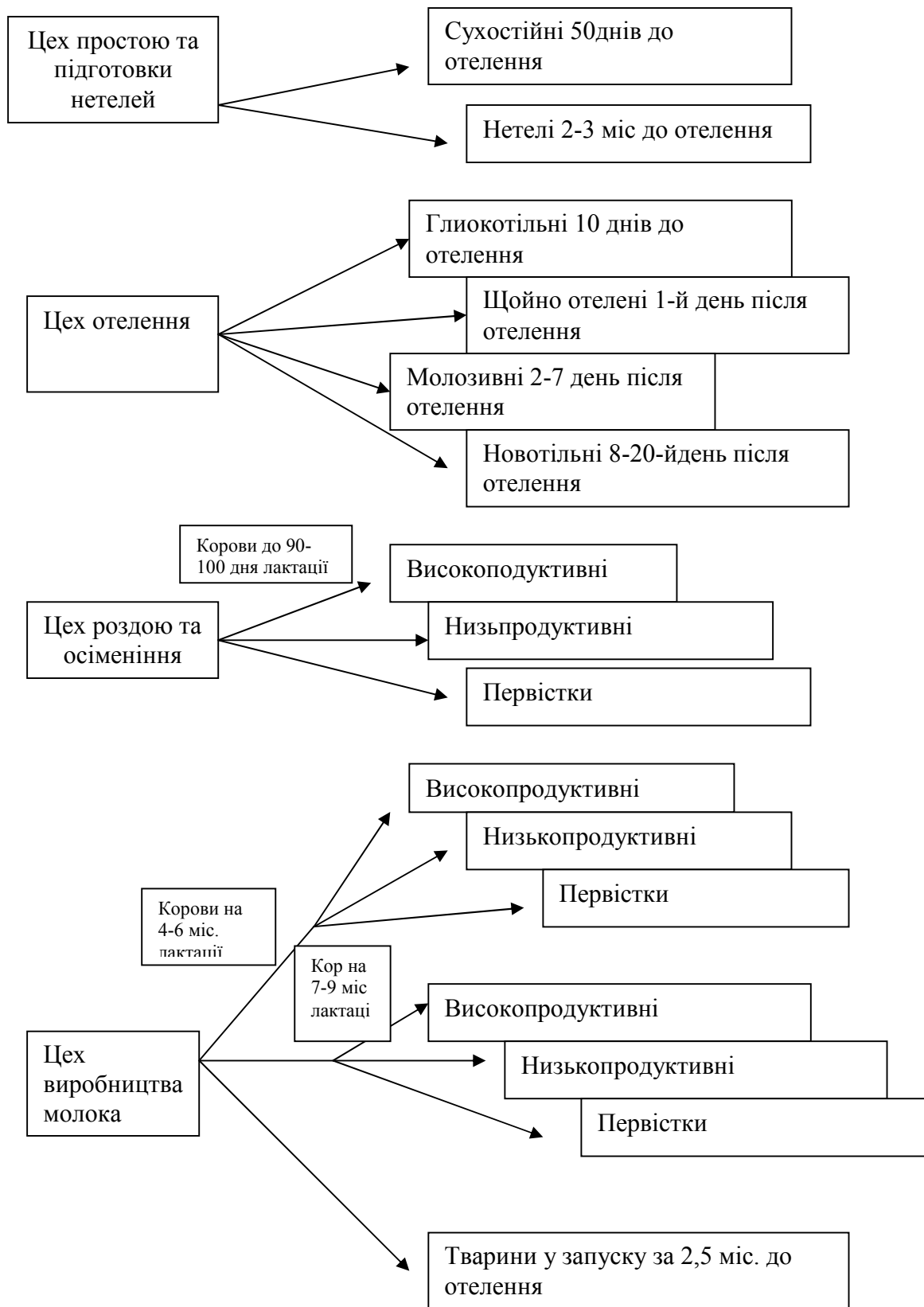


Схема 1

## ЛЕКЦІЯ № 13

### Модель вибракування корів

Моделювання застосовується також для розробки стратегій ремонту в неперервно функціонуючих тваринницьких підприємствах, як, наприклад, у випадку заміни корів у молочному стаді. Дана проблема аналогічна тій, яка виникає в промисловості при розробці оптимальної стратегії поновлення станочного парку на заводі. Гартнер і Герберт, а також Уолсингам, Едельстен і Брокінгтон застосували імітаційні моделі для дослідження, вибракування і ремонту молочного стада і популяції кроликів. Проблема ремонту стада добре піддається розв'язанню з допомогою метода динамічного програмування, і цим підходом скористувалися Уайт для описання ремонту стада несучок на підприємстві з виробництва яєць, а також Мак-Артур, Сміт, Стюарт та ін. Для досліджень стратегій ремонту молочних стад. Цей підхід нижче ілюструється дуже спрощеним, але показовим прикладом, запозиченим у роботі Тросбі.

Нехай  $g_i$  і  $h_i$  позначають відповідно річний прибуток і витрати, які пов'язані з утриманням молочної корови у віці  $i$  ( $i=0,1,2, \dots$ ), причому вік відраховується від початку від початку продуктивного життя тварини ( $i=0$ ). Нехай  $s_i$  – прибуток від вибракування корови у віці  $i$  та нехай ремонт відбувається лише у момент, близький до початку її продуктивного життя (тобто у віці  $i=0$ ). Кожного року можливі два наслідки:  $K$  – збереження у стаді, а  $R$  – вибракування і ремонт. Визначимо  $f_i$ , як оптимальну величину прибутку від утримання корови у віці  $i$ . Прийmemo, що  $g_i = h_i$  і  $f_i = 0$  для  $i > 5$ . Тоді  $f_i \geq 0$  для всіх  $i$ . Рекурентне співвідношення, яке визначає  $f_i$ , має вигляд

$$f_i = \max_{K, R} \left[ \begin{array}{l} K : g_i - h_i + f_{i+1} \\ R : s_i + g_0 - h_0 + f_1 \end{array} \right].$$

Припустимо, що  $g_i$ ,  $h_i$ , та  $s_i$  прийняли наступні значення:

$i$	$g$	$h$	$s$
0	4	2	2
1	7	3	3

2	10	3	5
3	9	4	7
4	6	4	9
5	5	4	6

При цьому рекурентні співвідношення матимуть вигляд

$$f_5 = \max \begin{bmatrix} \text{K} : 5 - 4 + 0 \\ \text{R} : 6 + 4 - 2 + f_1 \end{bmatrix} = \max \begin{bmatrix} 1 \\ 8 + f_1 \end{bmatrix} = 8 + f_1 \rightarrow \text{вибракування і ремонт};$$

$$f_4 = \max \begin{bmatrix} \text{K} : 6 - 4 + f_5 \\ \text{R} : 9 + 4 - 2 + f_1 \end{bmatrix} = \max \begin{bmatrix} 10 + f_1 \\ 11 + f_1 \end{bmatrix} = 11 + f_1 \rightarrow \text{вибракування і ремонт};$$

$$f_3 = \max \begin{bmatrix} \text{K} : 9 - 4 + f_4 \\ \text{R} : 7 + 4 - 2 + f_1 \end{bmatrix} = \max \begin{bmatrix} 16 + f_1 \\ 9 + f_1 \end{bmatrix} = 16 + f_1 \rightarrow \text{збереження}.$$

Таким чином, розв'язок задачі полягає у вибракуванні і заміні корови після того, як вона прожила чотири продуктивних роки (тобто коли  $i = 3$ ). Слід відмітити, що рекурентне співвідношення розраховує  $f_i$  із  $f_{i+1}$  і тому порядок розрахунків -  $f_5 \rightarrow f_4 \rightarrow f_3$ .

### Спеціальні терміни і поняття

Потужність комплексу – загальне поголів'я свиней, відгодованих на комплексі протягом року, або жива маса відгодованого поголів'я.

Виробничий цикл – період, протягом якого відбуваються окремі процеси, що ведуть до отримання очікуваних результатів і які у тій же послідовності повторюються у новому виробничому циклі. Виробничий цикл свиноматки – це час, протягом якого відбувається осіменіння і запліднення, поросність, опорос, підсис, відлучення поросят і холостий період. Якщо мова йде про виробничий цикл виробництва свинини, то до виробничого циклу свиноматки треба ще додати час, який витрачається на дорощування, відгодівлю і на реалізацію готової продукції.

Ритм – безперервне багаторазове повторення технологічних процесів, які забезпечують виробництво готової продукції і її реалізацію.

Крок ритму – час, який витрачається на підбір і формування технологічних груп тварин на початку виробничого циклу і на реалізацію готової продукції при його завершенні.

Крокова група – поголів'я молодняка або свиноматок, що формують протягом одного кроку ритму. Виділяють наступні крокові групи:

- свиноматки відібрані для осіменіння (в стані охоти);
- свиноматки умовно поросні (після осіменіння до встановлення поросності);
- свиноматки поросні;
- свиноматки підсисні (в кінці періоду);
- поросята після відлучення на дорощуванні;
- молодняк на відгодівлі;
- дорослі свиноматки на відгодівлі;
- перевірювані свиноматки, яких переводять до основного стада.

Буферна (резервна) група – поголів'я холостих свиноматок, а також ремонтних свинок після їх вирощування, яке повинно бути постійно на комплексі. Із цієї групи відбирають свиноматок і ремонтних свинок у стані охоти для формування однієї крокової групи.

Репродуктивний період у свиноматок – тривалість поросності, підсисного і холостого періодів. Репродуктивний період змінюють скороченням або продовженням, в основному, підсисного періоду.

Заплідненість свиноматок - відношення кількості запліднених свиноматок до числа тих, що осіменили. Виражають відсотками або коефіцієнтами. Від заплідненості і тривалості репродуктивного періоду залежить кількість опоросів на свиноматку за рік (у середньому по стаду).

Період входження комплексу на повний потік – час від початку до закінчення першого виробничого циклу. При введенні комплексу в експлуатацію відгодованих свиней для здавання на м'ясо немає, усі цехи комплексу заповнюють тваринами. В кінці періоду здають першу групу свиней

на м'ясо. З цього часу розпочинається ритмічне виробництво свинини протягом усього періоду роботи комплексу.

Поголів'я свиней у цехах (в обороті) – постійне поголів'я кнурів, свиноматок і молодняка, що нагромаджується, а потім зберігається на стабільному рівні після входження комплексу в повний потік. Його вважають середньодобовим, середньомісячним та середньорічним і враховують при визначенні потреби в кормах, приміщеннях і обслуговуючому персоналі.

Секція станків – кількість станків, що займає одна крокова група свиней. Секція включає індивідуальні або групові станки. Протягом технологічного процесу вона буває вся зайнята або пуста.

Період перебування крокової групи на потоці – кількість днів, протягом яких крокова група займає секцію станків.

Санітарний період – кількість днів, необхідних для прибирання і дезинфекції станків після їх звільнення.

## **ЛЕКЦІЯ № 14**

### ***Моделювання технологічних процесів виробництва продукції аквакультури***

Рибопродукція – це загальна маса риби, отриманої з одиниці площі ставу протягом вегетаційного сезону. Рибопродуктивність і рибопродукцію виражають у вагових одиницях (кілограмах, центнерах чи тонах) на один гектар площі ставу і нормують по зонах рибництва. Величина рибопродуктивності і рибопродукції ставів залежить від природно-кліматичних умов району, технології вирощування риби, яка використовується у господарстві, виду, віку, породи риби, а також рівня інтенсифікації, конструктивних особливостей ставів, загальної культури виробництва та ін.

Рибопродуктивність ставів - це сумарний приріст маси риби, отриманого з одиниці площі ставу протягом одного вегетаційного сезону за рахунок використання рибою природної кормової бази ставу і штучних кормів. Приріст маси риби, отриманого з одиниці площі за рахунок природної кормової бази ставу протягом вегетаційного сезону, прийнято називати природною



рибопродуктивністю, а за рахунок штучних кормів – кормовою рибопродуктивністю.

Рибопродуктивність нагульних ставів при вирощуванні риби за неперервною технологією становить близько 60-70 ц/га.

Рибопродуктивність, що отримана за рахунок природної кормової бази, змінюється в залежності від тривалості вегетаційного сезону, виду риби, її віку, якості води і ґрунту, а також від стану природної кормової бази ставів і ступеня її використання рибою.

Рибопродуктивність, що отримана за рахунок використання рибою штучних кормів, також змінюється і залежить, окрім вище зазначених факторів, від якості і кількості штучних кормів, способу приготування і нормування витрати кормів, техніки їх роздавання та ін.

Величина рибопродуктивності і рибопродукції залежить від щільності посадки, середньої індивідуальної маси риб при посадці і вилові із ставів, а також штучного виходу риб при вилові. Розрахунок величини рибопродукції і рибопродуктивності можна зробити по щільності посадки і по кількості виловленої риби (в штуках).

Строки експлуатації рибницьких ставів встановлюють в залежності від кліматичних умов місцевості у відповідності з схемою технологічного процесу. Конкретні дати тих чи інших виробничих процесів визначають перш за все з урахуванням біологічних особливостей об'єкту – строків розмноження, ембріонального і личинкового періодів розвитку, росту, умов годівлі та зимування і залежності цих показників від температури води. Враховують також технічні і організаційні умови: потужність господарства, кількість та площі тих чи інших ставів, забезпеченість господарства водою, наявність робочої сили, рівень механізації та інше.

Виробничі процеси в рибництві будуються залежно від призначення (спеціалізації) і зводяться до вирощування рибопосадкового матеріалу

(риборозплідники), рибопосадкового матеріалу і товарної риби (повносистемні господарства), або лише товарної риби (нагульні господарства).

Організація процесу виробництва в рибницьких підприємствах відрізняється високим ступенем безперервності робіт, тісною залежністю між складовими частинами технології, неможливістю нагромадження проміжних запасів незавершеного виробництва в повному циклі вирощування риби.

Розведення та вирощування риби передбачає комплекс біотехнічних заходів, які необхідно здійснити в процесі ефективного виробництва риби: підбір найбільш продуктивних видів, порід, створення маточного поголів'я, відбір і посадка плідників на нерест; отримання личинок, їх підрощування і вирощування рибопосадкового матеріалу; вирощування товарної риби, ремонтного матеріалу; утримання риби в зимувальниках; механізація трудомістких процесів; комплексна інтенсифікація.

Роботи по відтворюванню і вирощуванню риби можна умовно поділити за порами року на: весняні – пропуск паводка, відлов риби у не спускних водоймах, підготовка до зариблення, розвантаження зимувальників, зариблення нагульних водойм, організація нерестової кампанії, зариблення нагульних ставів; літні – охорона водойм, контроль за ростом і годівлею риби, удобрення ставів, будівні і ремонтні роботи, підготовка до відлову риби; осінні – спуск води і вилов риби з водойм, посадка рибопосадкового матеріалу на зимівлю; зимові – спостереження за зимувальниками та іншими ставами, боротьба із заморами, лов риби під льодом, підготовка до пропускання повені, виготовлення і ремонт засобів лову, ремонт технічних засобів.

Ефективність виробництва товарної ставової риби значною мірою залежить від забезпечення господарства необхідною кількістю рибопосадкового матеріалу, його асортименту й якості.

Швидкий розвиток різних форм рибницьких господарств (спеціалізованих, промислових, озерних, лиманних, товарних, міжгосподарських об'єднань на базі водойм комплексного використання) потребує стійкого нарощування темпів виробництва молоді цінних видів риби.

Вирішення цієї проблеми полягає у централізації і спеціалізації виробництва риби садкового матеріалу коропа та рослиноїдної риби на сучасній промисловій основі, яка базується на прогресивних технологіях одержання потомства й підрощування личинок до життєстійких стадій. Основними завданнями одержання життєстійкої молоді є створення ефективних методів підрощування, визначення оптимальних раціонів і стійке забезпечення її спеціальними кормами.

Обмеженість земельних і водних ресурсів в свій час зумовила зростаючу зацікавленість різних рибогосподарських й наукових організацій до водойм різного походження, призначення та відомчої підпорядкованості в плані виробництва товарної риби. До цієї групи водойм належать малі водосховища, створені в результаті цілеспрямованої діяльності, що пов'язана з необхідністю перерозподілу стоку або створення стабільних запасів води для задоволення потреб різних водоспоживачів. Вимоги до таких водойм зумовлені інтересами відомств і організацій, що визначають специфіку, особливий гідрологічний, фізико-хімічний, гідробіологічний режими.

Головною і визначальною особливістю малих водосховищ різного цільового призначення, що визначає інтерес для рибництва, є об'єктивна наявність суми абіотичних і біотичних факторів, які дозволяють здійснити спрямоване формування іхтіофауни для одержання товарної продукції відповідної якості й асортименту.

Кількість органічної продуктивної речовини (Р) протягом вегетаційного сезону на площі 1 га вираховується за формулою:

$$P = V * P/V * 10000 \text{ м}^3;$$

Для визначення можливої маси приросту риби (М) використовують формулу:

$$M = 1/2 * P * K_k,$$

в якій враховується допустимий ступінь утилізації органічної речовини (50 % = 1/2) і його харчова цінність ( $K_k$  – кормовий коефіцієнт).

З урахуванням промислового повернення (ПП) згідно з класом малого водосховища й плануємої середньої індивідуальної маси (ІМ) товарної риби при облові, яка повинна становити не менше 0,4 кг, додаткове зариблення (ДЗ) можна розраховувати за формулою:

$$\text{ДЗ} = \frac{\text{М}}{\text{ПП} * \text{ІМ}} * 100;$$

У випадку недостатньої кількості рибопосадкового матеріалу можлива повноцінна заміна до 1/3 білого товстолобика строкатим. Взагалі, труднощі, що виникають з рибопосадковим матеріалом чистих видів товстолобиків, можуть бути також подолані використанням молоді їхніх гібридів.

Основним аргументом на користь такої заміни є більш широкий спектр живлення останніх і порівняна простота їх набування. Приблизно половину розрахункової кількості білих і строкатих товстолобиків можуть становити гібриди між цими видами.

Технологія виробництва товарної риби на малих водосховищах передбачає одержання основної маси товарної рибопродукції за рахунок оптимізації використання природних кормових ресурсів оптимально підібраним видовим складом інтродуцентів, що дозволяє розглядати цей напрям як ресурсо-енергозберігаючу і екологічно чисту технологію. При цьому в окремих випадках є виправданим використання елементів інтенсифікації, в тому числі й годівлі риби. Випробуванням встановили взаємозв'язок промислової рибопродукції, яку одержують за рахунок коропа й рослиноїдної рибопродукції з щільністю інтродукції, промисловим поверненням і затратами кормів на одиницю приросту.

Ефективність використання малих ставів для товарного рибництва визначається забезпеченістю рибопосадковим матеріалом відповідної якості і видового асортименту. Найбільш перспективним вирішенням цієї проблеми при наявності земельних площ є створення спрощених повносистемних господарств шляхом будівництва додаткових категорій ставів (вирощувальні, нерестово-малькові, зимувальні). При цьому площі зимувальних ставів можуть

бути значно менші від нормативних, що визначається виключно осіннім зарибленням малих водосховищ. Площі маточних ставів можуть бути відсутніми або значно скороченими, оскільки основну частину плідників доцільно відловлювати з малих водосховищ і використовувати для відтворення.

На сучасному етапі розвитку рибного господарства внутрішніх водойм на фоні діючих технологій, які враховують особливості та відмінності водних угідь, великий інтерес становить питання організації і нормування основних операцій у рибництві. Значимість їх зростає із зміною організації і форм власності в рибництві.

Але незалежно від новизни форм організації праці технологічні принципи зберігають достатню консервативність і зміна технологій не має спонтанного характеру, а є поступовим процесом, який базується на передовому досвіді окремих підприємств і досягнення науково-технічного прогресу в рибництві.

Викладене переконливо свідчить про те, що незалежно від форм організації виробництва необхідно оперувати діючими рибоводно-біологічними нормативами, нормами часу і виробітку на роботи в рибницьких господарствах.

Розрахунки:

Площу зимувальних ставів визначають за формулою:

$$П = \frac{Д * 86400 * С}{Н * 1000 * 10000},$$

де П - площа зимувального ставу, га;

Д – зимові витрати води в джерелі, л/с;

С – строк повного водообміну у ставі, діб;

Н – глибина непромерзаючого шару води в зимувальному ставі, м;

1000 – кількість літрів у 1 м<sup>3</sup>;

10000 – Кількість квадратних метрів в 1 га;

86400 – кількість секунд у добі.

Об'єми води на заповнення ставів визначають розрахунками і приводять у відомості основних показників проектуємих ставів. Якщо дані про об'єм води в проектній документації відсутні, то його визначають за формулою:

$$W = \frac{F_1 + F_2}{2} * h,$$

де W – об'єм, м<sup>3</sup>;

F<sub>1</sub> – площа ложа ставу, обмеженого дамбами, м<sup>2</sup>;

F<sub>2</sub> – площа водного дзеркала, м<sup>2</sup>,

h – глибина ставу.

У випадку, коли необхідно визначити кількість плідників, необхідних для забезпечення личинками певної виросної площі, розрахунок можна проводити за формулою:

$$И = \frac{П * Г * 100}{В * Р * М},$$

де И – необхідна кількість самок;

П – середня плануємо рибопродуктивність виросних ставів, кг/га;

Г – площа виросних ставів, га;

В – плануємо маса цьогорічок дол. осені, г;

Р – вихід цьогорічок із виросних става, %

М – вихід мальків від однієї самки 100 тис. шт.

Часто для оцінки якості вирощених цьогорічок користуються розрахунковим показником – коефіцієнтом вгодованості, який визначають на підставі індивідуальних вимірювань та зважувань за формулою:

$$К = \frac{В * 100}{I^3},$$

де К – коефіцієнт вгодованості;

$B$  – маса цього річок, г;

$l$  – довжина риби, см; коефіцієнт вгодованості для цього річок прийнятий 1,6-1,7.

В комплекс інтенсифікаційних заходів при вирощуванні цього річок входить удобрення ставів, годівля риби, меліорація ставів.

Розрахунок нормальної посадки коропа в нагульні стави проводять за формулою:

$$A = \frac{\Pi * \Gamma * 100}{(B - b) * P},$$

де  $A$  – кількість риби необхідної для посадки у став, шт.;

$\Pi$  – природна продуктивність ставу, кг/га;

$\Gamma$  – площа ставу, га;

$B$  – індивідуальна маса риби до осені, кг;

$b$  – індивідуальна маса коропа перед посадкою, кг;

$P$  – вихід коропа, % посадки.

Для розрахунку посадки риби в стави при використанні додаткової годівлі застосовують формулу:

$$A = \frac{(\Pi * \Gamma + \frac{\kappa}{a}) * 100}{(B - b) * P},$$

де  $\kappa$  – кількість комбікорму, кг;

$a$  – кормовий коефіцієнт.

Для визначення дози внесення добрив можна користуватися формулою:

$$A = \frac{(K - k) * 100}{P},$$

де  $A$  – необхідна кількість добрив, мг/л;

K – рекомендована концентрація біогенного елементу в воді, мг/л;

k – концентрація біогенного елементу в воді за даними хімічного аналізу, мг/л;

P – вміст діючої речовини в добриві, %.

## **ЛЕКЦІЯ № 16**

### ***Моделювання технологічних процесів виробництва продукції бджільництва***

Обґрунтування технології отримання плідних бджолиних маток для умов господарства (району, зони)

Підвищення продуктивності галузі бджільництва залежить від цілого комплексу факторів. У першу чергу це, природно-кліматичні і медозбірні умови місцевості, стану бджолиних сімей, технології утримання та розведення бджіл. Втім, інтенсивність розвитку сім'ї, її продуктивність та життєздатність залежать і від якості бджолиної матки. Незважаючи на величезні потреби пасік у матках, розплідницькі господарства не можуть задовольнити існуючий попит на вказану продукцію.

Проект з бджільництва передбачає проведення аналізу галузі в господарстві (районі) з врахуванням природно-кліматичних та медозбірних умов і розробку заходів з обґрунтування технології отримання плідних бджолиних маток.

#### **1. Спеціальні терміни і поняття**

При розробці технологічного процесу отримання плідних бджолиних маток важливе значення має визначення таких показників.

Потреба в матках - визначається на основі даних по загальній чисельності бджолиних сімей на приватних, колективних і державних пасіках району (зони).

Число сімей, необхідне для отримання плідних бджолиних маток - загальна потреба в сім'ях для формування батьківських, материнських сімей, виховательок (стартери, фінішери), нуклеусів. При відсутності обладнання



необхідного для тимчасового збереження зрілих маточників враховують і погребу в сім'ях-інкубаторах.

Батьківська сім'я - високопродуктивна, чистопорідна бджолина сім'я, в якій вирощують трутнів.

Материнська сім'я - сім'я бджіл, від якої отримують племінний матеріал (яйця, личинки) для виведення маток.

Сім'я-вихователька - бджолина сім'я, яка вигодує маточні личинки і доглядає за маточниками при штучному виведенні маток. У промисловій технології виведення маток такі сім'ї використовують у двох варіантах: а) сім'ї-стартери (призначені для прийому личинок на маточне виховання); б) сім'я-фінішер (вигодівля маточних личинок та забезпечення подальшого догляду за маточниками).

Сім'я-інкубатор - бджолина сім'я, у функції якої входить тимчасове збереження маточників або неплідних маток.

Нуклеус - невеличка сімейка, яка призначена для тимчасового утримання маток у період їх статевого дозрівання, осіменіння і початку відкладання яєць.

Термін початку виведення неплідних бджолиних маток - період, коли в гніздах батьківських сімей з'являється печатний трутневий розплід на виході, а майбутні виховательки досягають стану, який відповідає вимогам для формування цих сімей.

Кількість личинок, необхідних для отримання запланованого числа плідних маток - загальна кількість перенесених на маточне виховання личинок за весь матковивідний сезон із врахуванням бракувань, відсотку прийому, відходу маток,

Тривалість матковивідного сезону - проміжок часу від моменту формування батьківських сімей до отримання останньої партії плідних бджолиних маток.

Пропускна спроможність нуклеуса - число плідних бджолиних маток, які можна отримати у нуклеусі протягом сезону при його разовому заселенні

бджолами. Залежно від типу нуклеусного вулика цей показник має різне значення, яке визначають, користуючись довідковою літературою.

Технологічний цикл - період протягом якого відбувається весь процес з отримання плідної матки. Він охоплює проміжок часу від моменту перенесення личинок на маточне виховання до відбору з нуклеусів плідних бджолиних маток. Тривалість технологічного циклу визначають за кількістю діб.

Технологічний цикл роботи нуклеуса - період від моменту підстановки маточника або підсаджування неплідної матки до наступної дачі маточника (матки) після відбору плідної матки.

Кількість партій виведених маток - період виведення маток поділений на число днів перебування прищеплювальної рамки з личинками в гнізді сім'ї-стартера.

Технологічна карта - перелік та послідовність проведення робіт, строки і Обсяг їх виконання протягом всього матковивідного сезону.

## **2. Методика розрахунку**

Розрахунки по проекту, які стосуються обґрунтування технології отримання плідних бджолиних маток, складаються з двох частин – аналізу галузі в господарстві та районі і розробки заходів щодо організації матковивідної справи.

Аналізуючи галузь бджільництва в господарстві необхідно провести облік медоносних ресурсів та визначити медовий запас місцевості протягом весняно-літнього сезону. На основі цього враховують безмедозбірні періоди та застосовують заходи (підгодівля) для оптимізації умов життєдіяльності сімей. Для того, щоб застосувати на пасіці найбільш ефективні методи та способи, які мають використовуватись у матковивідній технології слід також врахувати породу бджіл, яка розводиться в господарстві, тип вуликів, стан бджолосімей, провести облік матеріалів та обладнання.

Розрахункова частина проекту повинна включати:

- визначення потреб господарства (району) в плідних бджолиних матках та обґрунтування строків початку виведення неплідних маток;

- розрахунок технологічної карти виведення маток;
- визначення розміру пасіки для виведення запланованої кількості маток;
- обґрунтування економічної ефективності застосування технології, яка пропонується.

При виконанні проекту з одержання плідних бджолиних маток для умов району (зони), обґрунтовуючи технологію розрахунок проводять як за новим, так і базовим варіантом. Це дозволяє не тільки встановити технологічні переваги запланованих заходів на відміну від тих, що використовуються в регіоні, але і розрахувати їх економічну ефективність.

Для визначення загальної кількості плідних маток, які планують отримувати на матковивідній пасіці господарства, беруть до уваги в розрахунках те, що на пасіках щорічно необхідно міняти половину маток. Крім того, 10-25% маток потрібно мати для створення резервного фонду, формування відводив, нових сімей та ін.

Проводять розрахунки потреб у матках для певної зони за формулою

$$N_m = (N_c / 2) + (N_c \times R_f / 100),$$

де  $N_m$  - загальна потреба в плідних бджолиних матках району, шт;

$N_c$  - чисельність бджолиних сімей в районі;

$R_f$  - резервний фонд маток, шт.

Наприклад, при наявності в районі 1000 бджолиних сімей, потреба в матках за сезон, якщо резервний фонд становитиме 25%, дорівнюватиме:

$$N_m = (1000 / 2) + (1000 \times 25 / 100) = 750 \text{ маток.}$$

Щоб одержати дану кількість маток необхідно розрахувати скільки личинок потрібно перенести для маточного виховання. У цьому разі враховують відсоток прийому личинок сім'ями-виховательками, відсоток бракування маточників і неплідних маток, відсоток відходу маток при їх підсаджуванні в нуклеуси та загибелі при шлюбних вильотах. Вважається, позитивним результатом, коли сім'я-вихователька приймає 60% і більше личинок. Оскільки, цей показник залежить від зони, періоду виведення маток, стану сім'ї-виховательки, способу її формування, породи бджіл, навичок

матководи, то він дипломником обґрунтовується з врахуванням вказаних факторів. Відсоток бракування маточників та неплідних маток становить 3-5% від загальної кількості прищеплених личинок, а вихід маток у нуклеусах становить 8-10% від числа підсаджених маток. Щоб вирахувати, яку кількість личинок потрібно перенести в мисочки для передачі їх в сім'ї на маточне виховання користуються формулою:

де  $N_1$  - загальна потреба в личинках, шт.;

$N_m$  - загальна потреба в плідних бджолиних матках, шт.;

$\Sigma_v$  - сума вибракуваних маточників, вибракуваних та загиблих маток, шт.

Наприклад, якщо, в середньому, прийом личинок становитиме 60%, число маточників перед ізоляцією від загальної кількості перенесених личинок рівнятиметься 95%, а вихід неплідних маток дорівнюватиме 97% і плідних - 90%, то відповідно до прикладу, загальна сума бракувань (їв) становитиме

$$\Sigma_v = B_4 + (B_3 + B_4) + (B_2 + B_3 + B_4) + (B_1 + B_2 + B_3 + B_4),$$

де  $B_1$  - кількість неприйнятих личинок, шт.;

$B_2$  - число вибракуваних маточників, шт.;

$B_3$  - кількість вибракуваних неплідних бджолиних маток, шт.;

$B_4$  - втрати маток при підсадці та шлюбних вильотах, шт.

Звідси загальне число личинок, яке необхідно прищепити для отримання 750 плідних бджолиних маток, становитиме:

$$N_1 = 750 + (75 + 98 + 135 + 434) = 1492 \text{ личинки.}$$

Тривалість періоду виведення маток обґрунтовують виходячи із того в який час існує попит на маток (як правило, це перша половина весняно-літнього сезону).

Якщо взято за основу п'ятиденний цикл виведення маток, а тривалість періоду виведення маток становить 60 днів, то всього буде прищеплено  $(60/5)$  12 партій личинок. Звідси, в кожній партії матковод переноситиме  $(1492/12)$  по 124 личинок. Так, як від однієї материнської сім'ї можна щоденно відбирати до 500 личинок, то відповідно до розрахунків, потреби в племінному матеріалі спроможна забезпечити лише одна материнська сім'я.

Число стартерів обґрунтовують залежно від способу їх формування та строків експлуатації. В одних випадках стартер може прийняти 25 личинок в інших 150-180. Сім'ю-стартер використовують у матковивідному процесі 15 днів, а потім замінюють на іншу. У нашому варіанті за 60 днів необхідно буде формувати стартери чотири рази (60/15). В кожному із цих періодів, якщо одна сім'я-вихователька спроможна прийняти 100 личинок, буде задіяно по два стартери, а їх загальне число, за весь період виведення маток, становитиме 8. Оскільки сім'я-фінішер може всього лише прийняти на довиховання 15-20 маточників, то загальне число цих сімей визначатиметься тією кількістю личинок, які будуть прийняті стартерами; цю групу виховательок формують способом неповного осиротіння, то при періодичному підсиленні, їх можна використовувати протягом всього матковивідного сезону. Із 124 личинок стартер у наведеному прикладі, прийме близько 75 личинок  $((1492 \times 60 / 100) / 12)$ , звідси потреба в сім'ях-фінішерах дорівнюватиме п'ятьом сім'ям (75/15).

Для того, щоб обґрунтувати розміри нуклеусного господарства важливо визначити вихід неплідних маток, який розраховується за формулою

$$V_{mt} = P_1 - I_b$$

де  $V_{mt}$  - вихід неплідних бджолиних маток, у середньому по партії, шт.;

$P_1$  - прийом личинок, у середньому по партії, шт.;

$I_b$  - сума числа вибракуваних маточників та маток, шт.

$$\text{Звідси } I_b = (75 \times 5 / 100) + [(75 - 75 \times 5 / 100) \times 3] / 100 \times 6 \text{ шт.}$$

Отже, загальна кількість виведених маток по кожній з партій становитиме:

$$V_{mt} = 75 - 6 = 69 \text{ неплідних маток.}$$

Отже, один раз у п'ять днів необхідно формувати 69 нуклеусів для підсаджування неплідних бджолиних маток. Технологічний цикл нуклеуса становить у середньому 10-15 діб. Таким чином, повторно нуклеус (технологія виведення маток з 5-денним циклом) може бути задіяний через кожні 2-3 партії виведених неплідних маток (10/5; 15/5). Щоб розрахувати загальну потребу в маткомісцях враховують не тільки технологічний цикл роботи нуклеуса, його пропускну спроможність, але і відсоток зльотів бджіл, який становить, залежно

від типу нуклеуса, 10% і більше. Потребу в нуклеусах розраховують за формулою:

$$N_n = N_{np} * (K_p/P) + (K_p - n) * N_{bn}$$

де  $N_n$  - загальне число нуклеусів необхідне для отримання плідних

бджолиних маток;

$N_p$  - число нуклеусів сформованих для однієї партії маток;

$K_p$  - кількість партій плідних маток;

$P$  - пропускна спроможність нуклеуса, маток;

$N_{bn}$  - число нуклеусів, які формують на заміну вибракуваним;  $n$  - число сформованих партій нуклеусів. У нашому прикладі, якщо прийняти до уваги, що пропускна спроможність нуклеуса становить чотири матки, технологічний цикл - 15 діб, а відсоток зльоту бджіл - 10%, то загальне число нуклеусів становитиме:

$$N_n = 69 \times (12/2) + (12-6) \times 7 = 456 \text{ нуклеусів.}$$

Виходячи з того, що в різні періоди сезону сім'я вирощує різну кількість трутнів, визначають потребу в батьківських сім'ях. Вона становить на літні місяці одну батьківську сім'ю на 50-60 маткомісць, навесні і в серпні - дві-три. За наведеним прикладом на пасіці достатньо утримувати дві батьківські сім'ї (69/60 або 69/50). Щоб заселити нуклеуси необхідно на пасіці мати достатнє число бджолиних сімей Потребу в бджолах для заселення нуклеусного господарства розраховують опираючись на спосіб формування сімейок (безрозплідні, розплідні), беруть до уваги розмір та кількість рамок, що припадають на маткомісце нуклеусного вулика. Так, якщо нуклеус на 1/4 стандартної рамки і його гніздо вміщує три стільники, то виходячи з того, що на стандартній рамці (435x300) знаходиться 250 г бджіл, для заселення одного маткомісця потрібно  $((250/4) \times 3 = 187,5 \text{ г})$  близько 200 г бджіл. В цілому для заселення 456 маткомісць необхідно  $(456 \times 0,2) = 91,2 \text{ кг}$  бджіл. Залежно від стану сімей, технології догляду, впливу екологічних та інших факторів, за матковивідний сезон від однієї бджолосім'ї можна відібрати від одного до п'яти кілограмів бджіл. Якщо у вашій зоні від однієї сім'ї передбачається отримати 3

кг бджіл, то загальна потреба в сім'ях для заселення нуклеусів становитиме  $(91,2/3) 30$  бджолородин.

Всього, щоб забезпечити матковивідний процес потрібно мати 46 бджолородин. Але, крім вказаного числа сімей необхідно, щоб був резерв у межах 25-30%. Отже, в цілому для отримання 750 плідних бджолиних маток пасіка повинна нараховувати  $(46+46 \times 25/100) 58$  сімей.

Навчальне видання

**Трибрат** Руслан Олександрович

# **МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ТВАРИННИЦТВІ**

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

Формат 60x84/16 Ум. друк. арк.

Тираж 50 пр. Зам. № \_\_\_\_

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

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