

Біндюг Д. О., Желізняк І. М.

**Моделювання селекційних і
технологічних процесів у тваринництві**

Полтава – 2018

Автори:

Д. О. Біндюг, кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри розведення і генетики сільськогосподарських тварин Полтавської державної аграрної академії

І. М. Желізняк, старший викладач кафедри розведення і генетики сільсько-господарських тварин Полтавської державної аграрної академії

Рецензенти:

О. П. Руденко, Академік Академії Вищої освіти України, доктор фізико-математичних наук, завідувач кафедри загальної фізики і математики Полтавського національного педагогічного університету ім. В. Г. Короленка

С. Л. Войтенко, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри розведення і генетики сільськогосподарських тварин Полтавської державної аграрної академії

Біндюг Д. О., Желізняк І. М. Моделювання селекційних і технологічних процесів у тваринництві : навчально-методичний посібник. Полтава: ПП «Астроя», 2018. 100 с.

Схвалено Науково-методичною радою спеціальності “Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва” (протокол від 4 вересня 2018 року № 1).

Навчально-методичний посібник містить теоретичний коментар, порядок та методику виконання завдань лабораторних робіт та самостійної роботи для вивчення дисципліни “Моделювання селекційних і технологічних процесів у тваринництві” здобувачами ступеня вищої освіти “Магістр” спеціальності 204 “Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва”.

Зміст

Вступ.....	4
Лабораторна робота № 1 Моделювання як метод наукового пізнання та інструмент управління технологічним процесом у тваринництві ...	5
Самостійна робота № 1 <i>Моделювання, як метод наукового пізнання та інструмент управління технологічним процесом у тваринництві</i>	21
Лабораторна робота № 2 Моделювання оптимального складу комбікормів та раціонів годівлі сільськогосподарських тварин.....	22
Самостійна робота № 2 <i>Моделювання оптимального складу комбікормів та раціонів годівлі сільськогосподарських тварин</i>	31
Лабораторна робота № 3 Моделювання та оптимізація структури стада великої рогатої худоби і свиней	32
Самостійна робота № 3 <i>Моделювання та оптимізація структури стада великої рогатої худоби і свиней</i>	37
Лабораторна робота № 4 Моделювання технологічних процесів виробництва молока.....	38
Самостійна робота № 4 <i>Моделювання технологічних процесів виробництва молока</i>	45
Лабораторна робота № 5 Моделювання технологічних процесів вирощування і відгодівлі молодняку великої рогатої худоби.....	46
Самостійна робота № 5 <i>Моделювання технологічних процесів вирощування і відгодівлі молодняку великої рогатої худоби</i>	58
Лабораторна робота № 6 Моделювання технологічних процесів виробництва продукції птахівництва.....	59
Самостійна робота № 6 <i>Моделювання технологічних процесів виробництва продукції птахівництва</i>	75
Лабораторна робота № 7 Моделювання технологічних процесів виробництва продукції свинарства	76
Самостійна робота № 7 <i>Моделювання технологічних процесів виробництва продукції свинарства</i>	85
Лабораторна робота № 8 Моделювання селекційного процесу	87
Самостійна робота № 8 <i>Моделювання селекційного процесу</i>	97
Рекомендована література.....	99

Вступ

Моделювання є одним з основних сучасних методів дослідження технологічних процесів виробництва і переробки продукції тваринництва. Зазвичай воно передбачає створення концептуальної моделі об'єкта дослідження, її формалізацію та перетворення у математичну або комп'ютерну модель, перевірку адекватності й подальше дослідження отриманої моделі за допомогою аналітичних або чисельних методів і сучасних комп'ютерних технологій.

Застосування методів моделювання дає змогу отримати більш точні відомості про поведінку й характеристики досліджуваних систем і процесів, ніж при їх безпосередньому вивченні, витрачаючи при цьому менше часу та коштів.

Методи математичного моделювання широко застосовують при дослідженні самих різноманітних систем і процесів – природних, технічних, екологічних, економічних, соціальних тощо. Тому формування знань та навичок, необхідних для побудови й дослідження математичних моделей технологічних систем і процесів, є необхідною складовою підготовки фахівців в галузі виробництва і переробки продукції тваринництва.

Курс “Моделювання селекційних і технологічних процесів у тваринництві” призначений для формування у здобувачів ступеня вищої освіти “Магістр” за спеціальністю 204 “Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва” професійних компетенцій необхідних для моделювання селекційних і технологічних процесів при виробництві продукції тваринництва.

У результаті вивчення навчальної дисципліни “Моделювання селекційних і технологічних процесів у тваринництві” здобувач вищої освіти повинен

знати: типові економіко-математичні моделі технологічних процесів при виробництві продукції тваринництва; алгоритми формалізації та розв'язку економіко-математичних моделей технологічних процесів при виробництві продукції тваринництва; алгоритми ескізного, робочого та операційного моделювання технологічних процесів виробництва молока, яловичини, свинини, харчових яєць та м'яса бройлерів; основні методи визначення племінної цінності та прогнозування продуктивності сільськогосподарських тварин.

вміти: формулювати та розв'язувати типові економіко-математичні моделі технологічних процесів при виробництві продукції тваринництва; оптимізувати структуру стада великої рогатої худоби і свиней у відповідності до спеціалізації та виробничо-галузевої структури підприємства; складати і обґрунтувати технологічну схему процесу виробництва молока, яловичини, свинини харчових яєць та м'яса бройлерів; складати циклограму руху поголів'я тварин та використання виробничих приміщень; прогнозувати ефективність відбору та підбору племінних тварин; прогнозувати та підвищувати продуктивність тварин.

Лабораторна робота № 1

Моделювання як метод наукового пізнання та інструмент управління технологічним процесом у тваринництві

Мета: вивчити алгоритми формалізації математичної моделі і розв'язання транспортної задачі; набути уміння і сформувані практичні навички розв'язку системи лінійних рівнянь у середовищі MS Excel.

Завдання лабораторного заняття:

Приватне акціонерне товариство має три молокозаводи A_1, A_2, A_3 , які здатні виготовляти відповідно 150, 60 та 80 ц вершкового масла щотижня. Приватне акціонерне товариство уклало договір із замовниками B_1, B_2, B_3, B_4 , яким потрібно щотижня доставляти відповідно 110, 40, 60 та 80 ц вершкового масла. Визначити оптимальний план доставки вершкового масла за умови, що вартість перевезення 1 ц вершкового масла із кожного молокозаводу до кожного замовника становить:

	№ 1	№ 2	№ 3
	$B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4$	$B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4$	$B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4$
A_1	4 4 2 5	7 2 2 8	4 1 2 2
A_2	5 3 1 2	5 3 8 5	1 3 3 5
A_3	2 1 4 2	2 9 4 3	3 6 4 4
	№ 4	№ 6	№ 6
	$B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4$	$B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4$	$B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4$
A_1	20 23 20 15	4 4 2 4	4 3 1 8
A_2	22 15 16 19	5 3 12 9	7 3 8 9
A_3	19 14 14 18	2 14 4 8	2 9 4 3
	№ 7	№ 8	№ 9
	$B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4$	$B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4$	$B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4$
A_1	4 12 12 12	23 21 19 15	1 8 2 3
A_2	13 8 8 5	19 17 17 19	4 7 5 1
A_3	9 9 3 4	16 11 13 14	5 3 4 4
	№ 10	№ 10	№ 10
	$B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4$	$B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4$	$B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4$
A_1	4 5 5 7	2 4 3 2	14 14 12 22
A_2	8 7 5 4	3 1 2 3	15 23 12 19
A_3	9 6 4 5	5 4 1 5	12 14 14 18
	№ 10	№ 10	№ 10
	$B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4$	$B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4$	$B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4$
A_1	14 14 12 24	2 8 6 8	10 10 9 10
A_2	15 13 12 29	8 1 2 3	12 10 8 12
A_3	12 14 14 8	7 4 4 1	11 9 20 11

Перелік спеціального обладнання та устаткування: ПЕОМ, комп'ютерна програма MS Excel

Теоретичний коментар

Постановка транспортної задачі

Розподільчі (транспортні) задачі – окремий випадок загальних задач лінійного програмування. Розподільчі задачі – це задачі по розподілу ресурсів, а транспортні – по перевезенню вантажів.

Класична транспортна задача лінійного програмування формулюється так: деякий однорідний продукт x_{ij} , що знаходиться у m постачальників A_i в обсягах $a_1, a_2 \dots a_m$ одиниць відповідно необхідно перевезти n споживачам B_j в обсягах $b_1, b_2 \dots b_n$ одиниць, за умови відомої вартості c_{ij} перевезень одиниці продукції від кожного A_i постачальника до кожного B_j споживача. Необхідно визначити оптимальний план перевезень, за якого увесь продукт був вивезений від постачальників, повністю задоволені потреби споживачів при мінімальній загальній вартості (план перевезень оптимальний, якщо досягнуто мінімальних витрат на його реалізацію) або витраті часу (план оптимальний, якщо на його реалізацію витрачається мінімум часу) всіх перевезень.

$$c_{ij} = \begin{matrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & c_{m2} & \dots & c_{mn} \end{matrix}$$

Математична модель транспортної задачі

Нехай x_{ij} – кількість продукту, що має бути перевезений від постачальника A_i до споживача B_j . За умов:

1. Сумарний обсяг продукту, що вивозиться від кожного A_i постачальника, має дорівнювати обсягу виробленої продукції:

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} = a_1 \\ x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} = a_2 \\ \dots \dots \dots \\ x_{m1} + x_{m2} + \dots + x_{mn} = a_m \end{cases} \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i$$

2. Сумарний обсяг продукту, що ввезений кожному споживачу B_j , має дорівнювати його потребам:

$$\begin{cases} x_{11} + x_{21} + \dots + x_{m1} = b_1 \\ x_{12} + x_{22} + \dots + x_{m2} = b_2 \\ \dots \dots \dots \\ x_{1n} + x_{2n} + \dots + x_{mn} = b_n \end{cases} \quad \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j$$

3. Загальна вартість (витрати часу) всіх перевезень повинна бути мінімальною

$$F = c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + \dots + c_{mn}x_{mn}, \text{ або}$$

$$F \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$$

Крім того, необхідною достатньою умовою розв'язку транспортної задачі є її збалансованість (**закрита транспортна задача**):

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

Якщо при перевірці виявилось що транспортна задача є незбалансована (відкрита транспортна задача), то її необхідно звести до збалансованої транспортної задачі.

При перевищенні загального попиту над обсягом виробленої продукції в задачу вводять фіктивного (умовного) постачальника A_{m+1} із ресурсним обсягом:

$$\text{при } \sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^n b_j \quad a_{m+1} = \sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_i$$

При перевищенні обсягу виробленої продукції над попитом в задачу вводять фіктивного (умовного) споживача B_{n+1} із ресурсним обсягом:

$$\text{при } \sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j \quad b_{n+1} = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j$$

Вартість перевезення одиниці продукції (витрати часу) від фіктивного постачальника A_{m+1} або фіктивному споживачу B_{n+1} має дорівнювати нулю або бути набагато більшою за реальні витрати.

Загальний вигляд матриці транспортної задачі

Постачальники		Споживачі			
		B_1	B_2	...	B_n
		b_1	b_2	...	b_n
A_1	a_1	c_{11} x_{11}	c_{12} x_{12}	...	c_{1n} x_{1n}
A_2	a_2	c_{21} x_{21}	c_{22} x_{22}	...	c_{2n} x_{2n}
...
A_m	a_m	c_{m1} x_{m1}	c_{m2} x_{m2}	...	c_{mn} x_{mn}

Методи побудови опорного і оптимального плану транспортної задачі

Розв'язування транспортної задачі полягає не тільки в правильній постановці задачі, а й у цілеспрямованому виборі найбільш оптимального опорного плану. **Оптимальним планом** транспортної задачі називають матрицю, яка задовольняє умови задачі, і для якої цільова функція F набирає найменшого значення. Побудову опорного плану зручно подавати у вигляді таблиці, в якій постачальники продукції відповідають рядкам, а споживачі – стовпчикам.

Опорним планом транспортної задачі є такий допустимий її план, що містить не більш ніж $(m + n) - 1$ базисних компонентів, а всі інші його компоненти дорівнюють нулю. Якщо ж кількість базисних змінних менша ніж $(m + n) - 1$, то маємо вироджений опорний план.

Циклом називають таку послідовність базисних компонентів (заповнених клітин) транспортної таблиці яка задовольняє умову, що лише дві сусідні клітини містяться або в одному рядку, або в одному стовпці таблиці, причому перша клітина циклу є і його останньою клітиною. Якщо для певного набору заповнених клітин неможливо побудувати цикл, то така послідовність клітин є ациклічною.

Всі методи побудови початкових опорних планів відрізняються лише порядком заповнення базисних клітин. Спосіб їх заповнення залишається одним і тим же, а саме, порівнюється залишок запасу із залишком потреби для вибраної клітини і мінімальна з цих двох величин заноситься у клітину.

Після цього, якщо мінімум досягається на рядку, то викреслюють з таблиці рядок, якщо мінімум досягається на стовпці, то викреслюють стовпець; якщо – і на рядку і на стовпчику одночасно, то викреслюють і рядок і стовпчик, але при цьому заносять базисне нульове перевезення в одну із невикреслених клітин рядка або стовпчика, що повинні бути викреслені. Такий спосіб гарантує заповнення в точності клітини, при цьому їх множина буде ациклічною, оскільки вона будується з використанням методу викреслювання. Отже, побудований таким способом план перевезень буде допустимим і ациклічним, тобто опорним.

Розглянемо цей процес детальніше на прикладі.

Приватне акціонерне товариство має три молокозаводи A_1, A_2, A_3 , які здатні виготовляти відповідно 150, 60 та 90 ц вершкового масла щотижня. Приватне акціонерне товариство уклало договір із замовниками B_1, B_2, B_3, B_4 , яким потрібно щотижня доставляти відповідно 110, 50, 60 та 80 ц вершкового масла. Визначити оптимальний план доставки вершкового масла за умови, що вартість перевезення 1 ц

вершкового масла із кожного молокозаводу до кожного замовника становить:

$$c_{ij} = \begin{matrix} 4 & 4 & 2 & 5 \\ 5 & 3 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 4 & 2 \end{matrix}$$

Метод північно-західного кута

Алгоритм методу північно-західного кута полягає в тому, що заповнення таблиці починають, не враховуючи вартостей перевезень, з лівого верхнього (північно-західного) кута. У клітину записують менше з двох чисел a_1 та b_1 . Далі переходять до наступної клітини. В цьому ж рядку або у стовпчику i заповнюють її, i т. д. Закінчують заповнення таблиці у правій нижній клітинці. У такий спосіб значення обсягів постачання будуть розташовані по діагоналі таблиці.

Постачальники		Споживачі			
		B_1	B_2	B_3	B_4
		110	50	60	80
A_1	150	4	4	2	5
		110	40		
A_2	60	5	3	1	2
			10	50	
A_3	90	2	1	4	2
				10	80

Спочатку, не враховуючи вартості перевезень, завжди задовольняють потреби першого споживача, використовуючи запаси першого постачальника. У нашому прикладі потреби споживача B_1 становлять 110, а запаси постачальника одиниць (тобто із запасів першого постачальника можна повністю задовольнити потреби першого споживача), тому в клітинку A_1B_1 записуємо менше із значень a_1 b_1 , тобто 110.

Тепер потреби першого споживача повністю задоволені, і переходимо до задоволення потреб наступного (другого) споживача B_2 . Обсяг його потреб $b_2 = 50$.

Після задоволення потреб першого споживача залишок запасів першого постачальника становить 40. Отже, від першого виробника другому споживачу можна перевезти лише 40 одиниць продукції, тому в клітину A_1B_2 записуємо число 40.

Після цього, оскільки запаси першого постачальника повністю вичерпані, переходимо до використання запасів наступного

постачальника A_2 . Його запаси $a_2 = 60$, а незадоволені потреби другого споживача ($50 - 40 = 10$), тому в клітинку A_2B_2 записуємо число 10, і другий споживач у такий спосіб також повністю отримав необхідну кількість продукції.

Переходимо до задоволення потреб наступного споживача B_3 . У результаті часткового використання запасів другого постачальника його залишок продукції становить ($60 - 10 = 50$). Отже, від другого виробника до третього споживача можна перевезти 50 одиниць продукції. Клітинка A_2B_3 міститиме зазначене число 50, і цим запаси постачальника A_2 будуть повністю вичерпані.

Переходимо до розподілу запасів останнього (третього) постачальника A_3 . Залишились незадоволеними потреби третього споживача в обсязі $60 - 50 = 10$. Для їх задоволення скористаємося запасами постачальника A_3 . У клітинку A_3B_3 записуємо число 10, і потреби споживача B_3 також повністю задоволені. Переходимо до останнього споживача B_4 з потребами $b_4 = 80$, які повністю задовольняються за рахунок залишку запасів третього постачальника: $90 - 10 = 80$.

Отже, в таблиці у заповнених клітинках знаходяться числа, що означають можливий план перевезень продукції. Сума чисел (перевезень) по рядках дорівнює обсягам запасів постачальників, а сума чисел по стовпцях – обсягам потреб відповідних споживачів.

Аналогічний результат можна отримати, якщо почати з правого нижнього кута таблиці, рухаючись до лівого верхнього. Процедуру методу можна застосовувати також, починаючи розподіл поставок з лівого нижнього кута і рухаючись до правого верхнього по діагоналі. В такому разі спосіб розподілу перевезень можна було б назвати методом південно-західного кута, тому цей метод ще називають діагональним. Метод північно-західного кута є найпростішим, однак і найменш ефективним.

Визначимо загальну вартість перевезень згідно з початковим опорним планом. Від першого постачальника до першого споживача необхідно перевезти 110 одиниць продукції за ціною 4 ум. од. (ціна записана в правому верхньому куті кожної клітини), отже, це коштуватиме 440 ум. од.. У такий спосіб визначимо загальну вартість усіх перевезень:

$$F = 110 \times 4 + 40 \times 4 + 10 \times 3 + 50 \times 1 + 10 \times 2 + 80 \times 2 = 880 \text{ (ум. од.)}$$

Очевидно, якщо за побудови опорного плану враховувати вартості перевезень, то сумарна вартість всіх поставок може бути зменшена, і отриманий опорний план буде ближчим до оптимального.

Метод мінімальної вартості

Алгоритм методу мінімальної вартості полягає в тому, що на кожному кроці заповнюють клітинку таблиці, яка має найменшу вартість перевезення одиниці продукції. Такі дії повторюють доти, доки не буде розподілена всю продукцію між постачальниками та споживачами.

Найменшу вартість мають перевезення, які здійснюються від A_2 до B_3 та від A_3 до B_2 – ціна перевезення одиниці продукції – 1 ум. од.

Постачальники		Споживачі			
		B_1	B_2	B_3	B_4
		110	50	60	80
A_1	150	4 70	4	2	5 80
A_2	60	5	3	1 60	2
A_3	90	2 40	1 50	4	2

Заповнимо будь-яку з них, наприклад, A_2B_3 . Оскільки постачальник має 60 одиниць продукції, а споживач потребує саме такої її кількості, то в клітину A_2B_3 ставимо значення 60. У такий спосіб запаси другого постачальника повністю вичерпані, а потреби третього споживача повністю задоволені. Також мінімальною є вартість перевезень від третього постачальника до другого споживача, тому заповнимо також клітину A_3B_2 .

З клітинок таблиці, що залишилися незаповненими, вибираємо наступне мінімальне значення вартості перевезень, яке дорівнює 2 ум. од. – для клітин A_1B_3 , A_2B_4 , A_3B_1 та A_3B_4 . Заповнення клітин A_2B_4 та A_1B_3 неможливе, оскільки постачальник A_2 вже повністю вичерпав власний обсяг запасів, задовольняючи потреби споживача B_3 , а споживач B_3 повністю задовольнив свої потреби. Отже, можна заповнити тільки клітину A_3B_1 чи A_3B_4 . Заповнимо A_3B_1 . Обсяг запасів, причому 50 одиниць продукції вже надано другому споживачеві. Отже, маємо залишок, а потреби $b_1 = 110$, тому від третього постачальника до першого споживача плануємо перевезти 40 одиниць продукції. Тепер у клітину A_3B_4 не можна записати будь-який обсяг постачання, оскільки запаси третього постачальника вже повністю вичерпані.

Знову вибираємо найменшу вартість для клітин таблиці, що залишилися пустими, і продовжуємо процес доти, поки всі запаси не

будуть розподілені, а потреби – задоволені.

Загальна вартість перевезень становитиме:

$$F = 70 \times 4 + 80 \times 5 + 60 \times 1 + 40 \times 2 + 50 \times 1 = 870 \text{ (ум. од.)}$$

Якщо розмірність матриці досить велика, то перебір за методом мінімальної вартості ускладнюється. В такому разі спростити задачу можна, застосовуючи метод подвійної переваги.

Метод подвійної переваги

Згідно з алгоритмом цього методу перед початком заповнення таблиці необхідно позначити будь-якими символами клітинки, які містять найменшу вартість у рядках, а потім – у стовпчиках. Таблицю починають заповнювати з клітинок, позначених двічі (які містять вартості, що є мінімальними і в рядку, і в стовпчику). Далі заповнюють клітинки, позначені один раз (що містять мінімальні вартості або в рядку, або в стовпчику), а вже потім – за методом мінімальної вартості.

$$F = 110 \times 4 + 40 \times 5 + 60 \times 1 + 50 \times 1 + 40 \times 2 = 830 \text{ (ум. од.)}$$

Постачальники		Споживачі			
		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
		110	50	60	80
A ₁	150	4 110	4	2	5
A ₂	60	5	3	VV 60	V 2
A ₃	90	V 2	VV 50	1 4	V 2 40

Метод апроксимації Фогеля

За методом апроксимації Фогеля на кожному кроці визначають різницю між двома найменшими вартостями в кожному рядку і стовпчику транспортної таблиці. Ці різниці записують у спеціально відведених місцях таблиці – знизу та справа у кілька рядків та стовпчиків, що відповідають крокам заповнення таблиці. З-поміж усіх різниць вибирають найбільшу і у відповідному рядку чи стовпчику заповнюють клітинку з найменшою вартістю.

Якщо ж однакових найбільших різниць кілька, то вибирають будь-який відповідний рядок або стовпчик. Коли залишається незаповненим лише один рядок або стовпчик, то обчислення різниць припиняють, а таблицю продовжують заповнювати за методом мінімальної вартості.

Даний метод побудови опорного плану враховує не лише маршрути з мінімальними витратами перевезень продукції, але й співвідношення витрат у рядку чи стовпчику, тобто розраховується наскільки, може збільшитися вартість постачання на наступних кроках процедури, якщо не здійснити на поточному кроці постачання в клітину з мінімальною вартістю.

Метод апроксимації Фогеля дає змогу особливо для задач великих розмірностей скласти найкращий опорний план.

У навпроти кожного рядка і стовпчика записані величини, які знайдені як різниці між мінімальним значенням вартості та наступним за ним по рівню. Максимальне значення такої різниці на першому кроці відповідає четвертому стовпчику і означає, що у разі, коли не буде задоволена потреба четвертого споживача перевезенням продукції від третього постачальника за ціною 2 ум. од. за одиницю, то на наступних кроках вартість перевезення може бути на 3 ум. од. більшою.

Тобто інакше може статися, що потребу четвертого споживача необхідно буде задовольняти перевезенням продукції від першого постачальника, що призведе до збільшення вартості цього перевезення в 2,5 рази. Водночас для всіх інших споживачів та постачальників такі різниці є меншими. Отже, найдоцільніше на першому кроці заповнити клітину A_3B_4 . Після цього потреби B_4 повністю задоволені, і всі клітини четвертого стовпчика виключаються з наступного розрахунку різниць по рядках і стовпцях.

Постачальники		Споживачі						
		B_1	B_2	B_3	B_4			
		110	50	60	80			
A_1	150	4 110	4 40	2	5	2	2	0
A_2	60	5	3	1 60	2	1	2	
A_3	90	2	1 10	4	2 80	1	1	1
		2	2	1	3			
		2	2	1				
		2	3					

На другому кроці максимальна різниця дорівнює 2 і відповідає першому і другому рядкам та першому і другому стовпчикам, тому можна заповнювати будь-яку їх клітину з мінімальною вартістю,

наприклад, A_2B_3 . Після цього з розгляду виключаються одразу всі клітини другого рядка та третього стовпця, оскільки потреби третього споживача повністю задоволені, а запаси другого постачальника вичерпані.

Останній розрахунок різниць (найбільше значення 3 відповідає другому стовпчику) свідчить про доцільність введення поставки від третього постачальника до другого споживача. Решту клітин заповнимо методом мінімальної вартості та визначимо загальну вартість перевезень:

$$F=110\times 4+40\times 4+60\times 1+10\times 1+80\times 2=830 \text{ (ум. од.)}$$

Метод потенціалів

Алгоритм методу потенціалів складається з таких етапів:

- 1. Визначення типу транспортної задачі (відкрита чи закрита).**
Якщо при перевірці виявилось що транспортна задача є незбалансована (відкрита транспортна задача), то її необхідно звести до збалансованої транспортної задачі.
- 2. Побудова першого опорного плану транспортної задачі одним з алгоритмічних методів.**
- 3. Перевірка опорного плану задачі на виродженість.**

Опорний план транспортної задачі, як зазначалося раніше, має містити не більше ніж $(m + n - 1)$ відмінних від нуля компонент. Якщо їх кількість дорівнює $(m + n - 1)$, то такий опорний план називають невиродженим. Якщо ж кількість додатних компонент менша ніж $(m + n - 1)$, то опорний план є виродженим. Вироджений план може виникати не лише за побудови опорного плану, але і при його перетвореннях у процесі знаходження оптимального плану.

Найчастіше, щоб позбутися виродженості опорного плану, в деякі клітини таблиці транспортної задачі в необхідній кількості вводять нульові постачання. Обсяги запасів постачальників і потреби споживачів після цього не змінюються, однак клітини зі значенням «нуль» вважаються базисними (заповненими).

Головною умовою при введенні нульової поставки є збереження необхідної і достатньої умови опорності плану транспортної задачі – його ациклічності. Клітина має вибиратись у такий спосіб, щоб неможливо було побудувати замкнений цикл.

4. Перевірка плану транспортної задачі на оптимальність.

Теорема (умова оптимальності опорного плану транспортної задачі). Якщо для деякого опорного плану $X^ = (x_{ij}^*)$ існують потенціали u_i та v_j , для яких виконуються умови для:*

$u_i + v_j = c_{ij}$, при $x_{ij} > 0$, (для базисних компонентів опорного плану)
 $u_i + v_j \leq c_{ij}$, при $x_{ij} = 0$ (для не базисних компонентів опорного плану)
то він є оптимальним планом транспортної задачі.

Визначення потенціалів для кожного рядка і стовпчика таблиці транспортної задачі. Потенціали опорного плану визначають із системи рівнянь $u_i + v_j = c_{ij}$, які записують для всіх заповнених клітинок транспортної таблиці, кількість яких дорівнює $(m + n - 1)$, а кількість невідомих – $(m+n)$.

Перевірка виконання умови оптимальності для пустих клітин. За допомогою розрахованих потенціалів перевіряють умову оптимальності $u_i + v_j \leq c_{ij}$ для незаповнених клітинок таблиці.

Якщо хоча б для однієї клітини ця умова не виконується, тобто $u_i + v_j > c_{ij}$, то поточний план є неоптимальним, і від нього необхідно перейти до нового опорного плану.

Вибір змінної для введення в базис на наступному кроці. Загальне правило переходу від одного опорного плану до іншого полягає в тому, що з попереднього базису виводять певну змінну (вектор), а на її місце вводять іншу змінну (вектор), яка має покращити значення цільової функції. Аналогічна операція здійснюється і в алгоритмі методу потенціалів.

Перехід від одного опорного плану до іншого виконують заповненням клітинки, для якої порушено умову оптимальності. Якщо таких клітинок кілька, то для заповнення вибирають таку, що має найбільше порушення, тобто

$$\max \{ \Delta_{ij} = (u_i + v_j) - c_{ij} \} .$$

Побудова циклу і перехід до наступного опорного плану. Вибрана порожня клітина разом з іншими заповненими становить $(m + n)$, отже, з цих клітин обов'язково утвориться цикл. У межах даного циклу здійснюють перерахування, які приводять до перерозподілу поставчань продукції.

Кожній вершині циклу приписують певний знак, причому вільній клітинці – знак «+», а всім іншим – за черговістю знаки «-» та «+». У клітинках зі знаком «-» вибирають значення $q = \min x_{ij}$ і переносять його у порожню клітинку. Одночасно це число додають до відповідних чисел, які містяться в клітинках зі знаком «+», та віднімають від чисел, що позначені знаком «-». Якщо значенню q відповідає кілька однакових перевезень, то при відніманні залишаємо у відповідних клітинках нульові величини перевезень у такій кількості, що дає змогу зберегти невід'язковість опорного плану.

Внаслідок наведеного правила вибору q дістаємо новий опорний план, який не містить від'ємних перевезень і задовольняє умови транспортної задачі. Оскільки кількість всіх клітин таблиці, що входять у цикл, є парною і до половини з них те саме число q додається, а від половини віднімається, то загальна сума перевезень по всіх колонках і рядках залишається незмінною.

Клітинка, що була вільною, стає заповненою, а відповідна клітинка з мінімальною величиною x_{ij} вважається порожньою. У результаті такого перерозподілу перевезень продукції дістанемо новий опорний план транспортної задачі.

Перевірка умови оптимальності наступного опорного плану. Якщо умова оптимальності виконується – маємо оптимальний план транспортної задачі, інакше необхідно перейти до наступного опорного плану.

Зауважимо, що аналогічно з розв'язуванням загальної задачі лінійного програмування симплексним методом, якщо за перевірки оптимального плану транспортної задачі для деяких клітин виконується рівність $u_i + v_j = c_{ij}$, то це означає, що задача має альтернативні оптимальні плани. Отримати їх можна, якщо побудувати цикли перерозподілу обсягів перевезень для відповідних клітин.

Приклад розв'язування транспортної задачі методом потенціалів

Постачальники		Споживачі			
		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
		110	40	60	80
A ₁	150	4	4	2	5
A ₂	60	5	3	1	2
A ₃	80	2	1	4	2

Нехай x_{ij} – кількість продукції, що перевозиться з i -ї фабрики до j -го замовника.

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j = 290$$

Оскільки транспортна задача за умовою є збалансованою, закритою, то математична модель задачі матиме вигляд:

$$\begin{cases} x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14} = 150 \\ x_{21}+x_{22}+x_{23}+x_{24} = 60 \\ x_{31}+x_{32}+x_{33}+x_{34} = 80 \end{cases} \begin{cases} x_{11}+x_{21}+x_{31} = 110 \\ x_{12}+x_{22}+x_{32} = 40 \\ x_{13}+x_{23}+x_{33} = 60 \\ x_{14}+x_{24}+x_{34} = 80 \end{cases}$$

Запишемо умови задачі у вигляді транспортної таблиці та складемо її перший опорний план у цій таблиці методом мінімальної вартості.

Загальна вартість перевезень продукції згідно з першим опорним планом визначається у такий спосіб:

$$Z = 4 \times 110 + 5 \times 40 + 1 \times 60 + 1 \times 40 + 2 \times 40 = 820 \text{ (ум. од.)}$$

Перший опорний план транспортної задачі вироджений, оскільки кількість заповнених клітинок у таблиці дорівнює п'яти, а $(m + n - 1) = 3 + 4 - 1 = 6$.

A_i	B_j				u_i
	$b_1 = 110$	$b_2 = 40$	$b_3 = 60$	$b_4 = 80$	
$a_1 = 150$	4 110	4	2 2	5 40	$u_1 = 5$
$a_2 = 60$	5	3	1 60	2 0	$u_2 = 2$
$a_3 = 80$	2	1 40	4	2 40	$u_3 = 2$
v_j	$v_1 = -1$	$v_2 = -1$	$v_3 = -1$	$v_4 = 0$	

Для дальшого розв'язування задачі необхідно в одну з порожніх клітинок записати «нульове перевезення» так, щоб не порушити опорності плану, тобто можна зайняти будь-яку пусту клітинку, яка не утворює замкнутого циклу із заповненими клітинами. Наприклад, заповнимо нулем клітинку A_2B_4 . Тепер перший план транспортної задачі є не виродженим, і його можна перевірити на оптимальність методом потенціалів.

На основі першої умови оптимальності $u_i + v_j = c_{ij}$ складемо систему рівнянь (для заповнених клітин таблиці) для визначення потенціалів першого опорного плану:

$$\begin{cases} u_1 + v_1 = 4; \\ u_1 + v_4 = 5; \\ u_2 + v_3 = 1; \\ u_2 + v_4 = 2; \\ u_3 + v_2 = 1; \\ u_3 + v_4 = 2. \end{cases}$$

Записана система рівнянь є невизначеною, і один з її розв'язків дістанемо, узявши, наприклад, $v_4 = 0$. Тоді всі інші потенціали однозначно визначаються з цієї системи рівнянь: $u_1 = 5$, $u_2 = 2$, $u_3 = 2$, $v_1 = -1$, $v_2 = -1$, $v_3 = -1$. Ці значення потенціалів першого опорного плану записуємо у транспортну таблицю.

Потім згідно з алгоритмом методу потенціалів перевіряємо виконання другої умови оптимальності $u_i + v_j \leq c_{ij}$ (для порожніх клітинок таблиці):

$$A_1B_2 : u_1 + v_2 = 5 + (-1) = 4 = 4;$$

$$A_1B_3 : u_1 + v_3 = 5 + (-1) = 4 > 2;$$

$$A_2B_1 : u_2 + v_1 = 2 + (-1) = 1 < 5;$$

$$A_2B_2 : u_2 + v_2 = 2 + (-1) = 1 < 3;$$

$$A_3B_1 : u_3 + v_1 = 2 + (-1) = 1 < 2;$$

$$A_3B_3 : u_3 + v_3 = 2 + (-1) = 1 < 4.$$

Умова оптимальності не виконується для клітинки A_1B_3 . Порухення $\Delta_{13} = (u_1 + v_3) - c_{13} = 4 - 2 = 2$ записуємо в лівому нижньому кутку відповідної клітинки.

Отже, перший опорний план транспортної задачі неоптимальний. Тому від нього необхідно перейти до другого плану, змінивши співвідношення заповнених і порожніх клітинок таблиці.

Потрібно заповнити клітинку A_1B_3 , в якій є єдине порушення умови оптимальності. Ставимо в ній знак «+». Для визначення клітинки, що звільняється, будуємо цикл, починаючи з клітинки A_1B_3 , та позначаємо вершини циклу по чергово знаками «-» і «+». Тепер необхідно перемістити продукцію в межах побудованого циклу. Для цього у порожню клітинку A_1B_3 переносимо менше з чисел x_{ij} , які розміщені в клітинках зі знаком «-». Одночасно це саме число x_{ij} додаємо до відповідних чисел, що розміщені в клітинках зі знаком «+», та віднімаємо від чисел, що розміщені в клітинках, позначених знаком «-».

У даному разі $\min x_{ij} = 40$. Виконавши перерозподіл перевезень продукції згідно із записаними правилами, дістанемо такі нові значення: для клітинки $A_1B_3 - 40$ од. продукції, а для $A_2B_3 - (60 - 40) = 20$ од., а для $A_2B_4 - (0 + 40) = 40$ од. Клітинка A_1B_4 звільняється і в новій таблиці буде порожньою. Усі інші заповнені клітинки першої таблиці, які не входили до циклу, переписуємо у другу таблицю без змін. Кількість заповнених клітинок у новій таблиці також має відповідати умові невідродженості плану, тобто дорівнювати $(n + m - 1)$.

Отже, другий опорний план транспортної задачі матиме такий вигляд:

A_i	B_j				u_i
	$b_1 = 110$	$b_2 = 40$	$b_3 = 60$	$b_4 = 80$	
$a_1 = 150$	4 110	4	2 + 40	5	$u_1 = 0$
$a_2 = 60$	5	3	1 - 20	2 + 40	$u_2 = -1$
$a_3 = 80$	+2 1	40	1	4 - 40	$u_3 = -1$
v_j	$v_1 = 4$	$v_2 = -2$	$v_3 = 2$	$v_4 = 3$	

Розрахуємо значення цільової функції відповідно до другого опорного плану задачі:

$$Z^* = 4 \times 110 + 2 \times 40 + 1 \times 20 + 2 \times 40 + 1 \times 40 + 2 \times 40 = 740 \text{ (ум. од.)}$$

Новий план знову перевіряємо на оптимальність, тобто повторюємо описані раніше дії. Другий опорний план транспортної задачі також неоптимальний (має місце порушення для клітинки A_3B_1). За допомогою побудованого циклу, виконавши перехід до третього опорного плану транспортної задачі, отримуємо

Постачальники		Споживачі			
		B_1	B_2	B_3	B_4
		110	40	60	80
A_1	150	4 90	4	2 60	5
A_2	60	5	3	1	2 60
A_3	80	2 20	1 40	4	2 20

Визначимо загальну вартість витрат на транспортування продукції згідно з третім опорним планом:

$$Z^{**} = 4 \times 90 + 2 \times 60 + 2 \times 60 + 2 \times 20 + 1 \times 40 + 2 \times 20 = 720 \text{ (ум. од.)}$$

Перевірка останнього плану на оптимальність за допомогою методу потенціалів показує, що він оптимальний. Тому за оптимальним планом перевезень перший замовник отримує 90 тис. од. продукції з першої фабрики та 20 тис. од. – з третьої. Другий споживач задовольняє свій попит за рахунок виробництва та перевезення 40 тис. од. продукції з третьої фабрики і т. д. При цьому загальна

вартість перевезень всієї продукції є найменшою і становить 720 ум. од.

Симплекс-метод

Оскільки математична модель транспортної задачі представляє собою систему лінійних рівнянь, то вона може бути вирішена методами лінійного програмування, в тому числі і симплексним методом. Алгоритм побудови розв'язку задачі лінійного програмування за симплекс методом полягає у переході від одного опорного плану до іншого, при якому значення цільової функції збільшується. Перехід до іншого опорного плану можливий лише в тому випадку, якщо відомо, деякий, початковий план.

Порядок та методика виконання завдань

Здобувачі вищої освіти вивчають теоретичний матеріал за темою лабораторної роботи під керівництвом викладача та виконують індивідуальне завдання у наступній послідовності:

1. Складання оптимальних планів транспортної задачі різними методами
2. Проведення аналізу і визначення оптимального плану транспортної задачі
3. Формалізація математичної моделі та розв'язок транспортної задачі у середовищі MS Excel

Алгоритм розв'язку системи лінійних рівнянь у середовищі MS Excel

Розв'язок системи лінійних рівнянь симплекс-методом здійснюють за допомогою інструменту для пошуку рішення рівнянь і задач оптимізації «Поиск Решения» (вкладка *Данные*) у середовищі MS Excel.

Для активації інструменту для пошуку рішення рівнянь і задач оптимізації «Поиск Решения» у середовищі MS Excel необхідно:

1. Перейти в *Параметри Excel* та вибрати команду *Надстройки/Управление*
2. Вибрати пункт *Надстройки Excel* та вибрати команду *Перейти*
3. У вікні *Доступные надстройки* вибрати команду *Поиск решения*

Для розв'язку задач лінійного програмування за допомогою інструменту для пошуку рішення рівнянь і задач оптимізації «Поиск Решения» (вкладка *Данные*) у середовищі MS Excel необхідно:

1. Створити MS Excel таблицю тарифів та запасів: «*Тарифи перевезень*» та «*План перевезень*». У таблиці «*Тарифи перевезень*» потрібно записати вихідні числові дані, а в таблиці «*План перевезень*» необхідно визначити комірки, в яких будуть записуватися шукані результати

2. Продублювати стовпчики *Запаси* та *Потреби*, а також для зручності роботи з таблицею додати стовпчики *Використано* та *Задоволено*

3. Вказати адреси клітин, в які буде надсилатися результат розв'язку (*Изменяемые ячейки*)

4. Для того, щоб вказати необхідні посилання на комірки та обмеження для цільової функції, потрібно виконати команду *Сервис*→*Поиск решений*

5. У діалоговому вікні «*Поиск решений*» ввести обмеження та параметри для розв'язку задачі лінійного програмування (*Установить целевую ячейку, Значения целевой функции, Изменяя ячейки, Ограничения*). Під час введення залежності для цільової функції необхідно врахувати, що загальна вартість усіх перевезень, які необхідно виконати для того, щоб доставити товар усіх постачальників до кожного споживача, відповідає сумі добутків відповідних тарифів на перевезену кількість товару

Вимоги щодо оформлення та порядку подання звіту лабораторної роботи

Захист лабораторної роботи та оцінювання рівня засвоєння здобувачами вищої освіти навчального матеріалу проводиться під час лабораторного заняття у вигляді перевірки виконаного завдання.

Самостійна робота № 1

Моделювання, як метод наукового пізнання та інструмент управління технологічним процесом у тваринництві

Коротка характеристика змісту навчального матеріалу, що є предметом самостійного опрацювання

Питання 1. Вивчити класифікацію математичних моделей

Вивчити основні методи математичного моделювання та принципи класифікації математичних моделей за цільовим призначенням, за врахуванням фактора невизначеності невідомих величин (детерміновані, стохастичні і моделі з елементами невизначеності), за характером математичного апарату (матричні моделі, моделі лінійного та нелінійного програмування, кореляційно-регресійні моделі, моделі теорії масового обслуговування), за структурою моделей та характером їх складових (одно- та багатофакторні моделі, статичні та динамічні моделі, моделі простої та складної структури).

Питання 2. Ознайомитись із класифікацією математичних моделей прогнозування

Необхідно ознайомитись із класифікацією методів прогнозування (метричне, системно-структурне, математичне моделювання) та схемою побудови математичних моделей для прогнозування (балансові моделі, оптимізаційні моделі, імітаційні моделі).

Завдання для виконання

Ознайомитися з навчальним матеріалом за поданими питаннями та скласти конспект.

Форма контролю – оцінювання конспекту

Питання для самоконтролю

1. Вкажіть методи прогнозування за ступенем формалізації
2. Опишіть основні етапи прогнозування
3. Вкажіть основні принципи класифікації методів прогнозування
4. Вкажіть принципи покладені в основу класифікації математичних моделей за структурою моделей та характером їх складових
5. Вкажіть переваги застосування математичного моделювання над фізичним моделюванням

Список рекомендованої літератури

1. Браславец М. Е. Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства. – М. : Экономика, 1991. 357 с.
2. Гатаулин А. М. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / А. М. Гатаулин, Г. В. Гаврилов, Т. М. Сорокин и др. Москва : Агропромиздат, 1990. 432 с.
3. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах. М. : Высшая школа, 1986. 319 с.

Лабораторна робота № 2

Моделювання оптимального складу комбікормів та раціонів годівлі сільськогосподарських тварин

Мета: сформувати практичні навички та уміння формалізації і застосування економіко-математичних моделей для розрахунку оптимального складу комбікорму та оптимізації збалансованих раціонів годівлі сільськогосподарських тварин

Завдання лабораторного заняття

Завдання 1

Розрахувати оптимальний збалансований раціон годівлі дійних корів відповідно до індивідуального завдання

№	Жива маса, кг	Добовий надій молока, кг	Використання молока
1	600	18	незбиране молоко
2	500	20	переробка на масло
3	600	22	переробка на сир
4	500	16	незбиране молоко
5	700	18	переробка на масло
6	500	20	переробка на сир
7	600	22	незбиране молоко
8	500	16	переробка на масло
9	600	18	переробка на сир
10	700	20	незбиране молоко
11	600	22	переробка на масло
12	500	16	переробка на сир
13	600	18	незбиране молоко
14	500	20	переробка на масло
15	700	22	переробка на сир

Завдання 2

Розрахувати оптимальний склад комбікорму для сільськогосподарських тварин і птиці відповідно до індивідуального завдання

№	Вид тварин	Вік (днів) або жива вага (кг)
1	Ремонтний молодняк свиней	45 кг
2	" "	90 кг
3	" "	120 кг
4	Відгодівля свиней	60 кг
5	" "	80 кг
6	" "	100 кг
7	Молодняк яєчних курей	6 тижнів
8	Молодняк яєчних курей	10 тижнів
9	Кури м'ясні	25 тижнів
10	Молодняк індиків	25 тижнів
11	Молодняк м'ясних курей	5 тижнів
12	Молодняк м'ясних курей	14 тижнів
13	Молодняк качок пекін	3 тижнів
14	Молодняк качок пекін	6 тижнів
15	Молодняк гусей	2 тижні

Перелік спеціального обладнання та устаткування: ПЕОМ, комп'ютерна програма MS Excel

Теоретичний коментар

Оптимізація раціонів сільськогосподарських тварин здійснюють на основі лінійної економіко-математичної моделі, цільовою функцією якої є мінімум вартості раціону, а вимоги до якості раціону задаються у вигляді системи обмежень на вміст у раціоні компонентів раціону.

Умову з оптимізації раціону можна сформулювати наступним чином: виходячи із наявних кормів у господарстві, а також кормових добавок, скласти раціон для тварини певної статево-вікової групи, який повністю забезпечував організм поживними речовинами, і в той же час, був найдешевшим.

Для формалізації математичної моделі необхідна інформація:

1. Забезпеченість господарства кормами і кормовими добавками
2. Поживність кормів і кормових добавок
3. Потреба тварини в поживних речовинах
4. Фізіологічно допустимі межі згодовування окремих кормів чи співвідношення окремих груп кормів у раціоні
5. Собівартість кормів та вартість придбаних кормів і добавок

Постановка задачі і формалізація математичної моделі

Тварини повинні отримувати щодня m поживних речовин в кількості не менше b_1, b_2, \dots, b_m . В раціон тварин входять n видів кормів і кормових добавок. Необхідно скласти раціон годівлі тварин, що забезпечує мінімальні витрати

Відомо:

a_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$) – вміст i -го поживної речовини в одиниці j -го виду корму;

c_j ($j = 1, 2, \dots, n$) – вартість одиниці j -го виду корму

Введемо змінні

$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, де x_j ($j = 1, 2, \dots, n$) – обсяг j -го виду корму, що входить в раціон;

$a_{ij}x_j$ – кількість i -го поживної речовини, що міститься в j -ом кормі раціону

c_jx_j – вартість (собівартість) j -го корму

Цільова функція

$$Z(X) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \min$$


Порядок та методика виконання завдань

Здобувачі вищої освіти вивчають теоретичний матеріал за темою лабораторної роботи під керівництвом викладача та розраховують

оптимальний раціон та оптимальний склад комбікорму для сільськогосподарських тварин відповідно до індивідуального завдання. При розрахунку оптимального раціону та оптимального складу комбікорму здобувачі вищої освіти самостійно обирають перелік кормів і кормових добавок. Вартість кормів і кормових добавок визначають використовуючи дані електронної зернової біржі (<https://graintrade.com.ua/indeksCen>) та основних дилерів кормових добавок в Україні (<http://agrokapital.com.ua/kormov%D0%86-dobavki.html>)

Методика рішення задач ЛП за допомогою засоба «ПОИСК РЕШЕНИЯ» табличного процесора EXCEL на ПЕОМ

ПОИСК РЕШЕНИЯ - це надбудова EXCEL, що дає можливість розв'язувати лінійні. Якщо в меню *Сервис* відсутня команда **ПОИСК РЕШЕНИЯ**, її потрібно активізувати: *Сервис – Надстройки -Поиск решения* (для EXCEL 2003). При використанні EXCEL 2007 необхідно:

1. Натиснути значок **Кнопка Microsoft Office** , а потім натисніть **Параметри Excel**.

2. Вибрати команду **Надстройки**, а потім у вікні **Управление** вибрати пункт **Надстройки Excel**.

3. Натиснути кнопку **Перейти**.

4. У вікні **Доступные надстройки** встановити прапорець **Поиск решения** і натиснути кнопку **ОК**.

5. Після завантаження надбудови для пошуку рішення в групі **Анализ** на вкладці **Данные** стає доступна команда **Поиск решения**.

Для реалізації алгоритму необхідно:

- сформулювати формулу для вводу умов ;
- вказати адреси клітин, в які буде надсилатися результат

розв'язку

(изменяемые ячейки);

- ввести залежність для цільової функції;
- вказати призначення цільової функції (**Установить целевую ячейку**);

ячейку);

- ввести обмеження;
- ввести параметри для розв'язку ЗЛП.

Методика розв'язку класичної задачі з оптимізації раціону для корів дійного стаду наведена нижче (числова модель табл. 1).

Необхідно знайти такий оптимальний раціон, який забезпечує потребу організму в поживних речовинах, відповідає вимогам

організму щодо рівня споживання окремих кормів і є мінімальним за вартістю.

Позначимо через $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$ масу окремих кормів, а через X_7 - загальну поживність раціону.

Економіко-математична модель матиме такий вигляд.

Цільова функція - це математичний вираз мети, тобто того, що в даному випадку необхідно мінімізувати:

$$F(x) = 2,8X_1 + 3,5X_2 + 0,85X_3 + 0,25X_4 + 0,55X_5 + 8,5X_6$$

Обмеження за умовою:

$$1,15X_1 + 1,18X_2 + 0,44X_3 + 0,2X_4 + 0,2X_5 \geq 13,4$$

$$1,15X_1 + 1,18X_2 + 0,44X_3 + 0,2X_4 + 0,2X_5 \leq 13,8$$

$$85X_1 + 189X_2 + 144X_3 + 5X_4 + 14X_5 \geq 1340$$

$$85X_1 + 189X_2 + 144X_3 + 5X_4 + 14X_5 \leq 1380$$

$$2X_1 + 2X_2 + 17X_3 + 2,8X_4 + 1,4X_5 + 164X_6 \geq 97$$

$$3,9X_1 + 4,3X_2 + 2,2X_3 + 0,8X_4 + 0,4X_5 + 230X_6 \geq 69$$

$$0,3X_1 + 0,2X_2 + 49X_3 + 4X_4 + 20X_5 \geq 610$$

$$1,15X_1 + 1,18X_2 + 0,44X_3 + 0,2X_4 + 0,2X_5 - X_6 = 0$$

$$0,44X_3 + 0,2X_4 - 0,26X_6 = 0$$

$$1,15X_1 + 1,18X_2 - 0,29X_6 \geq 0$$

$$X_5 \geq 15$$

$$X_2 \leq 2$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6 \geq 0$$

1. Для наведеної системи підготуємо форму для введення умов.

2. У нашій задачі оптимальні значення вектора $X = (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6)$ після розв'язку будуть розміщені в клітинках **B16:G16**, оптимальне значення цільової функції - в клітинці **I15**.

3. Введемо дані у підготовлену форму, отримаємо результат, зображений на рис. 1.1.

4. Введемо залежність для цільової функції:

- - робимо активною клітину **I15**;
- - курсор на *Мастер функції*;
- - на екрані з'являється діалогове вікно *Мастер функцій*;
- - з вікна *Категорія* курсором вибираємо категорію *Математические*;
- - у вікні *Функції* обираємо СУММПРОИЗВ;
- - у масив 1 вводимо **B16:H16**;
- - у масив 2 вводимо **I15:H15**;
- - установку цільової функції завершено.

На екрані **I16** цільова функція введена, як показано на рис. 1.2.

1. Числова математична модель задачі з оптимізації раціону для корів

Змінні Обмеження	Дерть ячмінна X1	Дерть горохова X2	Сіно з люцерни X3	Солома пшенична X4	Силос кукурудзяний X5	Монокальцій фосфат X6	Корм. од X7	Тип обмеження і його величина
1. Корм. од	1,15	1,18	0,44	0,2	0,2			$\geq 13,4$
2. Корм. од	1,15	1,18	0,44	0,2	0,2			$\leq 13,8$
3. Перетравний протеїн, г	85	189	144	5	14			≥ 1340
4. Перетравний протеїн, г	85	189	144	5	14			≤ 1380
5. Кальцій, г	2	2	17	2,8	1,4	164		≥ 97
6. Фосфор, г	3,9	4,3	2,2	0,8	0,4	230		≥ 69
7. Каротин, мг	0,3	0,2	49	4	20			≥ 610
8. Корм. од., всього	1,15	1,18	0,44	0,2	0,2		-1	$= 0$
9. Грубих кормів, %			0,44	0,2			-0,26	$= 0$
10. MIN. концкормів, %	1,15	1,18					-0,29	≥ 0
11. MIN силосу, кг					1			≥ 15
12. МАХ дерті горохової		1						≤ 2
Цільва функція	2,8	3,5	0,85	0,25	0,55	8,5		$\rightarrow \min$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		Дерть ячмінна	Дерть горохова	Сіно з люцерни	Солома пшенична	Силос кукурудзяний	Монокальцій фосфат	Корм. од	фактично міститься в раціоні	Тип обмеження	Величина обмеження
2		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7			
3	1. Корм. од	1,15	1,18	0,44	0,2	0,2				\geq	13,4
4	2. Корм. од	1,15	1,18	0,44	0,2	0,2				\leq	13,8
5	3. Перетравний протеїн, г	85	189	144	5	14				\geq	1340
6	4. Перетравний протеїн, г	85	189	144	5	14				\leq	1380
7	5. Кальцій, г	2	2	17	2,8	1,4	164			\geq	97
8	6. Фосфор, г	3,9	4,3	2,2	0,8	0,4	230			\geq	69
9	7. Каротин, мг	0,3	0,2	49	4	20				\geq	610
10	8. Корм. од., всього	1,15	1,18	0,44	0,2	0,2		-1		$=$	0
11	9. Грубих кормів, %			0,44	0,2			-0,26		$=$	0
12	10. MIN. концкормів, %	1,15	1,18					-0,29		\geq	0
13	11. MIN силосу, кг					1				\geq	15
14	12. МАХ дерті горохової		1							\leq	2
15	Цільва функція	2,8	3,5	0,85	0,25	0,55	8,5				$\rightarrow \min$
16	значення, кг									ЦФ	

Рис. 1.1 Дані введено у форму

5. Введемо залежності для лівих частин обмежень: аналогічно попередньому кроку вводимо функції для лівих частин, або ж з клітини I15 копіюємо формулу в I3... I14. На цьому завершено введення залежностей.

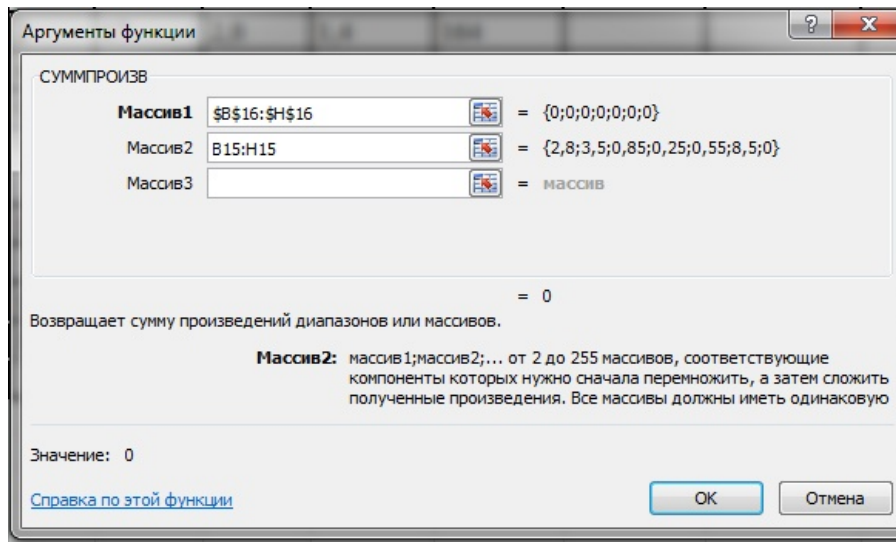


Рис. 1.2. Формування цільової функції

Після вибору команд *Сервис=>Поиск решения* або *Данные=>Поиск решения* з'явиться діалогове вікно *Поиск решения*.

У діалоговому вікні *Поиск решения* є три основних параметри:

- *Установить целевую функцию.*
- *Изменяя ячейки.*
- *Ограничения.*

Насамперед необхідно заповнити поле *Установить целевую функцию*.

У всіх задачах для засобу *Поиск решения* оптимізується результат в одній з клітин робочого листа. Цільова функція зв'язана з іншими клітинами цього листа за допомогою формул. Засіб *Поиск решения* дає можливість обрати пошук найменшого чи найбільшого значення для цільової функції, або встановити конкретне значення.

Другий важливий параметр засобу *Поиск решения* - *Изменяя ячейки*.

Изменяемые ячейки – це клітини, значення в яких будуть змінюватися для того щоб, оптимізувати результат у цільовій клітині.

Для розв'язку задачі можна вказати до 200 таких клітин, але до них є дві основні умови: вони мають містити формули і зміна їх значень повинна впливати на зміну значення цільової функції, тому цільова клітина залежна від *Изменяемых ячеек*.

Адреси клітин усі діалогові вікна зручно вводити не з клавіатури, а рухаючись мишкою по клітинах, адреси яких слід ввести.

Третій параметр, що необхідно встановити - *Ограничения*.

6. Призначення цільової функції:

Навести курсор в поле *Установить целевую функцию*.

-Ввести адресу клітини *I15*.

- Ввести напрямок цільової функції (максимального значення).
- Ввести адреси змінних:
- Навести курсор в поле *Изменяя ячейки*.
- Ввести адреси ***\$B\$16:\$H\$16***.

7.Вводимо обмеження:

Курсор в поле *Добавить*, з'являється діалогове вікно *Добавление ограничений* (рис. 1.3.)

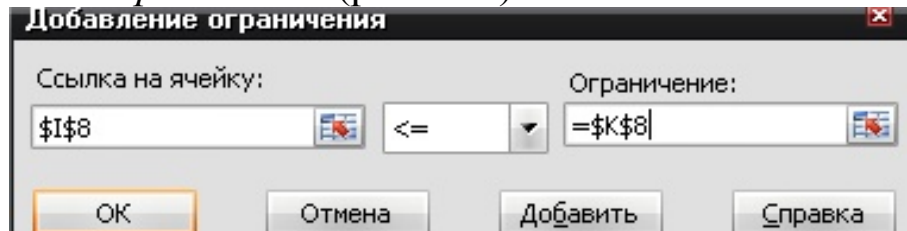


Рис. 1.3. Формування обмежень

- У полі *Ссылка на ячейку* ввести адресу ***I3***.
- Ввести знак обмеження та обсяг обмеження (посилання на клітинку ***K3***).
- *Добавить*. Аналогічно ввести решту обмежень.
- Після останнього обмеження ввести ***OK***.

На екрані з'являється діалогове вікно *Поиск решения* з введеними умовами (рис. 1.4) (для MS excel 2007 і новіші версії)

- Відкрити вікно *Параметры поиска решения*.

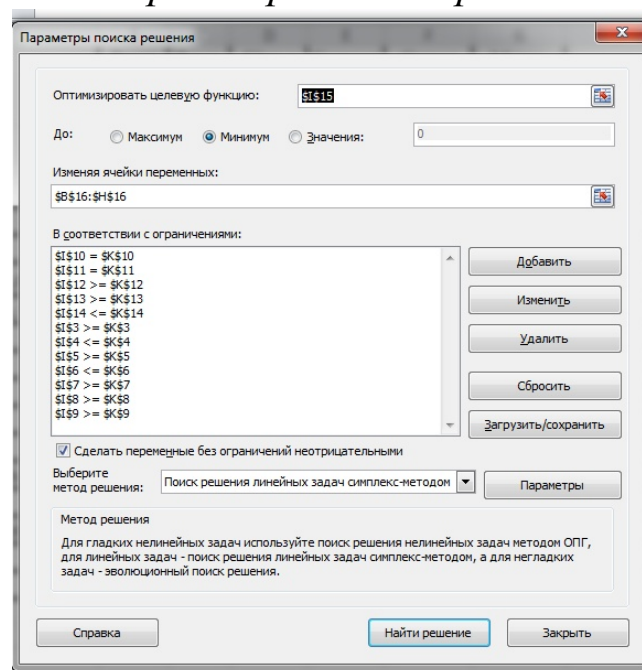


Рис. 1.4 Сформовані та введені всі умови для розв'язку

Відмітити позначку *Линейная модель*, що забезпечує використання симплекс-методу, та позначити прапорцем

Неотрицательные значения.-ОК.

На екрані з'явиться вікно Поиска решения.-Выполнить

На екрані з'явиться діалогове вікно Результаты поиска решения-рис. 1.6.

Оптимальный розв'язок знайдено.

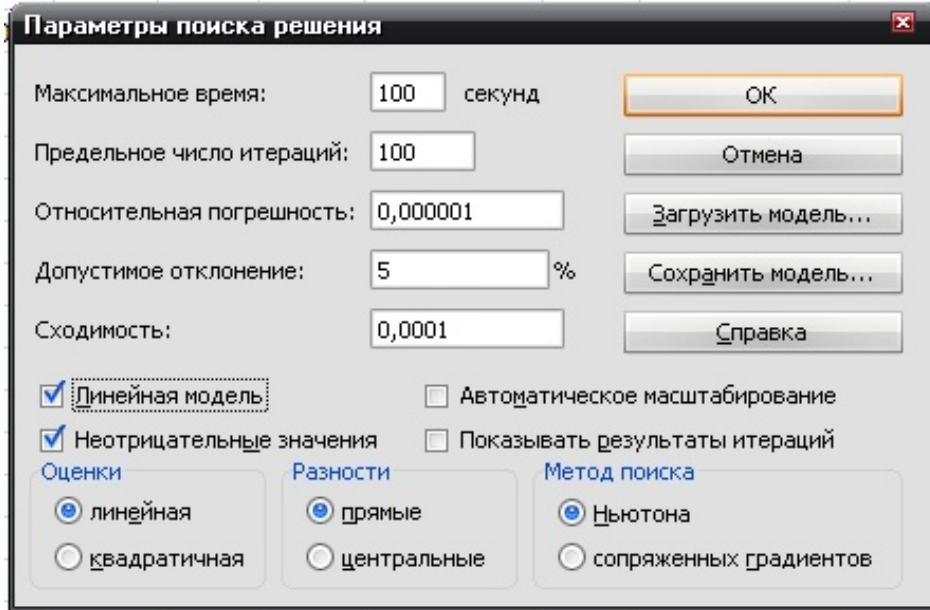


Рис. 1.5 Параметры для задач линейного програмування

Отриманий оптимальний розв'язок означає, що мінімальна вартість добового раціону 31,81 грн. забезпечить отримання добового надою молока від корови 18 кг. При цьому раціон включатиме 5,34 кг дерті ячмінної, 4,02 кг сіна із люцерни, 8,57 кг соломи, 18,8 кг силосу та 108 г монокальційфосфату. Раціон за енергетичною поживністю та вмістом взятих для розрахунку окремих поживних речовин відповідає нормі годівлі тварин.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		Дерть ячмін- на	Дерть горо- хова	Сіно з люцер- ни	Солома пшенич- на	Силос кукуруд- зяний	Моно- кальцій фосфат	Корм. од	фактично міститься в раціоні	Тип обмеження	Величи- на обме- ження
1								X7			
2											
3	1.	Корм. од							13,4	>=	13,4
4	2.	Корм. од							13,4	<=	13,8
5	3.	Перетравний про							1340	>=	1340
6	4.	Перетравний про							1340	<=	1380
7	5.	Каль-цій, г							147,206527	>=	97
8	6.	Фосфор, г							69	>=	69
9	7.	Каро-тин, мг							610	>=	610
10	8.	Корм. од., всього						-1	-1,776E-15	=	0
11	9.	Грубих кормів, %						-0,26	4,4409E-16	=	0
12	10.	MIN. концкор-м						-0,29	2,25909429	>=	0
13	11.	MIN силосу, кг							18,8545286	>=	15
14	12.	MAX дерті горохової		1					0	<=	2
15		Цільва функція	2,8	3,5	0,85	0,25	0,55	8,5	31,8138337	ЦФ	→min
16		значення, кг	5,3436	0	4,02056	8,57478	18,85453	0,108319	13,4		

Рис. 1.6 Результаты розв'язку

Вимоги щодо оформлення та порядку подання звіту лабораторної роботи

Захист лабораторної роботи та оцінювання рівня засвоєння здобувачами вищої освіти навчального матеріалу проводиться під час лабораторного заняття у вигляді перевірки виконаного завдання.

Самостійна робота № 2

Моделювання оптимального складу комбікормів та раціонів годівлі сільськогосподарських тварин

Коротка характеристика змісту навчального матеріалу, що є предметом самостійного опрацювання

Питання 1. Моделювання оптимального складу комбікормів та раціонів годівлі сільськогосподарських тварин

Ознайомитись з алгоритмом моделювання оптимального складу комбікормів та раціонів годівлі сільськогосподарських тварин

Питання 2. Застосування економіко-математичних моделей для розрахунку оптимального складу комбікорму та оптимізації збалансованих раціонів годівлі сільськогосподарських тварин

Необхідно здійснити пошук інформації у періодичних фахових виданнях стосовно практичного застосування математичних і економіко-математичних моделей для розрахунку оптимального складу комбікорму та оптимізації збалансованих раціонів годівлі сільськогосподарських тварин.

Завдання для виконання

Ознайомитися з навчальним матеріалом за поданими питаннями та скласти конспект.

Форма контролю – оцінювання конспекту

Питання для самоконтролю

1. Вкажіть склад змінних величин і обмежень при оптимізації раціонів годівлі сільськогосподарських тварин
2. Вкажіть принцип складання числової матриці математичної моделі раціону сільськогосподарських тварин
3. Вкажіть алгоритм розв'язку системи лінійних рівнянь економіко-математичної моделі раціону сільськогосподарських тварин

Список рекомендованої літератури

1. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах. М. : Высшая школа, 1986. 319 с.

2. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин : навчальний посібник / [І. І. Ібатуллін, Ю. Ф. Мельник, В. В. Отченашко, та ін.]; під ред. академіка НААН України І. І. Ібатулліна. К. : 2015. 422 с.

3. Іноземцев Г. Б. Математичне моделювання та оптимізація систем електроспоживання у сільському господарстві : [Навчальний посібник] / Г. Б. Іноземцев, В. В. Козирський; за ред. Г. Б. Іноземцева. К. : Видавничий центр НУБіП України, 2010. 140 с.

4. Наконечний С. І. Математичне програмування : навчальний посібник / С. І. Наконечний, С. С. Савіна. К. : КНЕУ, 2003. 452 с.

5. Григорів В. С., Бойчук М. В. Практикум з математичного програмування : Учбовий посібник для студентів економічних спеціальностей вузів.– Чернівці : Прут, 1995. 244 с.

Лабораторна робота № 3

Моделювання та оптимізація структури стада великої рогатої худоби і свиней

Мета: сформувати уміння та набути практичних навичок математичного моделювання та оптимізації структури стада для великої рогатої худоби і свиней

Завдання лабораторного заняття

Завдання 1

Вивчити алгоритм складання математичної моделі структури стада для великої рогатої худоби. Скласти математичну модель структури стада для великої рогатої худоби з урахуванням зоотехнічних показників вибраковування тварин, складу та темпу розширення стада.

Варіанти індивідуальних завдань

№ з/п	Розширення стада, %	Вихід телят, %	Вибракування тварин, %							
			корови	нетелі	телиці			бугайці		
					старше року	до 1 року	приплід	старше року	до 1 року	приплід
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1	-	92	20	2	15	10	3	5	10	10
2	5	94	22	2	14	12	3	10	15	10
3	10	95	25	2	12	10	5	8	12	10
4	10	88	24	3	15	8	3	9	10	10
5	15	96	22	3	13	11	2	12	10	13
6	10	90	23	3	15	8	4	6	12	10
7	-	90	25	1	14	8	3	7	8	15
8	-	95	20	2	13	10	4	6	9	10
9	7	92	23	2	14	11	2	10	10	10

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
10	5	97	22	3	13	12	3	3	12	15
11	5	94	24	2	12	8	2	9	12	10
12	10	90	22	2	15	8	3	5	8	12
13	2	90	20	2	13	8	4	5	8	13
14	-	87	23	1	14	9	3	6	8	10
15	-	85	24	2	12	8	4	7	10	10

Завдання 2

Вивчити алгоритм складання математичної моделі структури стада для свиней. Скласти математичну модель структури стада для свиней з урахуванням зоотехнічних показників виходу молодняку на одну свиноматку за рік, складу та темпу розширення стада.

Завдання 3

Розрахувати оптимальну структуру стада для великої рогатої худоби і свиней

Варіанти індивідуальних завдань

№ з/п	Вихід молодняку на одну свиноматку за рік, голів	Щорічний ремонт основного стада маток, %	Збільшення поголів'я основного стада, %	Коефіцієнт збереженості молодняку %.
1	20	30	10	90
2	19	30	0	92
3	22	32	5	93
4	16	25	3	95
5	19	25	8	95
6	18	23	5	92
7	23	25	10	89
8	25	32	15	85
9	22	31	12	83
10	24	26	7	88
11	20	24	0	90
12	21	28	5	91
13	17	29	0	92
14	19	27	0	91
15	20	39	0	93

Перелік спеціального обладнання та устаткування: ПЕОМ, комп'ютерна програма MS Excel

Теоретичний коментар

Підвищення рівня виробництва продукції тваринництва значною мірою залежить від росту поголів'я тварин та їх продуктивності. Важливу

роль при цьому відіграє економічне обґрунтування структури стада, яка знаходиться у прямій залежності від спеціалізації галузі, породного складу стада, системи його відтворення, відтворних якостей маточного поголів'я, тривалості вирощування молодняку і т. д. Від того, яка структура стада, безпосередньо залежать темпи розширеного відтворення на фермах і оборот стада, об'єм виробленої продукції, що реалізується, собівартість продукції, величина прибутку і рівень рентабельності господарства.

Сформулювати задачу з оптимізації структури стада сільськогосподарських тварин можна так: визначити оптимальну структуру стада у господарстві, яка забезпечила б отримання максимальної кількості продукції (молока, м'яса чи вирощування племінного молодняку).

На першому етапі складання математичної моделі структури стада визначаються змінні та будується спрощена матриця, що відображає в собі основні, найбільш важливі обмеження і зв'язки між статеві-віковими групами тварин. Перед тим, як приступити до заповнення матриці коефіцієнтами, доцільно уточнити перелік наявних статеві-вікових груп і по можливості скоротити їх кількість шляхом об'єднання і ігнорування.

Змінними величинами в математичній моделі структури стада є частки кожної статеві-вікової групи тварин у стаді. Розрахунок коефіцієнтів матриці і здійснення балансових ув'язок проводиться з урахуванням показника вибраковування тварин і темпу розширення стада.

Математична модель структури стада для великої рогатої худоби

Основними статеві-віковими групами тварин в стаді великої рогатої худоби є: корови (x_1), нетелі (x_2), телиці старше року (x_8), телиці віком 6 – 12 міс. (x_6), телиці віком до 6 міс. (x_4), бугайці віком старше року (x_7), бугайці віком 6 – 12 міс. (x_5), бугайці віком до 6 міс (x_3).

Критерій оптимальності

$$Z_{\max} = \sum_{i=1}^n c_i x_i$$

Система обмежень і умов

1. За складом поголів'я тварин різних статеві-вікових груп

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1$$

2. За співвідношенням між поголів'ям нетелей і корів

$$x_2 \geq x_1(H_1 + T_1)$$

$$x_1(H_1 + T_1) - x_2 \leq 0$$

H_1, T_1 – коефіцієнти вибракування і розширення стада корів

Це обмеження характеризує взаємозв'язок між поголів'ям корів і нетелей і гарантує відновлення вибракуваного поголів'я та збільшення його відповідно з темпами розширення стада за рахунок нетелей:

3. За співвідношенням між маточним поголів'ям і отриманим приплодом

$$x_4 - x_3 \leq 0$$

$$(x_4 + x_7) - (x_5 + x_8) \leq 0$$

$$x_6 - x_4 \leq 0$$

$$x_4 - x_7 + x_5 - x_8 \leq 0$$

4. Обмеження за співвідношенням між поголів'ям різних статеві-вікових груп тварин

$$x_i - (1 - V_i)x_{i+1} \leq 0 \text{ для } i = 2, 3, 4, 6, 7$$

Це обмеження характеризує залежності між поголів'ям тварин молодших і старших груп із урахуванням рівня вибракування в кожній групі і гарантує, що поголів'я тварин у групах старших буде меншим або дорівнювати поголів'ю в молодших групах з урахуванням вибракуваного поголів'я в цих групах.

6. За співвідношенням між поголів'ям телиць і бугайців віком до 6 місяців

$$x_8 - x_5 < 0,001;$$

7. Умова невід'ємності змінних

$$x_i > 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, 8$$

Математична модель структури стада для свиней

Основними статеві-віковими групами тварин в стаді свиней є: маточне поголів'я (x_1), молодняк віком до 3 міс. (x_2); молодняк віком 3 – 6 міс. (x_3); молодняку віком 6 – 9 міс. (x_4); молодняку віком 9 – 12 міс (x_5).

Критерій оптимальності

$$Z_{\max} = \sum_{i=1}^n c_i x_i$$

Система обмежень і умов

1. За складом поголів'я тварин різних статеві-вікових груп

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1$$

2. За співвідношенням маточного поголів'я і поголів'я молодняку віком до 3 міс.

$$x_2 \geq P \times x_1$$

P – багатоплідність маток із урахуванням вікового інтервалу 3 міс.

3. Взаємозв'язок між молодняком старших і молодших вікових груп із урахуванням коефіцієнта при змінних K_j

$$K_j = [1 - (1 - B) \times t] \times (1 - t \times T)$$

T – темп приросту маточного поголів'я, %

B – коефіцієнт збереженості молодняку, %

t – тимчасовий інтервал між групами, місяців

$$x_3 \geq K_j \times x_2, \text{ або } x_3 - K_j \times x_2 \leq 0$$

4. Взаємозв'язок між поголів'ям ремонтного молодняку старшого віку (9 – 12 міс.) і маточним поголів'ям відображається через коефіцієнт K

$$K = \frac{T + H}{P \times B}$$

H – рівень вибракування основного стада

$$x_1 - K \times x_5 \leq 0$$

5. Обмеження за мінімальною кількістю свиноматок в стаді

$$x_1 \geq \text{min}$$

6. Умова невід'ємності змінних

$$x_i > 0, \quad i = 1, 2, \dots, 5$$

Порядок та методика виконання завдань

Здобувачі вищої освіти вивчають теоретичний матеріал за темою лабораторної роботи під керівництвом викладача та складають математичні моделі структури стада для великої рогатої худоби і свиней відповідно до індивідуального завдання (завдання 1,2).

Для розрахунку оптимальної структури стада для великої рогатої худоби і свиней (завдання 3), здобувачі вищої освіти складають числові матриці математичних моделей структури стада (для великої рогатої худоби та свиней) та розв'язують їх за допомогою інструменту для пошуку рішення рівнянь і задач оптимізації «Поиск Решения» у середовищі MS Excel.

Вимоги щодо оформлення та порядку подання звіту лабораторної роботи

Захист лабораторної роботи та оцінювання рівня засвоєння здобувачами вищої освіти навчального матеріалу проводиться під час лабораторного заняття у вигляді перевірки виконаного завдання.

Самостійна робота № 3

Моделювання та оптимізація структури стада великої рогатої худоби і свиней

Коротка характеристика змісту навчального матеріалу, що є предметом самостійного опрацювання

Питання 1. Моделювання та оптимізація структури стада великої рогатої худоби

Необхідно ознайомитись з алгоритмом складання математичної моделі структури стада для великої рогатої худоби з урахуванням зоотехнічних показників вибраківування тварин, складу та темпу розширення стада.

Питання 2. Моделювання та оптимізація структури стада великої рогатої худоби

Необхідно ознайомитись з алгоритмом складання математичної моделі структури стада для свиней з урахуванням зоотехнічних показників виходу молодняку на одну свиноматку за рік, складу та темпу розширення стада.

Завдання для виконання

Ознайомитися з навчальним матеріалом за поданими питаннями та скласти конспект.

Форма контролю – оцінювання конспекту

Питання для самоконтролю

1. Вкажіть алгоритм складання економіко-математичної моделі структури стада для свиней
2. Вкажіть алгоритм складання економіко-математичної моделі структури стада для великої рогатої худоби
3. Вкажіть зоотехнічні показники які враховують при створенні економіко-математичної моделі структури стада для великої рогатої худоби
4. Вкажіть зоотехнічні показники які враховують при створенні економіко-математичної моделі структури стада для свиней

Список рекомендованої літератури

1. Браславец М. Е. Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства. М. : Экономика, 1991. 357 с.
2. Гатаулин А. М. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / А. М. Гатаулин, Г. В. Гаврилов, Т. М. Сорокин и др. Москва : Агропромиздат, 1990. 432 с.

3. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах. М. : Высшая школа, 1986. 319 с.

Лабораторна робота № 4

Моделювання технологічних процесів виробництва молока

Мета: сформувати уміння та набути практичних навичок розрахунку часових параметрів виробничого циклу та складання циклограми переміщення поголів'я корів за потоково-цехової технології виробництва молока

Завдання лабораторного заняття

Розрахувати часові параметри виробничого циклу потоково-цехової технології виробництва молока та скласти циклограму переміщення корів за наступними показниками

Перелік спеціального обладнання та устаткування: ПЕОМ, комп'ютерна програма MS Excel

Показники	Номер варіанту											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кількість корів на початок	500	550	600	650	750	800	850	900	950	1000	1100	1200
Питома вага корів у стаді,	55	60	65	60	65	60	65	70	70	68	70	65
Відтворення стада	Просте											
Вибракування корів за рік, %	20	22	22	25	25	25	26	25	25	27	25	25
Надій молока від корови за	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	7000	7500	8000	8000
Тривалість міжотельного періоду, днів	375	375	380	390	380	400	370	377	370	390	374	380
Середня жива маса корів, кг	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500

Теоретичний коментар

Потоково-цехова система виробництва молока є найбільш обґрунтованою в сучасних умовах виробництва, оскільки вона передбачає чітке узгодження в технологічному процесі біологічних і продуктивних властивостей тварин.

За класичної потоково-фазової системи молочне стадо розділяють на чотири групи, які формують у відповідні виробничі групи: підготовки тварин до отелення (сухостою); отелення і вирощування телят до 15 – 20-денного віку; роздоювання та запліднення; виробництва молока. Тварин переводять із групи у групу на період, зумовлений часовими параметрами виробничого циклу. Виробництво ґрунтується на чіткому зоотехнічному обліку і нумерації тварин, диспетчеризації управління процесом, високій організованості і суворій технологічній дисципліні працівників.

Попередніми вихідними умовами розрахунку технологічного процесу виробництва молока є кількість середньорічних корів, надій на середньорічну і дійну корову за лактацію і рік, середньодобові надої за місяцями лактації, вихід телят від корів і нетелей, жива маса телят при народженні та їх плановий приріст, відсоток вибракування корів і первісток, тривалість виробничого циклу тощо. Звичайно, зазначені вихідні дані не вичерпують усіх необхідних умов моделювання процесу, про що можна бачити із подальших його робочих розрахунків.

Порядок та методика виконання завдань

Робочі розрахунки технологічного процесу можуть розпочинатись у двох варіантах: перший, коли нам відомо поголів'я корів на фермі, а другий – коли задається щорічний обсяг виробництва молока.

Перший варіант застосовують у випадку, коли відомий загальний річний обсяг виробництва молока на фермі. У цьому випадку потрібно визначити середньорічну кількість корів, які необхідно мати для виконання виробничої програми. Другий варіант застосовують при відомому показникові середньорічного поголів'я корів для визначення річного обсягу виробництва молока на фермі.

1. Розрахунок кількості отелень

Оскільки головною умовою, від якої значною мірою залежить виконання виробничої програми, є кількість отелень, які буде одержано на фермі, тому розрахунки розпочинаємо із визначення кількості отелень по фермі за рік.

Для визначення обсягів отелень на фермі за рік. спочатку визначається, скільки корів із тих, які є в стаді, можуть отелитися у плановому році (O_k), оскільки певна запланована їх частина буде вибракувана.

Якщо вибракування корів передбачається проводити по закінченню строку їх виробничого використання, то тварин, визначених для цього, не планують осіменяти. Це дає змогу підтримувати рівномірність відтворення

стада і виробництва продукції. Оптимальним строком вибракування вважають 8-й місяць лактації, хоча воно може бути як по її закінченні, так і дещо раніше. Отже:

$$O_k = K_f \times V$$

O_k – кількість корів, які можуть отелитися в стаді за рік, голів;

K_f – розрахункове середньорічне поголів'я корів на фермі, голів;

V – коефіцієнт, який показує, скільки корів із тих, що вибраковують, не слід включати в поголів'я, яке може отелитися у стаді за рік

У випадку, коли ферму комплектують перевіреними за продуктивністю первістками, кількість тварин, що отеляться у плановому році, можна визначати за залежністю:

$$O_p = K_f \times V + \Pi \times f,$$

O_p – кількість тварин, що отеляться на фермі за рік, голів;

Π – кількість первісток, які надійдуть у стадо за рік, голів;

f – коефіцієнт, що показує, скільки первісток із тих, яких вводять у стадо, отеляться в плановому році

2. Коефіцієнти для визначення кількості корів, які отеляться у стаді за рік залежно від рівня їх вибракування і періоду виведення із основного стада (V)

Місяць лактації при виведенні із основного стада	Рівень вибракування корів за рік, %					
	10	15	20	25	30	35
7-й	0,950	0,925	0,900	0,875	0,850	0,825
8-й	0,941	0,913	0,883	0,854	0,800	0,796
9-й	0,934	0,900	0,867	0,834	0,825	0,767
10-й	0,925	0,888	0,850	0,813	0,775	0,738

3. Коефіцієнти для визначення кількості корів-первісток, які отеляться за рік у стаді (f)

Місяць осіменіння первісток після отелення	Місяць лактації при надходженні на ферму				
	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й
На 2-у місяці	0,333	0,417	0,500	0,583	0,667
На 3-у місяці	0,259	0,333	0,417	0,500	0,583

Загальна кількість отелень по фермі у плановому році буде визначатися сумою отелень корів і нетелей або корів і перевірених первісток.

За умов застосування в господарстві розширеного відтворення чисельність корів на початок минулого року, ймовірно буде меншою, ніж у плановому, а відповідно і кількість отелень відрізнятиметься. Для

визначення кількості отелень, отриманих у минулому році слід розрахувати наявну, на початок минулого року, чисельність фуражних корів. Її визначаємо за виразом:

$$K_{\text{фкмр}} = \frac{K_{\text{ф}} \times (100 + k_{\text{н}} - k_{\text{в}})}{100}$$

$K_{\text{фкмр}}$ – кількість фуражних корів на початок минулого року, голів;

$K_{\text{ф}}$ – кількість корів у стаді на початок планового року, голів;

$k_{\text{в}}$ – вибракування корів, %;

$k_{\text{н}}$ – кількість нетелей, що вводиться в стадо за рік, %.

2. Визначення ритму і такту роботи ферми

В якості ритму молочної ферми може бути кількість молока, що виробляється за певний визначений час (добу, тиждень, декаду), кількість спарованих (запліднених) корів і телиць за відповідний час або кількість отелень за добу. Оскільки кількість отелень на фермі зумовлює обсяги виробництва молока, найчастіше саме останній показник і приймають за одиницю ритму. Його визначають за залежністю:

$$r = \frac{O_p}{365}$$
$$T = \frac{Kt}{r}$$

Kt – розмір технологічної групи корів, голів;

r – ритм роботи ферми (кількість отелень за добу)

Встановлюючи величину такту слід пам'ятати, що він має бути цілим або максимально наближеним до нього числом і бажано не більшим 15 днів, адже в групі мають знаходитися корови максимально близькі за фізіологічним станом. Це дозволяє створити найоптимальніші умови їх годівлі і утримання, а отже, і прояву максимальних показників продуктивності.

Існує пряма залежність тривалості такту і однорідності групи від її величини та ритму комплектування. Зв'язок цих показників з ритмом виробництва продукції потребує деякого уточнення розміру технологічних груп від величини ферми. При відносно рівномірних отеленнях у першому і другому півріччі на фермі до 100 корів розмір оптимально однорідної групи орієнтовно буде складати 6 – 8 голів, до 200 – 12 голів, 300 – 400 – до 25 голів, 600 – 800 і більше – до 50 голів.

3. Складання плану осіменіння, отелень і вибракування худоби

Принципи складання “Плану осіменіння, отелень і вибракувань”

– розписуємо отелення корів і нетелей по місяцях минулого року відповідно до визначеної рівномірності;

– із сумарної кількості корів і нетелей, які отелилися у кожному

місяці, частину, що орієнтовно дорівнює поголів'ю введених в стадо нетелей, заносимо у графу "не планувалося осіменяти" – це ті тварини, які в подальшому будуть вибракувані. Решту тварин із суми корів і нетелей, які отелилися, осіменяємо через два місяці на третій, рахуючи першим місяць отелення. Замість корів, яких не включили в план осіменіння, осіменяємо орієнтовно таку ж кількість (за умов простого відтворення) ремонтних телиць;

– запліднених корів і телиць включаємо в план отелень через дев'ять місяців на десятій, рахуючи першим місяць осіменіння;

– корів, які не заплановані до осіменіння, включаємо в план вибракування (для нашого прикладу через сім місяців на восьмий), рахуючи першим місяць їх отелення.

При складанні "Плану осіменіння, отелень і вибракувань" необхідно пам'ятати що окремі показники плану осіменіння, отелень і вибракувань пов'язані між собою і зміна одного із них відбивається на інших; сумарна кількість отелень і вибракувань, занесених до плану, має відповідати розрахунковим показникам. Коригувати кількість тварин, що розтеляться, або будуть вибракувані, можна або шляхом зміни поголів'я корів, яких не включають в план осіменіння, або телиць, запланованих для осіменіння.

4. План осіменіння, отелень і вибракування корів і нетелей

Місяць	У минулому році					У плановому році					
	отелилося, голів		осіменено, голів		не планувалося осіменяти	отелиться, голів		буде осіменіно, голів		не планується осіменяти, голів	буде вибракувано, голів
	корів	нетелей	корів	нетелей		корів	нетелей	корів	нетелей		
Січень											
Лютий											
Березень											
Квітень											
Травень											
Червень											
Липень											
Серпень											
Вересень											
Жовтень											
Листопад											
Грудень											
За рік											

4. Визначення часових параметрів виробничого циклу

Враховуючи вимогу всякого технологічного процесу, щоб переміщення тварин у цехах відбувалися синхронно, тривалість кожного періоду повинна бути кратна такту процесу (ділиться без залишку на величину такту). Так, при сервіс-періоді 70 – 80 днів його тривалість орієнтовно складе один рік (тількисть 285 днів + 80 днів сервіс-періоду = 365 днів). Якщо ж сервіс-період буде коротший, то і тривалість виробничого циклу ($D_{\text{п}}$) буде меншою, а більший сервіс-період – то довший виробничий цикл.

5. Часові параметри виробничого циклу

Періоди виробничого циклу, цехи	Можливі межі, днів	Тривалість періодів у	
		днях	тактах
Сухостійний	50 – 60		
Отелення	20 – 30		
Роздоювання та запліднення	60 – 100		
Виробництва молока	170 – 200		
Всього	–		

5. Розрахунок кількості технологічних груп по періодах (фазах) виробничого циклу

$$\Gamma_{\text{ци}} = \frac{D_{\text{пi}}}{T_{\text{т}}}$$

$\Gamma_{\text{ци}}$ – кількість технологічних груп у і-тому виробничому періоді;

$D_{\text{пi}}$; – тривалість перебування корів у і-тому виробничому періоді, днів;

$T_{\text{т}}$ – такт процесу, днів

6. Розрахунок фронту робіт по виробничих періодах

Фронт робіт по цехах ферми визначаємо, враховуючи розмір технологічної групи ($K_{\text{т}}$) та їх кількість ($\Gamma_{\text{ци}}$), для чого кількість корів у технологічній групі перемножуємо на кількість технологічних груп у тому чи іншому цеху. Середньорічне поголів'я корів по цехах ферми розраховуються за залежністю:

$$P_{\text{ср.п.i}} = \frac{O_{\text{р}} \times D_{\text{ци}}}{365}$$

$P_{\text{ср.п.i}}$ – середньорічне поголів'я тварин у і-му цеху, голів;

$O_{\text{р}}$ – кількість тварин, що отеляться за рік, голів;

$D_{\text{ци}}$ – тривалість перебування тварин у і-му цеху, днів

6. Фронт робіт по цехах ферми

Періоди виробничого циклу (цехи)	Кількість корів технологічній групі, голів	Кількість технологічних груп періоді (цеху)	Загальна чисельність виробничої групи, голів
Сухостійний			
Отелення			
Роздоювання та запліднення			
Виробництва молока			
Всього	–		

7. Складання руху поголів'я корів по цехах ферми

Наступним етапом робочих розрахунків є розробка циклограми переміщення поголів'я корів на фермі та визначення показників продуктивності корів в окремі виробничі періоди.

Циклограма складається з трьох частин:

– **титульної** – вказується перелік виробничих періодів; кількість корів у кожному виробничому періоді, кількість технологічних груп та тривалість періодів у днях і тактах, порядковий номер формування технологічної групи та такти процесу по виробничих періодах (ці матеріали беремо з попередніх розрахунків).

– **координатного графіка**, де вказують переміщення кожної технологічної групи корів у часі (впродовж року або виробничого циклу) і в просторі – по виробничих періодах ферми. За такт ми формуємо технологічну групу чисельністю K_T корів у сухостійному виробничому періоді і присвоюємо їй порядковий номер формування – № 1. За наступний такт ми формуємо другу технологічну групу, присвоюємо їй № 2 і на графіку записуємо $2/K_T$. Перша ж група за цей період зміститься на один такт вниз. Впродовж наступного такту ми формуємо третю технологічну групу, присвоюємо їй № 3 і на графіку записуємо $3/K_T$. За цей час перша і друга групи змістяться на один такт вниз і т.д. Якщо впродовж виробничого періоду заплановано вибракування корів, це показують шляхом зменшення кількості тварин у технологічній групі на відповідному такті процесу. Роботу із заповнення координатного графіка проводять до закінчення року (періоду) або поки всі технологічні групи корів ферми не закінчать виробничий цикл.

– **розрахункової частини** – де визначають показники продуктивності корів та виробництво молока по тактах. Для цього, у відповідності до запланованого для корів середнім надоем за 305 днів лактації, записуємо щомісячні середньодобові надоеї по тактах виробничого циклу, із

врахуванням їх величини впродовж лактації використовуючи матеріали таблиці "Розподіл надоїв по місяцях лактації"

Вимоги щодо оформлення та порядку подання звіту лабораторної роботи

Захист лабораторної роботи та оцінювання рівня засвоєння здобувачами вищої освіти навчального матеріалу проводиться під час лабораторного заняття у вигляді перевірки виконаного завдання.

Самостійна робота № 4

Моделювання технологічних процесів виробництва молока

Коротка характеристика змісту навчального матеріалу, що є предметом самостійного опрацювання

Питання 1. Розрахунок розміру технологічних груп залежно від потужності ферми

Необхідно навести методику розрахунку загальної кількості поголів'я у технологічних групах, кількості технологічних груп, та навести приклад розрахунку для ферм середньорічне поголів'я корів на яких становить 400 гол., 700 гол., 1100 гол.

Питання 2. Методика складання циклограми технологічного процесу

Необхідно ознайомитись з методикою складання циклограми технологічного процесу виробництва молока та навести її приклад для ферми із середньорічним поголів'я корів на 700 гол.

Питання 3. Розрахунок потреби в обладнанні для доїння та первинної обробки молока

Необхідно розкрити методику розрахунку доїльного обладнання, обладнання для первинної обробки молока, а також кількості персоналу для його обслуговування. Навести приклад розрахунку кількості доїльного обладнання для ферми на 700 корів (надій 6500 кг) за умови їх безприв'язного утримання.

Завдання для виконання

Ознайомитися з навчальним матеріалом за поданими питаннями та скласти конспект.

Форма контролю – оцінювання конспекту

Питання для самоконтролю

1. Розрахувати середньорічне поголів'я корів у цеху сухостою, якщо: потужність ферми, поголів'я корів – 400 голів; тривалість перебування корів в цеху сухостою – 50 діб.

2. Розрахувати середньорічне поголів'я корів у цеху роздоювання і осіменіння, якщо: потужність ферм, поголів'я корів – 500 голів; тривалість перебування корів у цеху роздою і осіменіння – 90 діб.

3. Визначити такт роботи молочної ферми, якщо: розмір технологічної групи корів – 25 голів; ритм роботи ферми – 0,95 отелень.

4. Розрахувати кількість доїльних апаратів для видоювання корів у молокопровід, якщо: середньорічне поголів'я дійних корів на фермі – 350 голів; середня тривалість доїння однієї корови при доїнні у молокопровід 6 хв.; тривалість разового доїння корів усієї групи становить 105 хв.

Список рекомендованої літератури

1. Рубан Д. Д. Скотарство і технологія виробництва молока та яловичини. Харків. : Еспада. 2002. 576 с.

2. Костенко В. І. Технологія виробництва молока і яловичини. Практикум : навчальний посібник. К. : «Центр учбової літератури», 2013. 400 с.

3. Відомчі норми технологічного проектування. Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми). К. : Міністерство аграрної політики України, 2005. 111 с.

Лабораторна робота № 5

Моделювання технологічних процесів вирощування і відгодівлі молодняку великої рогатої худоби

Мета: сформувати уміння та набути практичних навичок розрахунку часових параметрів виробничого циклу вирощування і відгодівлі молодняку великої рогатої худоби

Завдання лабораторного заняття

Завдання 1

Накреслити ескіз (блок-схему) технологічного процесу вирощування ремонтного молодняку для молочного стада. Розрахувати часові параметри виробничого циклу вирощування ремонтного молодняку для молочного стада

Показники	Номер варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість корів, гол.	3500	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8500	9000
Вихід телят від 100 корів, %	93	95	93	94	95	93	94	95	93	95
Жива маса телят при народженні, кг	28	26	28	26	28	26	28	26	28	26

Показники	Номер варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вибракування корів за рік, %	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Вік при заплідненні, міс	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5
Жива маса телиць при заплідненні, кг	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345
Вибракування теличок за період вирощування, %	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Жива маса повно-вікових корів, кг	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495

Завдання 2

Накреслити циклограму технологічного процесу вирощування ремонтного молодняка для молочного стада

Завдання 3

Розрахувати часові параметри виробничого циклу вирощування і відгодівлі молодняка великої рогатої худоби при виробництві яловичини

Перелік спеціального обладнання та устаткування: ПЕОМ, комп'ютерна програма MS Excel

Порядок та методика виконання завдань

Завдання 1

Накреслити ескіз (блок-схему) технологічного процесу вирощування ремонтного молодняка для молочного стада. Розрахувати часові параметри виробничого циклу вирощування ремонтного молодняка для молочного стада української червоно-рябої молочної породи

Здобувачі вищої освіти вивчають теоретичний матеріал за темою лабораторної роботи під керівництвом викладача та складають блок-схему технологічного процесу вирощування ремонтного молодняка великої рогатої худоби для молочного стада.

Робочі розрахунки технологічного процесу вирощування ремонтного молодняка для молочного стада розпочинають з визначення кількості перевірених за продуктивністю первісток і виконують у такому порядку

1. Визначення обсягів кінцевої продукції, тобто потреби перевірених за продуктивністю первісток для господарства, яких необхідно мати щорічно для ремонту стада

$$P = \frac{P_k(B_{кр} + P_{л})}{100}$$

P – щорічна потреба нетелей, або перевірених за продуктивністю первісток, голів;

P_k – поголів'я корів у господарстві, голів;

$V_{кр}$ – щорічний ремонт маточного стада (відсоток вибракувати), %;

$P_{п}$ – запланований (при розширеному відтворенні) приріст поголів'я за рік, %.

2. Визначення кількості теличок, яких необхідно поставити на ферму за рік, щоб виростити необхідну кількість перевірених за продуктивністю первісток (нетелей)

$$T_p = \frac{P \times 100}{100 - V_{п}}$$

T_p – поголів'я теличок, яких необхідно поставити на ферму за рік, голів;

$V_{п}$ – вибракування теличок за період від часу постановки на вирощування до реалізації перевірених первісток (нетелей) або інтенсивність відбору, %.

3. Визначення такта роботи ферми та циклічності виробництва

$$T = (d \times c \times r) / p$$

T – такт роботи ферми, днів;

d – тривалість виробничого циклу, днів;

c – циклічність виробництва, разів;

r – ритм процесу, в одиницях якими вимірюють готову продукцію (голів), тобто аналогічним одиницям виміру річної виробничої програми.

У цьому разі:

$d = (\text{вік телиць при заплідненні}) + (\text{тривалість тільності}) + (\text{тривалість оцінки за показники продуктивності і придатності до машинного доїння}) - (\text{вік, у якому телички надходять на вирощування}).$

Циклічність виробництва визначається відношенням кількості днів року до тривалості виробничого циклу

Ритм процесу – це кількість продукції заданої якості при реалізації з ферми (кількість тварин у технологічній групі при реалізації). Величина ритму залежить від розміру ферми, типу доїльної установки на якій будуть доїти первісток або ж розміру технологічної групи корів на молочній фермі для якої вирощують ремонтне поголів'я. У цьому разі пам'ятати, що такт повинен бути цілим числом або максимально наближеним до нього і бажано не більшим 15 днів.

4. Визначення кількості надходжень на ферму теличок

$$Z = 365 / T$$

Z – кількість надходжень теличок на ферму за рік, разів;

T – такт роботи ферми, днів.

5. Модуль комплектування ферми, яким є окрема технологічна група

телячок, близьких за віком і масою, які одночасно надходять і реалізуються з ферми і протягом всього виробничого циклу знаходяться в одному станку (секції) визначають за залежністю:

$$P_{г.о.} = T_p / 3$$

$P_{г.о.}$ – кількість телячок у технологічній групі (модуль комплектування), голів;

T_p – поголів'я телячок, яких необхідно поставити на ферму за рік голів;

3 – кількість надходжень телячок на ферму за рік, разів.

6. Визначення часових параметрів виробничого циклу, тобто кількість технологічних періодів та їх тривалість у днях і тактах. При цьому слід пам'ятати, що вікові параметри можуть звичайно значно змінюватися, але завжди при визначенні їх тривалості слід враховувати фізіологічні зміни, які відбуваються в організмі тварини в тому чи іншому віці, а також вік у якому вони надходять у даний процес. Крім того, щоб мати можливість переводити тварин із одного цеху (періоду вирощування) до іншого синхронно, тривалість вирощування у кожному з них повинна бути кратна такту процесу. Проте, це не означає, що тривалість вирощування у кожному з них повинна бути однаковою.

Часові параметри виробничого циклу

Періоди виробничого циклу (цехи)	Вік тварин, діб	Тривалість періодів	
		дні	такти
Молочний	1-189		
Молодняку першого періоду вирощування	190-306		
Молодняку другого періоду вирощування	307-436		
Ремонтних телиць	437-540		
Нетелей першої половини тільності	541-670		
Нетелей другої половини тільності	671-826		
Перевірюваних первісток	827-917		
Всього	21-917		

7. Розрахунок кількості технологічних груп (секцій) у кожному періоді (цеху) визначається

$$Г_i = D_{пi} / T$$

$Г_i$ – кількість технологічних груп (секцій) у періоді;

$D_{пi}$ – тривалість вирощування в і-тому періоді (цеху), днів;

T – такт процесу, днів.

8. Визначення кількості санітарних кліток (секцій)

Відповідно з вимогами Законодавства Ветеринарної медицини кожна

клітка (секція) у цеху повинна працювати за принципом "все зайнято - все пусто", то для їх санації і ремонту необхідно мати або вільний час у такті технологічного процесу, або вільну клітку (секцію) для розміщення переведених тварин.

Необхідну кількість санітарних кліток (секцій) для ферми визначається за залежністю:

$$K_c = \frac{D_{ci} \times \Pi}{T}$$

K_c – необхідна кількість санітарних кліток (секцій) для ферми, штук;

D_{ci} – кількість днів санітарної перерви в одному цеху;

Π – кількість періодів вирощування (цехів) на фермі;

T – такт роботи ферми, днів

Найкращим вважається варіант, за якого у кожному цеху є одна вільна клітка (секція). Це буде за умови коли $D_{ci} = T$.

9. Визначення загальної кількості кліток (секцій) у кожному періоді вирощування (цеху)

$$K_i = \frac{\Gamma_i + D_{ci}}{T}$$

K_i – кількість кліток (секцій) у і-тому періоді (цеху), штук;

Γ_i – кількість технологічних груп тварин у цьому ж періоді(цеху), штук;

D_{ci} – кількість днів санітарної перерви в одному цеху, днів;

T – такт роботи ферми, днів.

10. Розрахунок кількості головомісць у груповій клітці (секції) у кожному послідувачому періоді (цеху)

$$M_{кл.i} = \Pi_{г.о.} \times k,$$

$M_{кл.i}$ – кількість головомісць груповій клітці (секції) по закінченню і-го періоду вирощування і переведенні у наступний період;

$\Pi_{г.о.}$ – кількість теличок у технологічній групі (модуль комплектування) голів;

k – коефіцієнт збереження поголів'я по закінченню і-го періоду вирощування і переведенні у наступний період (цех), виражається у частках одиниці.

Тобто, якщо за завданням відсоток вибракування (виранжирування) за період вирощування і оцінки становить 20, то коефіцієнт збереження відповідно дорівнюватиме – 0,80. Враховуючи це встановлюють певний відсоток вибракування (виранжирування) у кожному конкретному періоді вирощування (цеху) тобто встановлюють коефіцієнт збереження поголів'я.

Коефіцієнт збереження поголів'я

Номер цеху, періоду	1	2	3	4	5	6	7	8
Відсоток вибракування	3	1	1	1	3	–	–	11
Коефіцієнт збереження	0,97	0,96	0,95	0,94	0,91	0,91	0,91	0,80

11. Розрахунок кількості головомісць для кожного періоду (цеху)

$$M_{цi} = M_{кл.i} \times K_i$$

$M_{цi}$ – кількість головомісць необхідних для і-го періоду (цеху);

$M_{кл.i}$ – кількість головомісць в одній клітці (секції) цього ж і-го цеху (періоду);

K_i – кількість групових кліток (секцій) у цьому ж і-му періоді (цеху).

Загальну потребу головомісць для ферми (розмір ферми в головомісцях) визначають як їх суму по окремих періодах (цехах).

12. Визначення фронту робіт по цехах ферми. Загальна чисельність виробничої групи у кожному періоді (цеху) визначається множенням кількості тварин у технологічній групі (секції) на кількість технологічних груп (секцій) у періоді (цеху).

Фронт робіт по цехах ферми

Періоди виробничого циклу (цехи)	Вік тварин, діб	Кількість тварин у технологічній секції (групі), голів	Кількість технологічних секцій (груп) у цеху	Загальна кількість виробничої групи, голів
Молочний	1–189			
Молодняку 1-го періоду вирощування	190–306			
Молодняку 2-го періоду вирощування	307–436			
Ремонтних телиць	437–540			
Нетелей першої половини тільності	541–670			
Нетелей другої половини тільності	671–826			
Всього	21–917			

13. Розрахунок середньорічного поголів'я молодняку, яке буде знаходитись у кожному цеху

$$P_{срi} = \frac{(P_{ні} + P_{ві}) \times D_{ні}}{2 \times 365}$$

$P_{срi}$ – середньорічна кількість молодняку в і-му цеху (періоді) вирощування, голів;

$P_{ні}$ – поголів'я теличок, яке необхідно поставити у цех для вирощування за рік, голів;

$P_{ві}$ – поголів'я, що виходить після вирощування із даного цеху з урахуванням коефіцієнта збереження, голів;

$D_{ні}$ – тривалість вирощування теличок в і-му цеху (періоді), днів.

Наведені розрахунки використовуються в подальшому при визначенні потреби в кормах, воді, підстилці та виходу гною.

Завдання 2

Накреслити циклограму технологічного процесу вирощування ремонтного молодняку для молочного стада української червоно-рябої молочної породи

Запланований середньодобовий приріст тварин у цеху (періоді) за добу береться з плану вирощування телиць, а абсолютний приріст тварин цеху за добу визначаємо шляхом перемноження середньодобового приросту на кількість тварин у періоді (цеху).

Валовий приріст живої маси всієї худоби визначаємо шляхом множення абсолютного приросту кожної тварини в тому чи іншому цеху, тривалості перебування у ньому і кількості тварин, які перебували протягом року (періоду) у даному цеху.

Після складання плану вирощування ремонтних телиць, розробляється циклограма – графік руху технологічних груп (секцій) у розрізі часу і простору по цехах ферми.

Циклограма дає можливість технологу точно визначити, з якого цеху, на якому такті виробничого циклу і з яким приростом чи надоем повинна знаходитись та або інша технологічна група. Отже, циклограма дає можливість технологові оперативно коригувати складним динамічним виробництвом.

Циклограма складається з титульної частини, в якій викладається цехова структура виробництва, тривалість виробничих періодів, кількість технологічних груп і поголів'я в цехах; координатного графіка руху поголів'я технологічних груп (секцій) у розрізі часу і простору (по цехах) за тактами виробництва; розрахунків виробництва (приросту) по тактах процесу.

Розміри координатного графіка визначаються так, щоб кількість поділок на ординаті дорівнювала кількості технологічних груп (секцій), а величина лінії абсцис та її кількість поділок – кількості тактів виробничого циклу. Щоб визначити за циклограмою, де повинна знаходитись та чи інша технологічна група (секція) на певному такті виробничого процесу, необхідно знайти її на перетині лінії цього такту з лінією зазначеної групи.

План вирощування ремонтних телиць

Виробничі групи худоби	Такти виробничого циклу	Вік, діб		Жива маса, кг		Приріст	
		на початок періоду	на кінець періоду	на початок періоду	на кінець періоду	середньодобовий, г	абсолютний за період, кг
Телята, яким випоюють молоком							
Телята-молочники							
Молодняк першого періоду вирощування							
Молодняк другого періоду вирощування							
Ремонтні телиці							
Нетелі першої половини тільності							
Нетелі другої половини тільності							
Перевірювані первістки							

Завдання 3

Розрахувати часові параметри виробничого циклу вирощування і відгодівлі молодняку великої рогатої худоби при виробництві яловичини

Робочі розрахунки технологічного процесу вирощування і відгодівлі надремонтного молодняку при виробництві яловичини розпочинають з визначення розміру відгодівельного поголів'я і виконують у такому порядку:

1. Визначення розміру відгодівельного поголів'я, яке буде надходити на ферму щорічно за залежністю:

$$B_{\text{в}} = \frac{O_{\text{р}}}{2 \times k_{\text{т}}}$$

$B_{\text{в}}$ – поголів'я бугайців, що повинно бути поставлено на ферму за рік, голів;

$O_{\text{р}}$ – загальна кількість корів і нетелей, що отеляться на фермі за рік, голів.

$k_{\text{т}}$ – коефіцієнт технологічності, вказує частку бичків, із тих що народилися, придатних для інтенсивного вирощування і відгодівлі ($k_{\text{т}} = 0,9 - 0,97$)

Циклограма вирощування ремонтного молодняку

№ з/п	Періоди виробничого циклу(цехи)	Вік, днів	Кількість тварин у періоді (цеху, голів)	Кількість технологічних груп	Номер технологічної групи (секції)	1	2	3	4	...					n
					Такти процесу по цехах	1	2	3	4	...	1	2	3	n	
1	Цільномолочний				1 2 : n										
2	Молочний														
3	Молодняку 1 періоду вирощування														
4	Молодняку 2 періоду вирощування														
5	Ремонтних телиць														
6	Нетелей 1 половини тільності														
7	Нетелей 2 половини тільності														
8	Перевірюваних первісток														
9	Запланований середньодобовий приріст, г														
10	Абсолютний приріст тварин у періоді (цеху) за добу, ц														
11	Валовий приріст живої маси всієї худоби цеху за такт, ц														

2. Загальну кількість корів і нетелей, що отеляться на фермі за рік визначаємо за формулами:

$$O_p = O_k + O_n$$

$$O_k = K_f \times V,$$

O_k – кількість корів, які можуть отелитися в стаді зарік, голів;

K_f – розрахункове середньорічне поголів'я корів на фермі, голів;

V – коефіцієнт, який показує, скільки корів із тих, що вибраковують, не слід включати в поголів'я, яке може отелитися у стаді за рік.

3. Якщо ферму комплектують нетелями певного періоду тільності, то

кількість нетелей, що введуть у стадо і які отеляться за рік на фермі, і дасть необхідну нам величину їх отелень (O_H). Загальна кількість отелень по фермі за рік буде визначатися сумою отелень корів (O_K) і нетелей (O_H).

У випадку, коли ферму комплектують перевіреними за продуктивністю первістками, кількість тварин, що отеляться у плановому році, можна визначати за залежністю:

$$O_p = K_f \times V + \Pi \times f,$$

O_p – кількість тварин, що отеляться на фермі за рік, голів;

Π – кількість первісток, які надійдуть у стадо за рік, голів;

f – коефіцієнт, що показує, скільки первісток із тих, яких вводять у стадо, отеляться в плановому році.

4. У випадках, коли відомо, скільки бугайців повинно бути поставлено на ферму за рік, розраховують кількість корів і нетелей, необхідних для одержання відгодівельного поголів'я, використовуючи залежність:

$$\Pi_k = \frac{B_v \times k_H \times 100}{H \times k \times k_H}$$

Π_k – поголів'я корів і нетелей (первісток), необхідних для одержання бугайців, що ставлять на вирощування і відгодівлю за рік, голів;

k_H – коефіцієнт нерівномірності отелень (визначається відношенням найбільшої кількості отелень за місяць до найменшої або середньомісячної);

H – вихід телят від 100 голів маточного поголів'я, голів;

k – коефіцієнт народжуваності бугайців ($k = 0,5 - 0,52$).

5. Знаючи загальну кількість бугайців, що надійдуть на ферму за рік, визначаємо їх щоденне надходження на ферму.

6. Особливістю технологічного процесу вирощування і відгодівлі бугайців, як і процесу вирощування ремонтних телиць, є те, що секції (приміщення) повинні працювати за принципом – «*все зайнято – все пусто*». Отже, тут розміром приміщення або окремої секції буде зумовлюватися ритм процесу, тобто $R = V_c$ – розмір секції, яку формують за такт (технологічна секція).

Враховуючи зазначене, визначають такт роботи фермі за залежністю:

$$T = \frac{V_c}{\Pi_k}$$

T – такт роботи ферми, днів;

V_c – місткість приміщення або окремої його секції, яка працюватиме як окрема технологічна одиниця (ритм роботи), голів.

Такт повинен бути цілим числом або максимально наближеним до

нього. Крім того, враховуючи вимоги, щоб у секції були тварини, максимально близькі за фізіологічним розвитком, величина його не повинна перевищувати 15 діб.

Після цього визначаємо часові параметри виробничого циклу, тобто кількість технологічних періодів та їх тривалість у днях і тактах. Враховуючи вимогу, що тварини з одного виробничого періоду (фази, секції) у другий повинні переводитися синхронно, тривалість вирощування у кожному із них повинна бути кратна величині такту. Все це не означає, що тривалість вирощування у кожному виробничому періоді має бути однаковою. Звичайно, наведені вікові параметри не є постійною сталою для будь-якого випадку, але постійно при визначенні їх кількості і тривалості необхідно враховувати фізіологічні зміни організму, особливо травлення, у тому чи іншому віці.

Часові параметри виробничого циклу

№ з/п	Періоди виробничого циклу (цехи)	Вік тварин
1	Молочний	10 – 20 днів – 6 міс
2	Молодняк першого періоду вирощування	7 – 12 міс.
3	Молодняк другого періоду вирощування	13 – 15 міс.
4	Відгодівля	16 – 18 міс.

Звичайно, наведені вікові параметри не є постійною сталою для будь-якого випадку, але постійно при визначенні їх кількості і тривалості необхідно враховувати фізіологічні зміни протягом онтогенезу у тому чи іншому віці.

7. Визначаємо кількість технологічних секцій у кожному періоді (цеху) за залежністю:

$$\Gamma = \frac{D_c}{T}$$

Враховуючи, що кожна секція (приміщення) у цеху повинна працювати за принципом «*все зайнято – все пусто*», для її санації і ремонту необхідно мати вільний час у такті технологічного процесу або вільну секцію (приміщення) для розміщення тварин, що надходять. Якщо такт становить 8 днів і більше – додаткових секцій (приміщень) не потрібно. У іншому випадку потребу цих секцій розраховують за залежністю:

$$K_i = \frac{D_c \times \Pi}{T}$$

8. Найкращий варіант, коли у кожному цеху є одна вільна секція, тобто $D_c = T$

Хоча з економічної точки зору це головомісця, від яких не одержують прибуток. Визначаємо загальну кількість секцій у кожному цеху за залежністю:

$$K_i = \Gamma_i + \frac{D_c}{T}$$

9. Визначаємо кількість головомісць у груповій секції кожного наступного цеху (періоду) вирощування, оскільки воно буде зменшуватися на величину санітарного вибракування бугайців. Для цього використовуємо залежність:

$$M_{ci} = B_c \times k_i$$

M_{ci} – кількість головомісць у секції по закінченню i -го періоду вирощування;

k_i – коефіцієнт збереження поголів'я по закінченні i -го періоду і переведенні у наступний період (по періодах він змінюється від 0,985 – 0,97).

10. Кількість головомісць, які необхідно мати у кожному цеху, визначаємо із залежності:

$$M_{ци} = M_{ci} \times k_i$$

$M_{ци}$ – кількість головомісць у i -му цеху.

11. Загальну кількість головомісць, які треба мати на фермі, визначають як суму їх по окремих цехах. Загальну чисельність виробничої групи у кожному виробничому періоді визначають, перемноживши кількість тварин у технологічній групі (секції) на кількість технологічних груп (секцій) у виробничому періоді.

12. Для визначення річної потреби в кормах, воді, підстилці та інших технологічних розрахунків використовується значення середньорічного поголів'я по виробничих періодах ферми. Його визначають із залежності з точністю до десятих:

$$P_i = \frac{(P + P_{vi}) \times D_{pi}}{2 \times 365}$$

P_i – середньорічна кількість тварин у i -му виробничому періоді вирощування чи відгодівлі, голів; P – поголів'я тварин, яке надійде у виробничий період за рік, голів; P_{vi} – поголів'я, що вийде після вирощування із даного виробничого періоду за рік з урахуванням коефіцієнта збереження, голів.

13. Для подальших робочих розрахунків необхідно визначити інтенсивність вирощування і відгодівлі худоби. План росту тварин розробляють, враховуючи породу, систему вирощування, тривалість виробничого циклу, можливі умови годівлі тощо.

Вимоги щодо оформлення та порядку подання звіту лабораторної роботи

Захист лабораторної роботи та оцінювання рівня засвоєння здобувачами вищої освіти навчального матеріалу проводиться під час лабораторного заняття у вигляді перевірки виконаного завдання.

Самостійна робота № 5

Моделювання технологічних процесів вирощування і відгодівлі молодняку великої рогатої худоби

Коротка характеристика змісту навчального матеріалу, що є предметом самостійного опрацювання

Питання 1. Розрахунок розміру технологічних груп залежно від потужності ферми

Необхідно навести методику розрахунку загальної кількості поголів'я у технологічних групах, кількості технологічних груп, та навести приклад розрахунку для ферм щорічна потреба в нетелях яких становить 300 гол., 500 гол., 800 гол.

Питання 2. Розрахунок потреби у кормах, воді, підстилці

Необхідно навести методику розрахунку загальної кількості кормів, води, підстилки у технологічних групах та навести приклад розрахунку для ферми потужністю 800 т яловичини у живій вазі.

Питання 3. Розрахунок технологічних карт

Необхідно розкрити основні підходи розробки технологічних навести приклад технологічної карти для ферми щорічна потреба в нетелях якої становить 500 голів за умови їх безприв'язного утримання.

Завдання для виконання

Ознайомитися з навчальним матеріалом за поданими питаннями та скласти конспект.

Форма контролю – оцінювання конспекту

Питання для самоконтролю

1. Вкажіть основні принципи які враховуються при моделювання технологічного процесу в скотарстві
2. Вкажіть вираз для розрахунку виробничого циклу процесу з вирощування ремонтного молодняку
3. Надайте визначення ритму технологічного процесу з вирощування ремонтного молодняку
4. Вкажіть основні технологічні процеси виробництва яловичини
5. Вкажіть системи і способи утримання м'ясної худоби

6. Вкажіть періоди виробничого процесу вирощування і відгодівлі молодняка

Список рекомендованої літератури

1. Рубан Д. Д. Скотарство і технологія виробництва молока та яловичини. Харків. : Еспада. 2002. 576 с.
2. Костенко В. І. Технологія виробництва молока і яловичини. Практикум : навчальний посібник. К. : «Центр учбової літератури», 2013. 400 с.
3. Відомчі норми технологічного проектування. Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми). К. : Міністерство аграрної політики України, 2005. 111 с.

Лабораторна робота № 6

Моделювання технологічних процесів виробництва продукції птахівництва

Мета: сформувані умінь та набути практичних навичок створення математичної моделі і проведення робочих розрахунків технологічного процесу промислового виробництва харчових яєць і м'яса бройлерів

Завдання лабораторного заняття

Завдання 1

Розрахувати технологічний процес промислового виробництва харчових яєць згідно вихідних даних. Розрахувати рух поголів'я однієї групи батьківського стада курей та поголів'я батьківського стада курей та виробництва яєць

№ з/п	Показник	Варіант					
		1	2	3	4	5	6
1	Кількість курей промислового стада, тис. голів	500	500	800	900	800	600
2	Яйцenesучість на середню несучку батьківського стада, шт	240	240	255	235	255	265
3	Яйцenesучість на середню несучку промислового стада	280	280	295	275	295	275
4	Виводимість яєць, %	78	77	77	79	77	79
5	Статеве співвідношення	1 : 10			1 : 9		
6	Життєздатність батьківського стада. %	80	80	80	80	80	80
7	Відношення інкубаційних яєць до їх загальної кількості, %	73	70	75	72	75	72

№ з/п	Показник	Варіант					
		1	2	3	4	5	6
8	В профілактичний період проводяться такі роботи						
	звільнення пташника від птиці						
	очищення та миття приміщень	2	2	2	3	2	3
	поточний ремонт технологічного устаткування	3	3	3	3	3	3
	побілка і фарбування	3	3	3	4	3	4
	волога дезінфекція, аерозольна дезінфекція	1	1	1	1	1	1
	перевірка якості дезінфекції і підготовка до посадки	4	4	5	5	5	5
9	Спосіб утримання	напольний			клітковий		
10	Комплектування батьківського стада разів на рік	4	4	4	4	4	4

Завдання 2

Розрахувати технологічний процес промислового виробництва м'яса бройлерів згідно вихідних даних. Скласти план комплектування і руху поголів'я бройлерів в пташнику ємністю на 54000 голів

№ з/п	Вихідні дані	Варіант									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Річний план виробництва бройлерів, млн. голів	3	3	3	6	6	6	10	10	12	12
2	Вихід запліднених яєць, %	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
3	Виводимість яєць, %	80	81	77	78	79	80	80	81	77	77
4	Відношення інкубаційних яєць до їх загальної кількості, %	75	72	75	73	75	71	75	74	75	70
5	Статеве навантаження	1:8	1:8	1:8	1:8	1:8	1:8	1:8	1:8	1:8	1:8
6	Вибракування птиці батьківського стада за період використання, %	17,3	18,4	18,4	17,3	17,5	17,5	18,4	17,5	17,4	19,3
7	Вибракування птиці батьківського стада в різні періоди, %										
	21-24	4,2	4,3	4,3	4,2	4,4	4,4	4,3	4,4	4,3	4,2
	25-28	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,7
	29-32	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,8
	33-36	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	1
	37-40	1	1,1	1,1	1	1	1	1,1	1	1	1,2
	41-44	1,2	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,4
	45-48	1,4	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4	1,6
49-52	1,6	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,7	1,6	1,6	1,8	

№ з/п	Вихідні дані	Варіант									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	53-56	1,8	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,9	1,8	1,8	2
	57-60	2	2,1	2,1	2	2	2	2,1	2	2	2,2
	61-64	2,2	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,3	2,2	2,2	2,4
8	Падіж птиці батьківського стада, %	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
9	Тривалість вирощування бройлерів, днів	56	56	56	49	49	49	42	42	42	35
10	Падіж при вирощуванні бройлерів, %	5	4,7	5	4	3	3	3,5	3,6	3,5	3,5

Перелік спеціального обладнання та устаткування: ПЕОМ, комп'ютерна програма MS Excel

Теоретичний коментар

Промислова технологія виробництва харчових яєць

Промислова технологія виробництва яєць у спеціалізованих господарствах будується з урахуванням таких основних принципів:

1. Рівномірне цілорічне виробництво яєць відповідно до технологічного графіку, що зумовлює раціональне використання усіх виробничих потужностей.

2. Використання високопродуктивної гібридної птиці.

3. Годівля курей повноцінними сухими комбікормами.

4. Цілорічна інкубація яєць, вирощування молодняку і комплектування стада великими одновіковими партіями птиці.

5. Утримання птиці у закритих без віконних пташниках великої місткості в багатоярусних кліткових батареях різної конструкції, що забезпечують механізацію і автоматизацію технологічних процесів, високу продуктивність праці.

6. Створення оптимальних зоогігієнічних умов утримання (температура, вологість, повітряний обмін, диференційований світловий режим).

7. Ефективні заходи ветеринарної профілактики захворювань птиці (санація приміщень, одночасне їх заповнення одновіковою птицею, імунізація та інші заходи, що забезпечують високу збереженість птиці).

На сучасних птахофабриках робота будується за графіком, який своєчасно складається, і зумовлює участь у технологічному процесі поголів'я птиці кожного цеху у вигляді об'ємного завдання на кожний день року. На птахофабриках яєчного напрямку в основу технологічних

графіків повинні бути покладені раціональні технологічні схеми вирощування молодняку і утримання дорослої птиці.

Оснoву технологічних схем складає вирощування молодняку в кліткових батареях БКМ-3, КБУ-3, R-15 тощо, які дозволяють вирощувати молодняк з добового до 17-тижневого віку без пересадок.

Переведення ремонтних молодок у приміщення для несучок слід робити не пізніше 17-тижневого віку. Тривалість циклу використання приміщень для курей-несучок звичайно кратне оборотам приміщень для молодняку у співвідношенні 1:6, 1:5, 1:4, 1:3.

З технологічної позиції схема 1:3 зручна тим, що за один 60-тижневий оборот приміщень для несучок (5 тижнів дорощування, 52 тижні експлуатації несучок, 3 тижня профілактичної перерви) в пташнику для молодняку можна виростити 3 партії молодняку (17 тижнів вирощування і 3 тижні профілактичної перерви) – $60 \div 20 = 3$.

За такої схеми вирощування з одного пташника для вирощування молодняку комплектують рівно 3 пташника для утримання курей-несучок. Ця схема являється основною при розробці типових проектів птахофабрик яєчного напрямку.

При промисловому виробництві харчових яєць підприємство із замкнутим циклом виробництва має наступні цехи: батьківського стада, інкубації яєць, вирощування молодняку, промислових несучок, сортування, зберігання та пакування яєць, забою і обробки птиці, доробки кормів, кормоцех, переробки відходів виробництва, зоотехнічна або зооветлабораторія, відгодівлі півників (при потребі).

Промислова технологія виробництва м'яса бройлерів

Промислове виробництво бройлерів базується на таких основних технологічних принципах:

1. Використання високопродуктивної гібридної птиці яку отримують від схрещування спеціалізованих поєднаних ліній курей двох порід – корніш і плімутрок. Бройлерні кроси аутосексні: ♂ – оперюються повільно, ♀ – оперюються швидко.

Найбільш поширеними в нашій країні є такі кроси м'ясних курей: „Кобб-500” та „Арбор Ейкрес” (американське походження), „Росс-308” (британське), „Гібро” (голландське), „Ломанн м'ясний” (німецьке), „Старбро” (канадське), „Хаббард м'ясний” (французьке), „Смена” (російське походження). Всі ці кроси є 4-лінійними та 2-х породними.

2. Вирощування бройлерів у безвіконних пташниках, які обладнані сучасними засобами, що забезпечують повну механізацію і автоматизацію виробничих процесів і високу продуктивність праці.

3. Виконання виробничого процесу за технологічним графіком, який забезпечує ритмічне, цілорічне вирощування бройлерів.

4. Використання повнораціонних сухих комбікормів, які відповідають біологічним потребам організму птиці і які дозволяють отримувати високоякісну продукцію при низьких витратах корму на 1 кг.

5. Суворе дотримання ветеринарно-санітарних правил, які забезпечують високу збереженість птиці.

Великі бройлерні птахофабрики, як правило, працюють за закінченим технологічним циклом.

Схема технологічного процесу промислового господарства з виробництва м'яса птиці, а отже, і його цехова структура дещо простіше, ніж птахофабрики з виробництва яєць. Основним є цех вирощування молодняка, куди птиця надходить в добовому віці з цеху інкубації. До того ж є цехи батьківського стада, вирощування ремонтного молодняка, забою і переробки птиці. Потужність підприємства визначається кількістю молодняка, вирощеного на м'ясо протягом року, або кількістю виробленого м'яса.

Порядок та методика виконання завдань

Завдання 1

Розрахувати технологічний процес промислового виробництва харчових яєць згідно вихідних даних. Розрахувати рух поголів'я однієї групи батьківського стада курей та поголів'я батьківського стада курей та виробництва яєць

Приклад розрахунку технологічного процесу виробництва харчових яєць птахофабрики на 400 тис. несучок промислового стада.

При клітковому утриманні дорослих курей тривалість профілактичного перерви дорівнює 20 днів, при підлоговому утриманні – 30 днів.

Нормативами встановлено, що для ремонту однієї голови курки-несучки необхідно прийняти на вирощування курчат (голів):

- в промисловому стаді (курочок) – 1,4
- в промисловому стаді (без поділу за статтю) – 2,8
- в батьківському стаді (курочок) – 1,5
- в батьківському стаді (без поділу за статтю) – 3,0
- в батьківському стаді (півників) – 4,0

1. На підставі зазначених величин може бути розрахована кількість вирощуваних протягом року молодок для ремонту промислового стада і необхідних для цього добових курчат. Наприклад, при потужності птахофабрики 400 тис. голів промислових несучок та показникові їх

обороту 1,5 протягом року необхідно виростити:

$$400 \text{ тис.} \times 1,5 = 600 \text{ тис. молодок}$$

2. Для цього протягом року слід поставити на вирощування:

$$600 \text{ тис.} \times 1,4 = 840 \text{ тис. добових курочок}$$

3. Всього потрібно отримати добових курчат (без поділу за статтю)

$$600 \text{ тис.} \times 2,8 = 1680 \text{ тис. голів на рік}$$

$$\text{або } 1680 \text{ тис.} \div 11 = 153 \text{ тис. голів в місяць}$$

У розрахунках приймається поділ на 11, оскільки 1 місяць на рік інкубаторій відключається для санації.

4. Для отримання зазначеної кількості добових курчат потрібно щомісяця закладати на інкубацію яєць від батьківського стада (при виведенні 80%):

$$\frac{153000 \times 100}{80} = 191000 \text{ тис. шт}$$

або все протягом року

$$191 \text{ тис.} \times 11 = 2101 \text{ тис. шт.}$$

5. При виході 70 % інкубаційних яєць щомісячне виробництво яєць в батьківському стаді повинна становити:

$$\frac{191000 \times 100}{70} = 273000 \text{ тис. шт.}$$

6. Для визначення поголів'я курей в розрахунках може бути прийнята їх оптимальна місячна несучість – 15 – 16 яєць на голову. Таким чином, поголів'я курей батьківського стада в даному прикладі складе:

$$273 \text{ тис.} \div 16 = 17 \text{ тис. голів}$$

а разом з півнями (10 %) – 19 тис. голів.

7. Відомий обсяг інкубації яєць дозволяє розрахувати потужність необхідного для птахофабрики інкубаторію.

Період повного завантаження кожного інкубатора становить протягом року

$$365 - (30 + 20) = 315 \text{ днів,}$$

де 30 днів – щорічний профілактичний перерву і 20 днів – час, необхідне в цілому на завантаження і розвантаження інкубатора.

8. З огляду на, що період інкубації курячих яєць становить 22 дня, за вказаний час може бути зроблено

$$315 : 22 = 14,3 \text{ обороту інкубатора.}$$

9. Загальна місткість шаф (трьох інкубаційних і одного вивідного) комплексу інкубаторів ИУП-Ф-45-31 / ИУВ-Ф-15-31 складає 64064 яєць. Отже, за 1 рік при 14,3 обороту може бути проінкубувати в інкубаторах цього комплексу:

$$64064 \times 14,3 = 916,1 \text{ тис. яєць.}$$

10. У розглянутому прикладі для інкубації 2101 тис. шт. яєць на рік потрібно інкубаторів комплекту ИУП-Ф-45-31 / ИУВ-Ф-15-31:

$$2101 \text{ тис. шт.} \setminus 916,1 \text{ тис. шт.} = 2,29$$

Розрахунок руху групи курей батьківського стада

Вік птиці, тижні.	Поголів'я на початок періоду	Вибраковка		Падіж		Поголів'я на кінець періоду	Середнє поголів'я	Яйценоскість на несучку		Валовий збір яєць, тис. шт
		%	голів	%	голів			%	шт	
18-22		13,1		0,5				–		–
23-26		0,1		0,5				3,8		
27-30		0,3		0,4				8,5		
31-34		0,4		0,4				9,7		
35-38		0,5		0,3				9,5		
39-42		0,7		0,2				9,3		
43-46		0,9		0,2				9,1		
47-50		1,1		0,3				8,9		
51-54		1,3		0,4				8,5		
55-58		1,5		0,4				7,6		
59-62		1,7		0,4				7,2		
63-66		1,9		0,5				6,8		
67-70		2,2		0,5				5,9		
71-74		2,4		0,5				5,1		
Всього по несучкам	–	15		5		–	–	100		

11. До цього числа додається 15 % запасу, що складе $2,29 \times 1,15 = 2,64$, або округлено 3 комплекти інкубаторів.

Залежно від необхідного обсягу одновікових партій молодняка, що надходить на вирощування, потреба в інкубаторах може змінитися. У цьому випадку число інкубаторів N , необхідних для виведення партії молодняка заданого розміру, розраховується за формулою:

$$N = k \frac{M \times 100}{q \times t}$$

M – необхідна кількість курчат, тис. голів;

m – місткість вивідного інкубатора, тис. яйцемісць;

q – розрахунковий відсоток виведення;

k – коефіцієнт циклічності: $k = 1$, якщо партія курчат потрібна кожні 3 дні; $k = 2$, якщо партія потрібна кожні 2 дні; $k = 3$, якщо партія потрібна щодня.

Формула придатна для розрахунку числа інкубаторів з співвідношенням кількості яйцемісць в інкубаційних та вивідних шафах як 6 : 1 без резервування потужності.

Молодки надходять в цех чотирма партіями протягом року приблизно через рівні проміжки часу. При цьому початкова поголів'я однієї партії молодок віком 18 тижнів приймається рівним $\frac{1}{4}$ середнього поголів'я батьківського стада, помноженої на 1,25. Спочатку робиться розрахунок руху поголів'я однієї партії за віковими групами.

12. При розрахунках руху поголів'я батьківського стада курей та виробництва яєць вважаємо, що першу групу комплектуємо 1.01, другу – 1.04, третю – 1.07, четверту – 1.09.

Річний розрахунок руху курей батьківського стада яєчного напрямку

Місяць	Вибраковка, голів	Падіж, голів	Середнє поголів'я гол.	Валовий збір яєць, тис. шт
січень				
лютий				
березень				
квітень				
травень				
червень				
липень				
серпень				
вересень				
жовтень				
листопад				
грудень				
Всього				

13. Знаючи помісячний добових курчат розраховуємо вихід курок які будуть поставлені для вирощування $153 \text{ тис.} / 2 = 76,5 \text{ тис.}$ голів в місяць.

14. Відповідно до плану вирощування ремонтного молодняку складається графік руху ремонтних молодок за календарними термінами

та віковими групами, певним прийнятої технологічної схеми. Цим визначається кількість молодок 120-денного віку, яка щомісяця надходять в цех промислових несучок.

15. З метою визначення середньомісячного поголів'я курей-несучок та його динаміки в віковому аспекті спочатку робиться розрахунок руху поголів'я однієї партії курей, що надходить в цех промислового стада, і виробництва від неї харчових яєць. Потім на підставі отриманих величин середньомісячного поголів'я розраховується рух середньомісячного поголів'я в цілому по цеху промислових несучок як у віковому аспекті, так і по місяцях року. Це дозволяє визначити як середнє по цеху поголів'я в кожному місяці року, так і уточнене середньорічне поголів'я курей-несучок.

Нормативи вибракування і несучості курей промислового стада

Вік птиці, тижнів	Відхід птиці від початкового поголів'я, %		Несучість на несучку, %.
	вibraкування	падіж	
ремонтні молодки			
18 - 22	5,3	0,5	-
Кури-несучки			
23 - 26	0,1	0,3	14,2
27 - 30	0,3	0,3	9,2
31 - 34	0,4	0,3	10,4
35 - 38	0,5	0,3	9,6
39 - 42	0,7	0,3	8,8
43 - 46	0,9	0,4	8,5
47 - 50	1,1	0,4	8,3
51 - 54	1,3	0,4	7,9
55 - 58	1,5	0,4	7,5
59 - 62	1,7	0,4	7,3
63 - 66	1,9	0,5	6,7
67 - 70	2,2	0,5	6,3
71 - 74	2,4	0,5	5,4
Разом курей несучок	15	5	100

На підставі даних щомісячного виробництва яєць від кожної партії курей, що надходить в цех промислових несучок, робиться розрахунок виробництва яєць в цілому по всьому цеху як щомісяця, так і за рік.

16. Визначення кількості пташників, необхідних для вирощування ремонтного молодняку і утримання курей-несучок промислового стада, розраховується з використанням відповідних формул.

Рух ремонтного молодняку промислових курей-несучок на початок періоду, тис. голів

Вікова група птиці. тижнів	Збереженість, %	Вибраковка, %	Місяць												Всього за рік					
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII						
1-17	95,6	20,6																		
17-22	99,3	5,2																		
Переведено в промислове стадо																				

Розрахунок середньомісячного поголів'я однієї партії промислових курей-несучок

Вік курей, тижнів.	Відхід птиці	Поголів'я курей, тис. голів			Збір яєць, тис. шт.	Несучість на несучку, шт.
		середнє на кінець періоду	на початок періоду	середнє		
23-26	0,4					
27-30	0,6					
31-34	0,7					
35-38	0,8					
39-42	1,0					
43-46	1,3					
47-50	1,5					
51-54	1,7					
55-58	1,9					
59-62	2,1					
63-66	2,4					
67-70	2,7					
71-74	2,9					

Кількість пташників, необхідних для вирощування ремонтного молодняку, визначається за формулою:

$$П = \frac{В (d + c)}{Е \times 365}$$

П – необхідна кількість пташників;

В – обсяг вирощування курчат для ремонту протягом року, тис. голів;

d – тривалість періоду вирощування молодниць, дні;

c – тривалість профілактичної перерви, дні;

Е – місткість одного пташника, тис. голів

Якщо за технологічною схемою молодняк вирощується з пересадками, необхідну для кожної вікової групи кількість пташників розраховується окремо із зазначенням відповідної тривалості періоду вирощування.

При вирощуванні протягом року 840 тис. добових курочок по технології з 1 по 119 день, 20-денній профілактичній перерві і місткості кожного пташника 53,7 тис. голів необхідне число пташників становитиме

$$\frac{840(119 + 20)}{53,7 \times 365} = 5,95$$

При цьому число оборотів кожного пташника протягом року становитиме

$$\frac{365}{119 + 20} = 2,63$$

Завдання 2

Розрахувати технологічний процес промислового виробництва м'яса бройлерів згідно вихідних даних. Скласти план комплектування і руху поголів'я бройлерів в пташнику ємністю на 54000 голів

Приклад розрахунку технологічного процесу птахофабрики потужністю 12000000 бройлерів на рік.

Цех батьківського стада

1. Розрахунок необхідної кількості добових курчат прийнятих для вирощування і забою 12 млн. бройлерів.

$$\frac{(\text{Потужність птахофабрики, голів}) \times 100 \%}{(\text{Збереження молодняка}), \%}$$

Для вирощування 12 млн. бройлерів і збереженні молодняка за період вирощування 95 % необхідно прийняти 12631579 добових курчат:

$$\frac{12000000 \times 100 \%}{95 \%} = 12631579$$

2. Розрахунок виробництва яєць батьківським стадом

При відношенні інкубаційних яєць до їх загальної кількості 75 %, виходу запліднених яєць – 80 %, виводимості яєць – 75 % виробництво яєць батьківським стадом за рік становитиме:

$$12631579 \times \frac{100\%}{75\%} \times \frac{100\%}{80\%} \times \frac{100\%}{75\%} = 28070175$$

3. Розрахунок середньорічного поголів'я несучок і півнів батьківського стада

При середній несучості 175 штук яєць на рік середньорічне поголів'я несучок в батьківському стаді становитиме

$$\frac{28070175}{175} = 160401$$

При статевому співвідношенні в батьківському стаді 1:8 середньорічне поголів'я півнів становитиме:

$$\frac{160401}{8} = 20050$$

4. Розрахунок початкового поголів'я несучок і півнів батьківського стада

Початкове поголів'я несучок і півнів батьківського стада приймають з урахуванням 25 % вибракування і падежу курей при утриманні в цеху батьківського стада у віці 21-64 тижнів:

$$160401 \times 1,25 = 200501$$

$$20050 \times 1,25 = 25063$$

5. Розрахунок початкового поголів'я технологічної групи курей батьківського стада

З метою рівномірного виробництва інкубаційних яєць батьківське стадо комплектують 4 рази на рік. Разове комплектування приймають з урахуванням початкового поголів'я курей технологічної групи (партії) батьківського стада

$$\frac{200501}{4} = 50125 \quad \frac{25063}{4} = 6263$$

$$50125 + 6263 = 56388$$

6. Складання руху поголів'я та комплектування батьківського стада

При складанні руху поголів'я та комплектування батьківського стада враховують показники вибракування і падежу несучок при їх утриманні.

З метою визначення середньомісячного поголів'я несучок батьківського стада та його динаміки в віковому аспекті спочатку робиться розрахунок руху поголів'я однієї технологічної групи (партії) несучок батьківського стада. Потім на підставі отриманих величин середньомісячного поголів'я розраховується рух середньомісячного

поголів'я в цілому по цеху промислових несучок як у віковому аспекті, так і по місяцях року. Це дозволяє визначити як середнє по цеху поголів'я в кожному місяці року, так і уточнене середньорічне поголів'я несучок батьківського стада.

7. Розрахунок кількості пташників для утримання курей батьківського стада

Кури батьківського стада містяться в типовому пташнику з параметрами 18x96 м і місткістю 10000 голів. При 10-місячному періоді несучості, місячній профілактичній перерві і утриманні ремонтних молодок протягом місяця весь цикл в батьківському стаді дорівнює 12 місяців, отже протягом року один пташник обертається 1 раз. Виходячи з цього, в одному пташнику протягом року може міститися 10000 курей батьківського стада, необхідно мати 23 пташника.

Розрахунок руху технологічної групи несучок батьківського стада

Вік птиці, тижні.	Поголів 'я на початок періоду	Вибраковка		Падіж		Поголів'я на кінець періоду	Середнє поголів'я	Яйценоскіст ь на несучку		Валовий збір яєць, тис. шт
		%	голів	%	голів			%	шт	
21-24	50125	4,4	2206	1,1	551	47368	48747	-	-	-
25-28	47368	0,5	251	0,3	150	46967	47168	7	11,5	542426
29-32	46967	0,6	301	0,4	201	46466	46716	13	22,5	1051118
33-36	46466	0,8	401	0,4	201	45865	46165	13	22	1015636
37-40	45865	1	501	0,4	201	45163	45514	12	21	955797
41-44	45163	1,2	602	0,5	251	44311	44737	11	20	894739
45-48	44311	1,4	702	0,6	301	43309	43810	11	19	832385
49-52	43309	1,6	802	0,6	301	42206	42758	10	18	769637
53-56	42206	1,8	902	0,7	351	40953	41579	9	16	665271
57-60	40953	2	1103	0,7	501	39349	40151	8	14	562114
61-64	39349	2,2	1253	0,8	501	37595	38472	6	11	423190
Всього по несучкам	-	18	9023	7	3509	-	-	100	175	

Місяць	1 комплектування				2 комплектування				3 комплектування				4 комплектування				Поголів'я	Валовий збір яєць
	Вік, тижнів	Середньомісячне поголів'я	Ліценесучість	Валовий збір яєць	Вік, тижнів	Середньомісячне поголів'я	Ліценесучість	Валовий збір яєць	Вік, тижнів	Середньомісячне поголів'я	Ліценесучість	Валовий збір яєць	Вік, тижнів	Середньомісячне поголів'я	Ліценесучість	Валовий збір яєць		
травень	профілактична перерва	Валовий збір яєць	Ліценесучість	Валовий збір яєць	53-56	41579	16	665271	41-44	44737	20	894739	29-32	46716	22,5	1051118	134336	2611128
червень	21-24	48747	ремонтні молодки	ремонтні молодки	57-60	40151	14	43810	45-48	44311	19	46165	33-36	46165	22	1015636	181855	2410135
липень	25-28	47168	11,5	542426	61-64	38472	42758	423190	49-52	43309	45514	769637	37-40	45514	21	955797	175891	2691050
серпень	29-32	46716	22,5	1051118	профілактична перерва	профілактична перерва	профілактична перерва	профілактична перерва	53-56	41579	16	665271	41-44	44737	20	894739	134336	2611128
вересень	33-36	46165	22	1015636	21-24	48747	ремонтні молодки	ремонтні молодки	57-60	40953	14	43810	45-48	43810	19	832385	181855	2410135
жовтень	37-40	45514	21	955797	25-28	47168	11,5	542426	61-64	39349	42758	423190	49-52	42758	18	769637	175891	2691050
листопад	41-44	44737	20	894739	29-32	46716	22,5	1051118	профілактична перерва	профілактична перерва	профілактична перерва	профілактична перерва	53-56	41579	16	665271	134336	2611128
грудень	45-48	43810	19	832385	33-36	46165	22	1015636	21-24	48747	ремонтні молодки	ремонтні молодки	57-60	40151	14	562114	181855	2410135
січень	49-52	42758	18	769637	37-40	45514	21	955797	25-28	47168	38472	542426	61-64	38472	11	423190	175891	2691050
лютий	53-56	41579	16	665271	41-44	44737	20	894739	29-32	46716	22,5	1051118	профілактична перерва	профілактична перерва	профілактична перерва	профілактична перерва	134336	2611128
березень	57-60	40151	14	562114	45-48	43810	19	832385	33-36	46165	22	1015636	21-24	48747	ремонтні молодки	ремонтні молодки	181855	2410135
квітень	61-64	38472	11	423190	49-52	42758	18	769637	37-40	45514	21	955797	25-28	47168	11,5	542426	175891	2691050

1. Розрахунок вирощування ремонтного молодняка

У розрахунку на одну комплектуємо голову батьківського стада м'ясних курей беруть 1,7 добових курочок і 5 добових півників.

Отже, на 200501 несучок і 25063 півнів батьківського стада при збереженості ремонтного молодняка 94,6% належить приймати на вирощування

добових курочок

$$200501 \times 1,7 \times \frac{100\%}{94,6} = 360308$$

добових півників

$$25063 \times 5 \times \frac{100\%}{94,6} = 132468$$

всього $360308 + 132468 = 492776$

2. Визначення кількості пташників, необхідних для вирощування ремонтного молодняка

Ремонтний молодняк міститься в пташнику місткістю 15000 голів з 1 до 140 днів при 20-денній профілактичній перерві. При числі оборотів $365 / (140 + 20) = 2,28$ протягом року в одному пташнику може міститися курчат:

$$15000 \times 2,28 = 34200$$

Для вирощування протягом року 492776 голів ремонтного молодняка потрібно 15 пташників:

$$\frac{492776}{34200} = 14,41$$

Інкубаторій

При 14,3 оборотах в одному комплекті інкубатора ИУП-Ф-45-31 / ИУВ-Ф-15-31 протягом року може бути проінкубована 916115 яєць.

При відношенні інкубаційних яєць до їх загальної кількості 75 %, виводимості яєць – 75 %, для виведення 12631579 курчат-бройлерів та 492776 курчат призначених для ремонту стада, необхідно мати для інкубації 26 інкубаторів

$$13124355 \times \frac{100\%}{75\%} \times \frac{100\%}{75\%} = 23332187$$
$$\frac{23332187}{916115} = 25,5$$

Цех вирощування курчат-бройлерів

1. Визначення кількості пташників, необхідних для вирощування бройлерів

Бройлери вирощуються до 56-денного віку в пташнику ємністю

54000 голів. Пташник використовується протягом року при $365 / (56 + 14) = 5,2$ оборотах. Отже, для розміщення 12631579 курчат та вирощування бройлерів необхідно мати 61 пташник:

$$\frac{12631579}{54000 \times 5,2} = 45$$

2. Визначення кількості партій бройлерів та розрахунок середнього поголів'я та виробництва м'яса бройлерів в одній партії

Вирощувані в одному пташнику 54000 бройлерів розглядаються як одна виробнича партія:

$$45 \times 5,2 = 234$$

Розмір партії бройлерів птахофабрики потужністю 12000000 бройлерів на рік становитиме

$$\frac{12000000}{234} = 51282$$

Цех забою птиці

Для цеху забою птиці розраховується необхідна продуктивність конвеєрної лінії і визначається відповідна її модель. Конвеєрна лінія забійного цеху повинна забезпечити забій і переробку птиці з одного пташника протягом дня. При роботі в одну зміну протягом 8-годинного робочого дня конвеєрна лінія може бути завантажена в межах 6,5 годин, оскільки решту часу потрібно на завантаження і розвантаження лінії, мийку обладнання та прибирання приміщення. Для забою бройлерів, що надходять з одного пташника при однозмінному робочому дні продуктивність конвеєрної лінії повинна становити:

$$51282 : 6,5 = 7890 \text{ голів / год.}$$

При двозмінній роботі бригади забійного цеху конвеєрна лінія може працювати без перерви протягом 14,5 годин. У цьому випадку її продуктивність може бути:

$$51282 : 14,5 = 3537 \text{ голів / год.}$$

Така робота може бути забезпечена конвеєрною лінією фірми "Сторк" (Нідерланди), різні моделі якої можуть мати продуктивність от 2000 до 9000 голів птиці на годину. У разі даного прикладу може використовуватися лінія фірми "Сторк" продуктивністю 8000 голів / год при однозмінному або 3500 голів / год при двозмінному робочому дні.

Вимоги щодо оформлення та порядку подання звіту лабораторної роботи

Захист лабораторної роботи та оцінювання рівня засвоєння здобувачами вищої освіти навчального матеріалу проводиться під час лабораторного заняття у вигляді перевірки виконаного завдання.

Самостійна робота № 6

Моделювання технологічних процесів виробництва продукції птахівництва

Коротка характеристика змісту навчального матеріалу, що є предметом самостійного опрацювання

Питання 1. Вказати послідовність розрахунків технологічного процесу при незамкненому і замкненому циклах виробництва

Необхідно навести методику розрахунку кількості батьківського поголів'я, потужності інкубаторного цеху, потреби в обладнанні, вказати на особливості розрахунків при виробництві яєць та м'яса.

Питання 2. Методика побудови циклограми технологічного процесу.

Необхідно навести методику побудови циклограми технологічного процесу виробництва яєць та навести її приклад для ферми потужністю 2,5 млн. яєць на рік.

Завдання для виконання

Ознайомитися з навчальним матеріалом за поданими питаннями та скласти конспект.

Форма контролю – оцінювання конспекту.

Питання для самоконтролю

1. Вкажіть способи утримання дорослої птиці та вирощування молодняку залежно від типу підприємства
2. Вкажіть основні принципи промислової технології виробництва харчових яєць
3. Вкажіть основні принципи промислової технології виробництва м'яса бройлерів
4. Вкажіть часовий інтервал виробничого циклу цеху вирощування курчат-бройлерів

Список рекомендованої літератури

1. Рубан Б. В. Птицы и птицеводство : учебное пособие. Харьков : Эспада, 2002. 520 с.
2. Мельник Ю. Ф. Посібник. Машины для тваринництва та птахівництва : навчальний посібник / за ред. В. І. Кравчука. Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. 2009. 207 с.
3. Відомчі норми технологічного проектування. Підприємства птахівництва. К. : Міністерство аграрної політики України, 2005. 90 с.

Лабораторна робота № 7

Моделювання технологічних процесів виробництва продукції свинарства

Мета: вивчити основні технологічні параметри і принципи промислової технології виробництва свинини; сформувати уміння та набути практичних навичок створення математичної моделі і проведення робочих розрахунків технологічного процесу промислового виробництва свинини

Завдання лабораторного заняття

Завдання 1

Визначити послідовність моделювання технологічного процесу виробництва свинини на промисловій основі. Накреслити блок-схему виробництва свинини на промисловій основі

№ з/п	Показник	Номер варіанту														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Потужність ферми, тис. гол.	6	6	12	12	18	18	18	24	24	24	36	36	36	54	104
2	Підсисний період, днів	60	45	30	60	45	30	60	45	30	60	45	30	30	26	45
3	Холостий період, днів	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	5
4	Вибракування свиноматок, %	30	30	30	35	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40	45
5	Багатоплідність голів	10					10,2					9,8				
6	Вихід ділових поросят	8,5					8,7					8,9				
7	Коефіцієнт заплідненості	0,78			0,80			0,81			0,79			0,78		

Завдання 2

Визначити постійне поголів'я і кількість технологічних груп у кожному періоді (цеху) та розробити графічну модель (блок схему та циклограму) технологічного процесу виробництва свинини.

Завдання 3

Використовуючи робочі розрахунки технологічного процесу, визначити витрати кормів (ц. корм. од.) і затрати праці (люд./год.) на одиницю продукції.

Перелік спеціального обладнання та устаткування: ПЕОМ, комп'ютерна програма MS Excel.

Теоретичний коментар

Технологія отримання свинини у спеціалізованих господарствах ґрунтується на потоковому способі виробництва, за якого передбачається безперервний і рівномірний випуск упродовж року через певні проміжки часу однакової кількості продукції (відгодівельних свиней чи молодняка в репродукторних господарствах). Вона передбачає: формування однорідних груп свиноматок, осіменіння та опороси кожної групи в певний період, розподіл тварин за статево-віковими групами, утримання створених груп у спеціалізованих приміщеннях. За кількістю вирощеного і відгодованого молодняка за рік свинарські спеціалізовані господарства з цілорічним безперервним ритмічним закінченим циклом виробництва поділяють на три групи: невеликі – до 12 тис. гол., середні – до 54 тис. гол. і великі – до 108 тис. голів.

Спільними рисами різних інтенсивних технологій промислового виробництва свинини є: висока концентрація поголів'я; інтенсивне використання тварин і площі приміщень; ритмічність і послідовність виробничих та технологічних процесів; поточковий (конвеєрний) принцип виробництва; високий рівень механізації і автоматизації; вузька спеціалізація технологічних операцій; наукова організація праці. Залежно від породного складу, інтенсивності росту поголів'я, потужності підприємства, кліматичної зони, умов утримання і годівлі технології можуть відрізнятися між собою, але мінімальні вимоги до показників виробництва залишаються стабільними.

Впровадження інтенсивної технології виробництва свинини за відповідних капітальних вкладень та раціональної організації праці дає змогу значно збільшити кількість одержуваної продукції, підвищити рентабельність підприємства. Основний принцип інтенсифікації – це застосування конвеєрного ритмічно-поточкового виробництва свинини, що передбачає безперервний випуск продукції через однакові проміжки часу партіями відповідних розмірів та якості за певний період і в цілому за рік.

Кінцевою метою ритмічно-поточної системи виробництва свинини є отримання, вирощування та реалізація молодняка свиней великими одновіковими групами через певні проміжки часу. Цього досягають завдяки формуванню такої кількості груп свиноматок, яка забезпечувала б одержання передбаченої технологією товарної продукції впродовж усього періоду експлуатації підприємства, наявності спеціалізованих приміщень

для кожного етапу виробничого процесу, які розподіляють на секції і використовують за принципом «все зайнято – все пусто».

Спеціалізовані господарства з виробництва свинини мають три зони: племінну (для комплексів потужністю 12 тис. гол. свиней за рік і більше), виробничу та господарську. У виробничій розташовані приміщення для утримання тварин, санпропускник з побутовими приміщеннями, ветеринарний і забійно-санітарний пункти, естакада з вагами.

У господарській – кормоцех чи комбікормовий завод, склади для зберігання кормів, котельня, механічна майстерня, споруди і приміщення для тимчасового зберігання, обробки й утилізації гною, водозабірні споруди та інші об'єкти господарського призначення.

У господарствах промислового типу застосовують внутрішньо-господарську спеціалізацію, за якої кожній статево-віковій групі виділено окремі приміщення з передбаченим режимом переміщення їх по виробничих дільницях.

Потокове виробництво свинини ґрунтується на цеховому принципі, тому технологічний процес охоплює кілька дільниць.

Холості і свиноматки першої половини поросності. Приміщення для утримання свиноматок обладнані груповими та індивідуальними станками. Холостих свиноматок утримують у групових станках по 10 – 15 голів із розрахунку 1,5 м² на одну голову, спарованих – у індивідуальних станках упродовж 2 – 3 днів. У великих комплексах їх утримують у групових станках до 32 днів поросності. На дільниці виділяють секцію для утримання кнурів-плідників і кнурців-пробників. Свиноматки другої половини поросності надходять на дільницю після 32 днів поросності, їх утримують у групових станках по 11 – 13 голів із розрахунку 1,8 – 2 м² площі на одну голову.

Опорос та утримання підсисних свиноматок. Виробнича група тварин на дільницю надходить за 2 – 4 дні до опоросу. Свиноматок утримують до відлучення порослят в індивідуальних станках, розміщених в ізольованих секціях по 30 – 60 станків у кожній. Після відлучення порослят свиноматок переводять для осіменіння на дільницю холостих і свиноматок першої половини поросності.

Дорощування порослят. Після відлучення від матері у 26-35-денному віці порослят переводять у цех вирощування молодняка; формують групи по 25-30 голів і утримують у групових станках із розрахунку 0,35 м² площі станка на одну голову, а з досягненням підсвинками живої маси 35 – 40 кг – переводять на дільницю відгодівлі.

Відгодівля свиней. Її тривалість становить 116–120 днів до досягнення молодняком живої маси 112–120 кг. Вік зняття з відгодівлі залежно від потужності комплексу досягає 222–240 днів. У приміщеннях для відгодівлі молодняк утримують у групових станках на 25–30 голів із розрахунку 0,7–0,8 м² на одну голову. Після завершення відгодівлі тварин здають на м'ясопереробне підприємство. Залежно від потужності комплексу перші дві дільниці можуть бути об'єднані в одну – холостих і поросних свиноматок.

У господарствах великої й середньої потужності приміщення для утримання свиней з'єднані галереєю, по якій групи тварин переміщують із однієї дільниці на іншу та транспортують корми. Комплекс на 108 тис. голів за рік має 19 свинарників (сектор відтворення – 9, відгодівлі – 10 корпусів), на 12 тис. голів – 8 (для 185 репродукції – 5, відгодівлі – 3).

Для розрахунку виробничої потужності підприємства використовують такі показники: багатоплідність свиноматок, кількість опоросів, одержаних від однієї свиноматки за рік, вихід порослят на опорос і при відлученні, тривалість підсисного періоду, дорошування та відгодівлі, вік та маса порослят під час відлучення, на початку і наприкінці відгодівлі, інтенсивність росту молодняку, падіж порослят за період від народження до закінчення відгодівлі, тривалість використання кнурів і свиноматок, рівень вибракування маточного поголів'я. За різної потужності підприємств неоднакові показники ритму виробництва, який визначає обсяг готової продукції (проміжної), що виробляється за крок ритму (такт). Останній характеризує тривалість формування технологічних груп тварин або інтервал, через який відбувається рух поголів'я технологічної групи. Ритм виробництва свинини залежить від розміру та кількості технологічних груп поросних свиноматок. Так, для комплексів потужністю 12 тис. голів він досягає 11 днів, 24 тис. гол. – 5 днів, 54 тис. гол. – 2 дні та 108 тис. голів – один день.

Порядок та методика виконання завдань

Розрахунок технологічного процесу виробництва свинини на промисловій основі проводять у наступному порядку

1. Визначення загального поголів'я свиноматок на комплексі за формулою:

$$M = \frac{O \times P}{365 \times T \times D \times K}$$

М – поголів'я свиноматок, голів;

О – потужність комплексу, голів;

П – репродуктивний період, днів;

Т – коефіцієнт заплідненості свиноматок;

Д – вихід ділових поросят на опорос, голів;

К – коефіцієнт збереженості поросят після відлучення.

Загальне поголів'я свиноматок на комплексі прямо пропорційне його потужності, тривалості репродуктивного періоду і обернено пропорційне показникам ефективності використання свиноматок. Тому чим інтенсивніше використовують свиноматок і чим вища збереженість молодняку, тим менше буде загальне поголів'я свиноматок, відповідно нижчими витрати на його формування й утримання.

2. Для потокового виробництва кількість опоросів на свиноматку (у середньому по стаду) за рік (А) розраховують за формулою:

$$A = (365 \times T) / П$$

3. Загальну кількість опоросів на комплексі визначають шляхом множення поголів'я маток (М) на кількість опоросів (А)

4. Вихід приплоду розраховують множенням загальної кількості опоросів на багатоплідність свиноматок

5. Вихід життєздатних поросят на комплексі визначають множенням загальної кількості опоросів на вихід життєздатних поросят на опорос

6. Поголів'я молодняку свиней необхідного для відгодівлі, розраховують множенням виходу життєздатних поросят на комплексі на коефіцієнт їх збереженості після відлучення від свиноматок:

7. Кількість вибракуваних свиноматок на комплексі за рік визначають з урахуванням процента їх вибракування

8. Кількість перевиюваних свиноматок, яких необхідно ввести в основне стадо повинно дорівнювати кількості вибракуваних основних свиноматок і становить

9. Кількість кроків ритму на потоці за рік визначають діленням кількості днів у році на тривалість кроку ритму

10. Для визначення розміру крокових груп свиней спочатку розраховують крокову групу свиноматок, відібраних для осіменіння (в стані охоти). Її величина залежить від кроку ритму, загальної кількості свиноматок і тривалості їх репродуктивного періоду.

Розрахунок роблять за формулою:

$$H = (P \times M) / П$$

Н – кількість свиноматок, відібраних для осіменіння протягом одного кроку ритму, голів;

Р – тривалість кроку ритму, днів;

П – репродуктивний період свиноматок, днів

11. Умовно поросні свиноматки – свиноматки, з не встановленою ще поросністю.

Свійські свині поліестричні тварини. Свиноматки приходять в охоту через кожні 14–28 (у середньому 21) днів. Отже, заплідненість свиноматки після осіменіння можна встановити лише через 21 день, коли вона не прийшла в охоту.

Тому, розмір крокової групи умовно поросних свиноматок буде дорівнювати кількості свиноматок, відібраних для осіменіння.

12. Крокову групу поросних свиноматок визначають з урахуванням коефіцієнта заплідненості.

Залежно від пори року – запліднюваність свиноматок неоднакова (влітку 62,9 – 77,6 %, взимку і на весні 79,6 – 83,1 %). У середньому заплідненість свиноматок становить 78 %.

Тому, розмір крокової групи поросних свиноматок розраховують множенням кількості умовно поросних тварин на коефіцієнт заплідненості:

13. При розрахунку крокової групи підсисних свиноматок (у кінці підсисного періоду) зважують на те, що не від усіх поросних свиноматок можливо одержати планову кількість порослят в опоросі (10 голів).

Відомо, що 8 – 10 % свиноматок бувають малоплідними (багатоплідність менше 6 голів). Порослят від них підсаджують в інші гнізда, а свиноматки визначають відніманням від кількості поросних свиноматок числа малоплідних (10 %).

14. Крокову групу порослят після відлучення на дорощувані розраховують множенням кількості поросних свиноматок на життєздатних порослят на опорос.

15. Крокову групу молодняку, призначеного для відгодівлі, визначають множенням кількості порослят після відлучення на коефіцієнт їх збереженості.

16. На промислових комплексах свиноматок вибраковують і ставлять на відгодівлю не один раз за рік, а систематично, протягом кожного кроку ритму. Тому крокову групу вибракуваних дорослих свиноматок на комплексі визначають діленням загальної кількості вибракуваних за рік свиноматок на кількість кроків ритму.

17. Крокову групу свиней на відгодівлі розраховують додаванням поголів'я молодняку і дорослих свиноматок

18. Крокова група перевіюваних свиноматок, яких вводять в основне стадо, дорівнюватиме числу вибракуваних основних свиноматок.

19. Розмір буферної групи залежить від величини крокової групи свиноматок, відібраних для осіменіння.

Для того, щоб протягом кожного року ритму осіменяти певне поголів'я свиноматок, потрібно мати достатній резерв (буферну групу), з якого відбирають свиноматок в охоті. Розмір буферної групи визначають за формулою, зважаючи на те що охота у свиноматок повторюється кожний 21 день:

$$B = (21 \times H) / P$$

B – розмір буферної групи, голів;

H – кількість свиноматок, відібраних для осіменіння протягом одного кроку ритму, голів;

P – тривалість кроку ритму, днів.

Після розрахунку крокових груп молодняку і свиноматок визначають постійне поголів'я свиней на комплексі. Від початку роботи комплексу поступово заповнюють усі його приміщення тваринами. При здаванні першої групи свиней на м'ясо на комплексі закінчується формування поголів'я свиней у цехах, яке надалі завжди постійне.

20. Постійне поголів'я кнурів-плідників на комплексі визначають з урахуванням способу осіменіння (природне парування чи штучне осіменіння). Норма навантаження на одного кнура при природному паруванні становить у середньому 15 свиноматок, а при штучному осіменінні – 100 – 120 (у середньому 150) свиноматок за рік.

Постійне поголів'я кнурів на комплексі розраховують діленням загальної кількості свиноматок на норму навантаження.

21. Постійне поголів'я умовно поросних, поросних і підсисних свиноматок і молодняку залежить від розміру крокових груп і часу перебування цих груп на потоці.

Розрахунок роблять за формулою:

$$C = (G \times T) / P$$

де C – постійне поголів'я в цехах, голів;

G – розмір крокової групи, голів;

P – тривалість кроку ритму, днів;

T – час перебування групи на потоці, днів.

22. Постійне поголів'я холостих свиноматок визначають відніманням від загального поголів'я свиноматок суми умовно поросних, поросних і підсисних.

23. Постійне поголів'я порослят-сисунів розраховують множенням кількості підсисних свиноматок (у кінці періоду) на багатоплідність:

24. Постійне поголів'я порослят після відлучення на дорощуванні

розраховують з урахуванням тривалості дорощування (65 днів) і кількості підсвинків в групі.

25. Постійне поголів'я молодняку і дорослих свиноматок на відгодівлі з урахуванням тривалості відгодівлі (115 днів) і кількості тварин в групі.

Загальна зайнятість секцій станків

Групи	Потужність комплексу, тис. гол	Час перебування на потоці	Санітарний період	Усього на потоці, днів
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Свиноматки умовно поросні (22 діб на потоці)	6	22	2	23
	12	22	1	24
	18	22	2	25
	24	22	3	24
	36	22	2	25
	54	22	2	24
Свиноматки поросні (з 22 до 108 діб.)	6	86	2	27
	12	86	1	27
	18	86	2	88
	24	86	4	90
	36	86	4	90
	54	86	2	88
Свиноматки підсисні (7 діб глибокої поросності +підсисний період)	6	67 52 37	3	70 55 40
	12	67 52 37	3	71 56 41
	18	67 52 37	4	70 55 40
	24	67 52 37	3	72 57 42
	36	67 52 37	5	72 57 42
	54	67 52 37	3	72 57 42
Поросля після відлучення на дорощуванні	6	65	5	70
	12	65	5	70
	18	75	2	77
	24	85	5	90
	36	87	3	90
	54	92	2	94
Молодняк і дорослі свиноматки на відгодівлі	6	115	5	120
	12	115	5	120
	18	120	6	126
	24	110	5	115
	36	123	3	126
	54	118	3	120

Показники комплексу

Назва показника	Величина
Поголів'я, голів	
Репродуктивний період, діб	
Утому числі: поросності	
підсисний	
холостий	
Коефіцієнт заплідненості, %	
Кількість опоросів на свиноматку за рік (в середньому по стаду)	
Багатоплідність, гол.	
Вихід ділових поросят, голів	
Коефіцієнт збереженості поросят після відлучення, %	
Вибракування свиноматок, %	
Крок ритму на потоці, днів	
Кількість кроків ритму за рік	
Усього опоросів	
Усього поросят-сосунів, голів	
Усього життєздатних поросят, гол.	
Поголів'я молодняка для відгодівлі, голів	
Кількість вибракуваних свиноматок, голів	
Кількість перевірюваних свиноматок, переведених до	
Буферна група, гол.	
<i>Крокові групи, голів</i>	
Свиноматок: для осіменіння	
умовно поросних	
поросних	
підсисних (у кінці періоду)	
Поросят після відлучення на дорощуванні	
Молодняку на відгодівлі	
Свиноматок дорослих на відгодівлі	
Усього на відгодівлі	
Перевірюваних свиноматок, переведених до основного стада	
<i>Постійне поголів'я свиней у цехах, голів</i>	
Кнурів	
Свиноматок: холостих	
умовно поросних	
поросних	
підсисних (у кінці періоду)	
Поросят після відлучення на дорощуванні	
Молодняку і дорослих свиноматок на відгодівлі	
Усього поголів'я	

28. Постійне поголів'я свиней на комплексі визначають додаванням поголів'я усіх груп

29. Період входження комплексу в повний потік складається з часу перебування на потоці двох крокових груп (поросята після відлучення на дорощуванні і молодняк на відгодівлі), репродуктивного і санітарного періодів.

30. Ескіз функціонування технологічного процесу виробництва свинини на фермі промислового типу виконуємо у вигляді блок-схеми.

31. Циклограма будується за даними робочих розрахунків і має вигляд матриці.

32. Використовуючи робочі розрахунки технологічного процесу, визначити витрати кормів (ц. корм, од.), затрати праці (люд./год.) на одиницю продукції, чистий прибуток та рентабельність виробництва продукції.

Вимоги щодо оформлення та порядку подання звіту лабораторної роботи

Захист лабораторної роботи та оцінювання рівня засвоєння здобувачами вищої освіти навчального матеріалу проводиться під час лабораторного заняття у вигляді перевірки виконаного завдання.

Самостійна робота № 7

Моделювання технологічних процесів виробництва продукції свинарства

Коротка характеристика змісту навчального матеріалу, що є предметом самостійного опрацювання

Питання 1. Розрахунок розміру технологічних груп залежно від потужності ферми

Необхідно навести методику розрахунку загальної кількості поголів'я у технологічних групах, кількості технологічних груп та приклад розрахунку технологічного процесу для ферми з виробництва свинини в кількості 1300 т у живій масі за рік.

Питання 2. Методика складання циклограми технологічного процесу

Необхідно навести методику складання циклограми технологічного процесу виробництва свинини та навести її приклад для ферми з виробництва свинини в кількості 1300 т у живій масі за рік

Питання 3. Розрахунок технологічних карт

Необхідно розкрити основні методичні підходи до розробки технологічних карт, навести приклад технологічної карти для ферми щорічною потужністю в кількості 1300 т у живій масі за рік.

Завдання для виконання

Ознайомитися з навчальним матеріалом за поданими питаннями та скласти конспект.

Форма контролю – оцінювання конспекту

Питання для самоконтролю

1. Визначити загальне поголів'я свиноматок на комплексі, голів, якщо: потужність комплексу, голів – 6000; репродуктивний період, днів – 180; коефіцієнт заплідненості свиноматок – 0,78; вихід ділових поросят на опорос, голів – 8,5; коефіцієнт збереженості поросят після відлучення – 0,95.
2. Розрахувати крокову групу свиноматок, відібраних для осіменіння, якщо: тривалість кроку ритму, днів – 10; загальне поголів'я свиноматок на комплексі, голів – 470; репродуктивний період свиноматок, днів - 180:
3. Визначити кількість вибракуваних свиноматок на комплексі за рік, якщо: загальне поголів'я свиноматок на комплексі, голів – 470; відсоток вибракування свиноматок, % – 30.
4. Визначити постійне поголів'я молодняку і дорослих свиноматок на відгодівлі, якщо: крокова група свиней на відгодівлі, молодняку і дорослих свиноматок – 166 голів; крок ритму – 10 днів; період поросності – 115 днів.

Список рекомендованої літератури

1. Нагаєвич В. М. Технологія виробництва продукції свинарства. Харків : Еспада, 2010. 336 с.
2. Дмитрук Б. П., Клименко Л. В. Виробничий цикл у галузі свинарства : національний та світовий досвід. К. : ЗАТ «Нічлава», 2006. 200 с.
3. Технологія промислового виробництва свинини / А. К. Голуб, І. М. Гузарій, О. Г. Залигін, Р. Ф. Стасенко, О. К. Сичов-Михайлов. К. : Урожай, 1985. 112 с.
4. Відомчі норми технологічного проектування. Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми). – К. : Міністерство аграрної політики України, 2005. 98 с.

Лабораторна робота № 8

Моделювання селекційного процесу

Мета: вивчити основні методи прогнозування племінної цінності і продуктивності сільськогосподарських тварин; сформувати уміння та набути практичних визначення племінної цінності та продуктивності сільськогосподарських тварин за допомогою інструментів MS Excel.

Завдання лабораторного заняття

Завдання 1

Вивчити математичні моделі і методики прогнозування динаміки живої маси сільськогосподарських тварин. Розрахувати динаміку росту за індексами напруги (I_n) та рівномірності росту (I_p) за методикою Ю. К. Свечина та побудувати графік динаміки середньодобових приростів живої маси телиць різних порід

Порода		Голштинська	Симентальська	Казахська білоголова
Вік, місяців	0	40	37	24
	3	87	107	102
	6	160	214	193
	9	230	282	267
	12	286	338	362

Завдання 2

Вивчити динаміку росту живої маси молодняку великої рогатої худоби м'ясного напрямку продуктивності зарубіжної і вітчизняної селекції

Вік, місяців	абердин-ангуська	герфордська	лімузінська	волинська м'ясна	українська м'ясна	поліська м'ясна	сіра українська	симентальська м'ясна
0	36,7	33,3	38,9	29,7	33,3	30,0	36,7	35,3
6	168,3	153,7	191,8	162,3	174,3	168,5	163,7	175,3
9	247,1	202,7	292,7	230,3	253,8	245,2	227,8	259,0
12	324,7	273,7	365,7	306,0	325,3	323,2	304,3	331,2
15	424,2	381,0	489,2	412,9	420,3	418,5	400,7	430,7
18	520,7	485,0	553,0	493,0	528,3	496,0	477,0	503,0
21	553,0	571,2	593,0	571,3	565,3	562,7	544,4	574,0
24	587,7	636,6	650,8	647,0	601,0	617,4	631,0	624,0

Завдання 3

Вивчити математичні моделі прогнозування молочної продуктивності корів. За даними показників продуктивності корови Астри 4450 визначити максимальний очікуєий надій молока за лактацію (модель В. І. Рясенко), побудувати лактаційну криву та розрахувати індекс постійності лактації (за формулами Х. Тернера, І. Юганссона і А. Ханссона).

Показники молочної продуктивності корови Астри 4450

Місяць	Кількість дійних днів	Розподіл дійних днів		Контрольні щодакданні надої			Вміст жиру в молоці, %	Вміст білку в молоці, %
		перша декада	друга декада	5	15	25		
Червень				0,0	10,0	15,0	3,90	3,08
Липень	31	10	10	15,0	20,0	24,0	3,70	3,10
Серпень	31	10	10	20,0	18,0	16,0	3,80	3,09
Вересень	30	10	10	15,0	16,0	14,0	4,00	3,29
Жовтень	31	10	10	14,0	15,0	12,0	3,90	3,20
Листопад	30	10	10	13,0	15,0	14,0	4,20	3,18
Грудень	31	10	10	12,0	10,0	11,0	4,50	3,16
Січень	31	10	10	10,0	9,5	8,0	4,10	3,16
Лютий	29	10	10	9,0	8,5	8,0	4,70	3,26
Березень				7,0	6,0	0,0	4,70	3,30

Завдання 4

Вивчити основні методи визначення племінної цінності сільськогосподарських тварин (за власним фенотипом, фенотипом сибсів та потомства, за комплексом селекційних ознак). Описати основні етапи виведення, вирощування, оцінки, добору та використання бугаїв. Визначити племінну цінність бугая Граніта 3080 за продуктивністю дочок та ровесниць.

Продуктивність дочок та ровесниць бугая Граніта 3080

№ з/п	Параметр	Стадо		
		перше	друге	третє
1	Кількість дочок	10	12	15
2	Кількість ровесниць	30	25	10
3	Середній надій дочок	5450	5085	5290
4	Середній надій ровесниць	5200	5100	5080
5	Середній надій по стаду	5260	5090	5206
6	Середній надій по породі	5000		

Завдання 5

Визначити племінну цінність родоначальниць родин Липки 6324, Голубки 6508, Калини 290 за продуктивністю потомства.

Показники молочної продуктивності родин корів

Кличка і № родоначальниці, перелік нащадків	n	Показники продуктивності родини	
		надій молока, кг	вміст жиру в молоці, %
Липка 6324	1	3009	3,71
Дочки	3	3011	3,87
Онучки	7	2878	3,91
Праонучки	8	3094	3,73
Прапраонучки	2	3101	3,8
В родині	X	3018	3,8
Голубка 6508	1	3178	3,82
Дочки	1	3264	3,74
Онучки	4	3093	3,78
Праонучки	4	2965	3,8
Прапраонучки	5	2876	3,79
В родині	X	3075	3,79
Калина 290	1	3127	3,88
Дочки	1	3288	3,85
Онучки	2	3297	3,87
Праонучки	7	3189	3,89
Прапраонучки	7	3177	3,89
В родині	X	3218	3,87

Завдання 6

Вивчити особливості побудови алгоритму змішаної моделі при визначенні племінної цінності тварин методом BLUP в середовищі MS Excel. Записати рівняння генетичної та змішаної статистичної моделі тварини.

Перелік спеціального обладнання та устаткування: ПЕОМ, комп'ютерна програма MS Excel

Порядок та методика виконання завдань

Здобувачі вищої освіти вивчають теоретичний матеріал за темою лабораторної роботи та розв'язують завдання під керівництвом викладача

Завдання 1

Вивчити математичні моделі і методики прогнозування динаміки живої маси сільськогосподарських тварин. Розрахувати динаміку росту за індекси напруги (I_n) та рівномірності росту (I_r) за методикою Ю. К. Свєчина

1. Створити власний файл змінити назву аркуша «Лист1» на «Прирости» (клацніть правою кнопкою миші по назві аркуша та оберіть функцію «Переименовать»).

2. Створити на цьому аркуші нижченаведену таблицю (рис. 8.1). Внести до створеної таблиці дані живої маси телиць різних порід

	A	B	C	D	E	F	G
1		Вікова динаміка живої маси, приростів та параметрів росту телиць різних порід, кг					
2		Порода			Голштинська	Симентальська	Казахська білоголова
3		Вік, місяців			0		
4					3		
5					6		
6					9		
7					12		
8		Прирости по вікових періодах	абсолютний, кг	0-3 міс.			
9				3-6 міс.			
10				6-9 міс.			
11				9-12 міс.			
12			середньо-добовий, г	0-3 міс.			
13				3-6 міс.			
14				6-9 міс.			
15				9-12 міс.			
16			відносний, %	0-3 міс.			
17				3-6 міс.			
18				6-9 міс.			
19				9-12 міс.			
20		Параметри росту по вікових періодах	Δt	0-3-6 міс.			
21				3-6-9 міс.			
22				6-9-12 міс.			
23			I _n	0-3-6 міс.			
24				3-6-9 міс.			
25				6-9-12 міс.			
26			I _p	0-3-6 міс.			
27				3-6-9 міс.			
28				6-9-12 міс.			

Рис. 8.1. Вікова динаміка живої маси, приростів та параметрів росту телиць різних порід

3. Для того, щоб розрахувати абсолютний приріст за період 0-3 міс., який становить різницю між живою масою у три місяці та масою при народженні, слід до клітинки *E8* внести формулу: $=E4-E3$. Наведіть курсор миші на правий нижній кут клітинки *E8* до появи чорного хрестика та, натиснувши ліву кнопку миші, розтягніть формулу до клітинки *E11*. За аналогією слід скопіювати формули до клітинок *F8:F11* та *G8:G11*.

4. Для розрахунку величини середньодобових приростів до клітинки *E12* внесіть нижченаведену формулу з урахуванням тривалості кожного періоду (90 діб) та округленням результату розрахунку до десятих: $=ОКРУГЛ(E8/90*1000;1)$. Продублюйте внесену формулу аналогічно до пункту 3.

5. Для розрахунку величини відносних приростів до клітинки *E16* внесіть таку формулу: $=ОКРУГЛ(E8/((E3+E4)/2)*100;1)$. Продублюйте внесену формулу аналогічно до пункту 3,4.

6. Для розрахунку інтенсивності формування (Δt) у віковий період 0-3-6 місяців використовують формулу Ю. К. Свечина:

$$\Delta t = \frac{W_3 - W_0}{0,5(W_3 + W_0)} - \frac{W_6 - W_3}{0,5(W_6 + W_3)}$$

Для цього до клітинки *E20* слід задати формулу: $=(E16-E17)/100$.

7. Розрахунки індексів напруги (I_n) та рівномірності росту (I_p) слід

провести за методикою В.П. Коваленка використовуючи наступні формули:

$$I_n = \frac{\Delta t}{ВП} СП$$

$$I_p = \frac{1}{1 + \Delta t} СП$$

Для цього до клітинок E23 та E26 відповідно слід задати зазначені формули із заокругленням результату до трьох знаків після коми:
=ОКРУГЛ(E20/((E5E3)/((E5+E3)/2))*((E5-E3)/180);3) та
=ОКРУГЛ(1/(1+E20))*((E5-E3)/180);3).

8. Для того, щоб побудувати графік динаміки середньодобових приростів живої маси телиць різних порід, клацніть по опції стандартної панелі інструментів «Мастер диаграмм» та в меню «Стандартные» оберіть тип «Гистограмма» → «Вид» → «Обычная гистограмма отображает значения отдельных категорий» → «Далее». У «Диапазон» внесіть інформацію: =Прирости!\$D\$12:\$G\$15, відмітьте «Ряды в: строках». Оберіть вкладку «Ряд» та у віконце «Подписи оси X» введіть інформацію: =Прирости!\$E\$2:\$G\$2. → «Далее». Оберіть вкладку «Заголовки» → «Ось Y (значений)» введіть: «Среднедневной прирост, г». Далі перейдіть на вкладку «Легенда» та оберіть «Размещение» – «внизу» → «Готово».

Завдання 2

Вивчити динаміку живої маси молодяку великої рогатої худоби м'ясного напряму продуктивності зарубіжної і вітчизняної селекції: абердин-ангуська, герефордська, лімузинська, волинська м'ясна, українська м'ясна, поліська м'ясна, сіра українська, симентальська м'ясна

Розрахунки індексів напруги (I_n) та рівномірності росту (I_p) здобувачі вищої освіти проводять за методикою В. П. Коваленка.

Завдання 3

Вивчити математичні моделі прогнозування молочної продуктивності корів. За даними показників продуктивності корови Астри 4450 визначити максимальний очікуємий надій молока за лактацію (модель В. І. Рясенко) та побудувати лактаційну криву та розрахувати індекс постійності лактації (за формулами Х. Тернера, І. Юганссона і А. Ханссона).

1. Створити новий аркуш, клацнувши по опції головного меню «Вставка», та обрати опцію «Лист». Змінити його назву на «Лактація» (клацніть правою кнопкою миші по назві аркуша та оберіть функцію

розтягніть формулу до клітинки *F19*.

8. Щоб розрахувати величину надою за місяць лактації, слід до клітинки *J10* ввести формулу: $=D10*G10+E10*H10+F10*I10$. Дану формулу необхідно продублювати у клітинках *J11 – J19*.

9. Слід розрахувати кількість одновідсоткового молока за жиром. Для цього до клітинки *M10* слід ввести формулу: $=J10*K10$. Внесену формулу необхідно продублювати у клітинках *M11 – M19*.

10. Щоб розрахувати кількість молочного жиру в клітинку *O10* необхідно ввести формулу: $=M10/100$. Внесену формулу необхідно продублювати в клітинки *O11 – O19*.

11. Для розрахунку величини надою за лактацію до клітинки *J20* необхідно ввести формулу: $=СУММ(J10:J19)$. Аналогічні формули вносять до клітинок *M20, O20* та *C20*.

12. Використовуючи методику, наведену в пунктах 11 – 13, проведіть розрахунки з визначення кількості одновідсоткового молока за білком та кількості молочного білка.

13. Для розрахунку середньозваженого показника вмісту жиру та білка у молоці до клітинок *K20* та *L20* відповідно слід ввести формули:

$$=M20/J20$$

$$=N20/J20$$

14. Для розрахунку показника відтворювальних якостей корови необхідно до клітинок *D23, D24* та *D25* ввести формули:

$$=C6-C3$$

$$=C6-C5$$

$$=C4-C3$$

15. Для того, щоб побудувати лактаційну криву корови Астри 4450, натисніть на стандартну панель інструментів «Мастер диаграмм» та в меню «Нестандартные» оберіть тип «График гистограмма 2» → «Далее». Перейдіть на вкладку «Ряд» та натисніть «Добавить». До віконця «Имя» вставте інформацію: $=Лактація!$K8 , а до віконця «Значение»: $=Лактація!$K$10:$K19 → «Добавить». До віконця «Имя» внесіть інформацію: $=Лактація!$J8 , а до віконця «Значение»: $=Лактація!$J$10:$J19 → «Далее». Оберіть вкладку «Заголовки» та до віконця «Ось Y (значений)» введіть: «Вміст жиру в молоці, %», а до віконця «Вторая ось Y (значений)» – «Надій, кг». Далі перейдіть на вкладку «Легенда» та оберіть «Размещение» → «Внизу» → «Готово».

16. Індеси постійності лактації визначаємо за формулами

Індекс постійності лактації, рекомендований І. Юганссоном і А. Ханссоном

$$КПЛ = \frac{a \times 100}{b},$$

КПЛ – коефіцієнт постійності лактації;

a – надій молока з 101-го до 200-го дня лактації, кг;

b – від 1-го до 100-го дня, кг

Індекси постійності лактації рекомендований Х. Тернером

$$КПЛ = \frac{C}{D}$$

C – фактичний надій за лактацію, кг;

D – найвищий надій за місяць, кг.

$$КПЛ = \frac{B - A}{B}$$

B – надій молока за перші 180 днів лактації, кг;

A – за перші 70 днів лактації

Завдання 4

Вивчити основні методи визначення племінної цінності сільськогосподарських тварин (за власним фенотипом, фенотипом сибсів та потомства, за комплексом селекційних ознак). Визначити племінну цінність бугая Граніта 3080 за продуктивністю дочок та ровесниць.

1. Створити новий аркуш, клацнувши по опції головного меню «Вставка», та обрати опцію «Лист». Змінити його назву на «Граніт» (клацніть правою кнопкою миші по назві аркуша та оберіть функцію «Переименовать»).

2. Створити на цьому аркуші нижченаведену таблицю

Різницю між середніми показниками дочок і їх ровесниць, а також стада та породи визначають через ефективне число дочок (W_i), що враховує співвідношення числа дочок та ровесниць і визначається за формулою:

$$W_i = \frac{n_{Di} \cdot n_{pi}}{n_{Di} + n_{pi}}$$

де n_{Di} та n_{pi} – число дочок та ровесниць в *i*-тому стаді (році, кварталі).

До клітинки *C6* слід ввести таку формулу: $=(C4 * C5) / (C4 + C5)$. Аналогічні формули слід ввести до клітинок *D6* та *E6*.

3. Для розрахунку різниці між продуктивністю дочок та ровесниць до клітинки *C10* слід ввести формулу: $=C8 - C9$.

	A	B	C	D	E	F
1		Алгоритм визначення племінної цінності бугая Граніта 3080				
2		Параметр	Стадо			Результати оцінки
3			перше	друге	третє	
4		Число дочок ($n_{дi}$)=	10	12	15	
5		Число ровесниць ($n_{рi}$)=	30	25	10	
6		Ефективне число дочок (W_i)=				
7		За надоєм, кг				
8		Середній надій дочок (D_i)=	3450	3085	3290	
9		Середній надій ровесниць (P_i)=	3200	3100	3080	X
10		Різниця ($D_i - P_i$)=				X
11		Добуток ($(D_i - P_i)W_i$)=				
12		$ДР = (\sum(D_i - P_i)W_i) / (12,5 + \sum W_i)$ =	X	X	X	
13		Середнє по стаду, C_i =	3260	3090	3206	X
14		Середнє по породі, Π_i =	3000	3000	3000	X
15		Різниця ($C_i - \Pi_i$)=				X
16		Добуток ($(C_i - \Pi_i)W_i$)=				
17		$СП = (\sum(C_i - \Pi_i)W_i) / (10 \sum W_i)$ =	X	X	X	
18		$РПЦ = 2(ДР + СП)$	X	X	X	

Рис. 8.3. Алгоритм визначення племінної цінності бугая Граніта 3080

4. Тепер слід розрахувати добуток різниці й ефективного числа дочок. До клітинки C11 необхідно ввести формулу: =C10*C6.

5. Аналогічно слід здійснити розрахунки за другим і третім стадам та визначити різниці між рівнями продуктивності стад та породи, і розрахувати добутки різниць й ефективного числа дочок.

6. Для розрахунку сумарної кількості дочок до клітинки F4 слід ввести формулу: =СУММ(C4:E4). За аналогією слід визначити сумарні значення у клітинках F5, F6, F11 та F16.

7. Щоб розрахувати середню продуктивність дочок, до клітинки F8 слід ввести формулу: =(C8*C4+D8*D4+E8*E4)/F4.

8. Для розрахунку різниці між продуктивністю дочок та ровесниць до клітинки F12 слід ввести таку формулу: =F11/(12,5+F6).

9. Тепер слід визначити різницю між середньою продуктивністю стада та породи. Для цього до клітинки F17 слід ввести формулу: =F16/(10*F6).

10. Щоб розрахувати племінну цінність, до клітинки F18 слід ввести формулу: =2*(F12+F17).

Завдання 5

Визначити племінну цінність родоначальниць родин Липки 6324, Голубки 6508, Калини 290 за продуктивністю потомства.

1. Створити новий аркуш, клацнувши по опції головного меню «Вставка», та обрати опцію «Лист». Змінити його назву на «Родина»

(клацніть правою кнопкою миші по назві аркуша та оберіть функцію «Переименовать»). Створити на цьому аркуші нижченаведену таблицю до слід ввести інформацію про продуктивність корів родин Липки, Голубки і Калини.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		Показники молочної продуктивності родин корів										
2		Кличка і № родоначальниці, перелік потомків	n	Показники продуктивності родини			Показники продуктивності ровесниць			Племінна цінність родини за		
3				надій молока, кг	жир		надій молока, кг	жир		надосм молока, кг	жиром	
4					%	кг		%	кг		%	кг
5		Липка 6324										
6		Дочки										
7		Онучки										
8		Праонучки										
9		Прапраонучки										
10		В родині	X				X	X	X			
11		Голубка 6508										
12		Дочки										
13		Онучки										
14		Праонучки										
15		Прапраонучки										
16		В родині	X				X	X	X			
17		Калина 290										
18		Дочки										
19		Онучки										
20		Праонучки										
21		Прапраонучки										
22		В родині	X				X	X	X			

Рис.8.4 Показники молочної продуктивності корів родини Липки 6324, Голубки 6508 та Калини 290

2. Для розрахунку кількості молочного жиру за кожною групою тварин, до клітинки F5 слід ввести таку формулу: $=\text{ОКРУГЛ}(D5 * E5 / 100; 1)$. Тепер слід скопіювати цю формулу для всіх груп тварин.

3. Для родоначальниці родини Липки 6324 та її жіночих нащадків в якості показників продуктивності ровесниць слід використати середньозважені показники продуктивності родоначальниць та їх жіночих нащадків родин Голубки та Калини.

До клітинки G5 слід ввести формулу $=(D11 + D17) / 2$, а до клітинки G6 $=(\$C12 * D12 + \$C18 * D18) / (\$C12 + \$C18)$. Останню формулу слід скопіювати до клітинок G7 – G9. За аналогією слід провести розрахунки із вмісту жиру в молоці та кількості молочного жиру.

4. Наступним етапом є визначення племінної цінності (ПЦ) кожної групи родини, що розраховується за формулою:

$$ПЦ = h^2 (P - \bar{P})n$$

P – середня продуктивність групи корів;

P – середня продуктивність їх ровесниць;

h – коефіцієнт успадкування;

n – кількість тварин у групі.

Для визначення племінної цінності необхідно до клітинки J5 слід внести формулу: $=\$C\$24*(D5-G5)*\$C5$ та скопіювати її до клітинок J6 – J9.

5. Для розрахунку племінної цінності родини за величиною надою до клітинки J10 слід ввести таку формулу:

$$=(J5+J6*\$C6+J7*\$C7+J8*\$C8+J9*\$C9)/(1+СУММ(\$C6:\$C9)).$$

Аналогічно слід провести розрахунки за іншими показниками молочної продуктивності родини Липки та за показниками молочної продуктивності інших родин.

Вимоги щодо оформлення та порядку подання звіту лабораторної роботи

Захист лабораторної роботи та оцінювання рівня засвоєння здобувачами вищої освіти навчального матеріалу проводиться під час лабораторного заняття у вигляді перевірки виконаного завдання.

Самостійна робота № 8 **Моделювання селекційного процесу**

Коротка характеристика змісту навчального матеріалу, що є предметом самостійного опрацювання

Питання 1. Прогнозування племінної цінності

Необхідно ознайомитись з біологічними моделями та основними методами визначення племінної цінності сільськогосподарських тварин

Питання 2. Прогнозування продуктивності сільськогосподарських тварин

Необхідно ознайомитись з моделями прогнозування динаміки живої маси (моделі Гомперца, Т. К. Бриджеса, С. Броді, В. І. Рясенко, методика В. П. Коваленка та ін.), молочної продуктивності корів (модель Вуда, В. І. Рясенко), яєчної продуктивності птиці (модель Мак-Мілана).

Завдання для виконання

Ознайомитися з навчальним матеріалом за поданими питаннями та скласти конспект.

Форма контролю – оцінювання конспекту

Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення поняттям ріст і розвиток
2. Дайте визначення поняття племінна цінність

3. Як визначають племінну цінність тварин різних видів за продуктивністю потомства
4. Вкажіть фактори які впливають на ріст і розвиток
5. Назвіть закономірності росту тварин

Список рекомендованої літератури

1. Войтенко С. Л. Практикум з селекції сільськогосподарських тварин / С. Л. Войтенко, М. О. Петренко, Л. В. Вишневський. Полтава : ФОП Гаража М. Ф., 2016. 252 с.
2. Біометричний аналіз мінливості ознак сільськогосподарських тварин і птиці : Навчальний посібник / В. П. Коваленко, В. І. Халак, Т. І. Нежлукченко, Н. С. Папакіна. – Херсон, РВЦ «Колос», 2009. 160 с.
3. Кузнецов В. М. Племенная оценка животных: прошлое, настоящее, будущее. Проблемы биологии продуктивных животных. 2012. № 4. С. 117–157.

Рекомендована література

Основна

1. Браславец М. Е. Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства. М. : Экономика, 1991. 357 с.
2. Гатаулин А. М. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / А. М. Гатаулин, Г. В. Гаврилов, Т. М. Сорокин и др. Москва : Агропромиздат, 1990. 432 с.
3. Вітлінський В. В. Математичне програмування : [Навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни] / В. В. Вітлінський, С. І. Наконечний, Т. О. Терещенко. Київ : КНЕУ, 2006. 248 с.
4. Войтенко С. Л. Практикум з селекції сільськогосподарських тварин / С. Л. Войтенко, М. О. Петренко, Л. В. Вишневецький. Полтава : ФОП Гаража М. Ф., 2016. 252 с.

Допоміжна

1. Костоглод К. Д. Оптимізаційні методи і моделі : [Курс лекцій] / К. Д. Костоглод, А. В. Калініченко, Н. М. Протас, Ю. В. Вакуленко. Полтава : ПДАА, 2015. 143 с.
2. Іноземцев Г. Б. Математичне моделювання та оптимізація систем електроспоживання у сільському господарстві : [Навчальний посібник] / Г. Б. Іноземцев, В. В. Козирський; за ред. Г. Б. Іноземцева. К. : Видавничий центр НУБіП України, 2010. 140 с.
3. Вовк В. М. Оптимізаційні методи і моделі : [навчальний посібник] / В. М. Вовк, Л. М. Зомчак. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2014. 360 с.
4. Артими-Дрогомирецька З. Б. Дослідження операцій / М. В. Негрей, З. Б. Артими-Дрогомирецька. Львів: ЛНУ ім. І.Франка, 2014. – 312 с.
5. Наконечний С. І. Математичне програмування : навчальний посібник / С. І. Наконечний, С. С. Савіна. К. : КНЕУ, 2003. 452 с.
6. Відомчі норми технологічного проектування. Підприємства птахівництва. К. : Міністерство аграрної політики України, 2005. 90 с.
7. Відомчі норми технологічного проектування. Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми). К. : Міністерство аграрної політики України, 2005. 111 с.
8. Відомчі норми технологічного проектування. Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми). – К. : Міністерство аграрної політики України, 2005. 98 с.

9. Мельник Ю. Ф. Посібник. Машина для тваринництва та птахівництва: навчальний посібник / за ред. В. І. Кравчука. Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. 2009. 207 с.
10. Біометричний аналіз мінливості ознак сільськогосподарських тварин і птиці : Навчальний посібник / В. П. Коваленко, В. І. Халак, Т. І. Нежлукченко, Н. С. Папакіна. – Херсон, РВЦ «Колос», 2009. 160 с.
11. Дмитрук Б. П., Клименко Л. В. Виробничий цикл у галузі свинарства : національний та світовий досвід. К. : ЗАТ «Нічлава», 2006. 200 с.
12. Нагаєвич В. М. Технологія виробництва продукції свинарства. Харків : Еспада, 2010. 336 с.
13. Рубан Б. В. Птицы и птицеводство : учебное пособие. Харьков : Эспада, 2002. 520 с.
14. Куликов Л. В. Практикум по птицеводству. Москва : Издательство Российского Университета дружбы народов. 2002. 235 с.
15. Костенко В. І. Технологія виробництва молока і яловичини. Практикум : навчальний посібник. К. : «Центр учбової літератури», 2013. 400 с.
16. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин : навчальний посібник / [І. І. Ібатулін, Ю. Ф. Мельник, В. В. Отченашко, та ін.]; під ред. академіка НААН України І. І. Ібатуліна. К. : 2015. 422 с.

Інформаційні ресурси

1. Национальный открытый университет [Електронний ресурс] : дистанційний курс навчання з дисципліни “Введення в аналіз, синтез та моделювання систем”. – Режим доступу : <http://www.intuit.ru/studies/courses/83/83/info>.
2. Национальный открытый университет [Електронний ресурс] : дистанційний курс навчання з дисципліни “Основи математичного моделювання”. – Режим доступу : <http://www.intuit.ru/studies/courses/2260/156/info>.
3. Данилин Г. А. и др., Математическое программирование с MS Excel : Учебное пособие [Електронний ресурс] / Г. А. Данилин, В. М. Курзина, П. А. Курзин, О. М. Полещук. // Единое окно доступа к образовательным ресурсам – Електронні дані. – [Москва : МГУЛ, – 2005. – 113 с. : ил.]. – Режим доступу : http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/897/37897/16613?p_page=1.