

УДК 681.5

**АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ПОДАЧІ КОРМІВ ПРИ ВИГОДОВУВАННІ  
СВІЙСЬКИХ ТВАРИН****Ножка С. І., Пилипенко Ю. М.**

Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета.** Дослідження проблеми створення комп'ютерно-інтегрованої системи автоматизації подачі різних кормів при вигодовуванні тварин.

**Методика.** У роботі запропоновано метод автоматизованої подачі різних видів кормів для свійських тварин за допомогою комп'ютерно-інтегрованих систем автоматизації.

**Результати.** Проведено дослідження способів подачі різних типів кормів для вигодовування свійської тварин різних видів та підвидів.

**Наукова новизна.** Розроблена математична модель оптимальної щоденної суміші кормів різних типів для вигодовування свійських тварин на промислових фермах.

**Практична значимість.** Представлена методика дозволить покращити рівень якості утримання свійських тварин та збільшити рентабельність та швидкість виробництва.

**Ключові слова:** свійські тварини, автоматизація, програмування, оптимізація, розвиток виробництва, адаптивне виробництво, програмне забезпечення, автоматика

Сільськогосподарський сектор займає провідну роль в економіці нашої країні. Тому йому потрібні нові ідеї та технології для подальшого розвитку.

Важливою частиною сільськогосподарського сегменту економіки є тваринництво. Будучи однією з найдавніших сфер роботи людини ця галузь господарства розвивалась впродовж всієї історії людства. На сьогодні свійські тварини потрібні для отримання певної сировини (яйця, молоко, хутро) та отримання м'яса після забою.

Свійські тварини – зоологічні види тварин, що повністю або частково утримуються людиною, живуть з людиною та розводяться нею. Більшість з них були приручені доісторичною людиною, деякі ж приручаються тільки нещодавно [1].

Оскільки використання тварин в сільському господарстві почалось з давніх часів, то банальний спосіб «натурального» утримання в сучасних умовах не є максимально ефективним. Саме тому покращення умов утримання свійських тварин має велике значення для розвитку сільського господарства.

У питаннях, що до утримання свійських тварин важливим є момент їх вигодовування і годування в цілому. Вдосконалення цього процесу дозволить покращити, і полегшити їх утримання. Автоматизація ж цього процесу значною мірою

полегшить власнику контроль за харчуванням тварин і знизить складність процесу годування.

### ***Постановка завдання***

В статті запропоновано метод автоматизації процесу вигодовування свійських тварин, з урахуванням особливості їх потреб, та використанням бази даних для отримання сумішей з різних видів кормів. Не зважаючи на те, яка кількість тварин знаходиться на господарстві, їх харчування розглядається індивідуально для кожного виду, і раціони потрібно контролювати окремо.

Вирішенню цієї проблеми присвячено дослідження, запропоноване в роботі. Мається на увазі побудова математичної моделі оптимального щоденного раціону тварин та автоматична системи подачі кормів. Крім того розроблена система для сортування та комбінування різних типів кормів для покращення умов утримання тварин.

### ***Результати досліджень***

Аналіз процесу годування свійських тварин на підприємствах показав, що особини одного виду, навіть в залежності від пори року, потребують використання відмінних одне від одного суміші кормів.

Як приклад, можна привести курей. Кури повинні їсти якісну їжу і разом з нею отримувати вітаміни, кальцій, фосфор та інші корисні елементи. Якщо чітко дотримуватися режиму годування, птахи будуть нестися увесь рік. А ось при «випадковому» раціоні, коли кури їдять усе підряд, важко домогтися високої продуктивності (рис. 1).



**Рис. 1. Птахоферма**

Годувати птахів треба щодня в один і той самий час. До раціону рекомендується внести різні продукти і комбікорми, щоб кури отримували повний набір корисних речовин. Найкраща їжа для несучок – зерно, коренеплоди і зелена трава. Переїдання та недоїдання призводять до того, що кури припиняють нестися.

Птахів рекомендується годувати двічі на добу. Для молодняка можна скласти 3-4-разовий раціон. Після пробудження несучкам слід давати мішанки, а у вечірні години – зерновий корм.

В результаті маємо ситуацію, коли необхідно використовувати схожі корми, але при цьому робити різні суміші для отримання максимальної ефективності. Більше того на господарстві можуть бути відібрані певні групи тварин, утримання яких, орієнтоване на отримання приплоду. В такому випадку склад кормів для особин такої групи буде сильно відрізнятись від інших.

Для більш точного аналізу ситуації з кормами та їх подальшим розподілом необхідно установити певні конкретизації загальних термінів.

Так корми – це продукти рослинного, тваринного, мікробіологічного, хімічного походження, що поїдаються тваринами. Потреба тварин у кормах різна і залежить від віку, ваги, продуктивності, умов утримання та мети господарського використання тварин. Корми, що використовуються для годівлі тварин та птиці, класифікують за однорідними групами згідно з характерними ознаками. Основними групами кормів (з урахуванням їх поживної цінності) є концентровані, грубі, соковиті та інші корми [2].

Окрім наведених прикладів, харчування тварин відрізняється і в залежності від пори року (табл. 1). У зимові місяці кури мають їсти відварну картоплю щодня, оскільки крохмаль дає їм необхідну енергію для зігріву. Влітку несучки отримують менше їжі, тому що така велика кількість калорій, як взимку, їм більше не потрібна. Птахи, які гуляють на вулиці і не сидять постійно у клітках, можуть шукати їжу самостійно.

Виходячи з різноманітності видів кормів та їх варіативності в залежності від сезону, найкращим рішенням є створення бази даних з інформацією про необхідні корми для сільськогосподарських тварин. Використовуючи базу даних по необхідному раціону вигодовування розроблений алгоритм для підбору кормів під різні види тварин з урахуванням пори року.

Таблиця 1

Сезонні раціони курей

Літо		Зима	
Корм	Добова норма	Корм	Добова норма
Зерно	50 г	Зерно	100 г
Мішанка	45 г	Мішанка	50 г
Дріжджі	4 г	Варена картопля	100 г
Кісткове борошно	2 г	Коренеплоди	50 г
		Кисломолочний сир	50 г
		Висушена кропива	10 г
		Висівки	10 г
		Крейда	3 г

Для розробки та тестування запропонованого методу підбору кормів у дослідженні був використаний метод контролю виробничим процесом, за допомогою мікропроцесорної системи Arduino (рис. 2). Arduino – це невелика плата з власним процесором і пам'яттю. На платі також є пара десятків контактів, до яких можна підключати різні компоненти: лампочки, датчики, мотори, чайники, магнітні дверні замки і взагалі все, що працює від електрики.

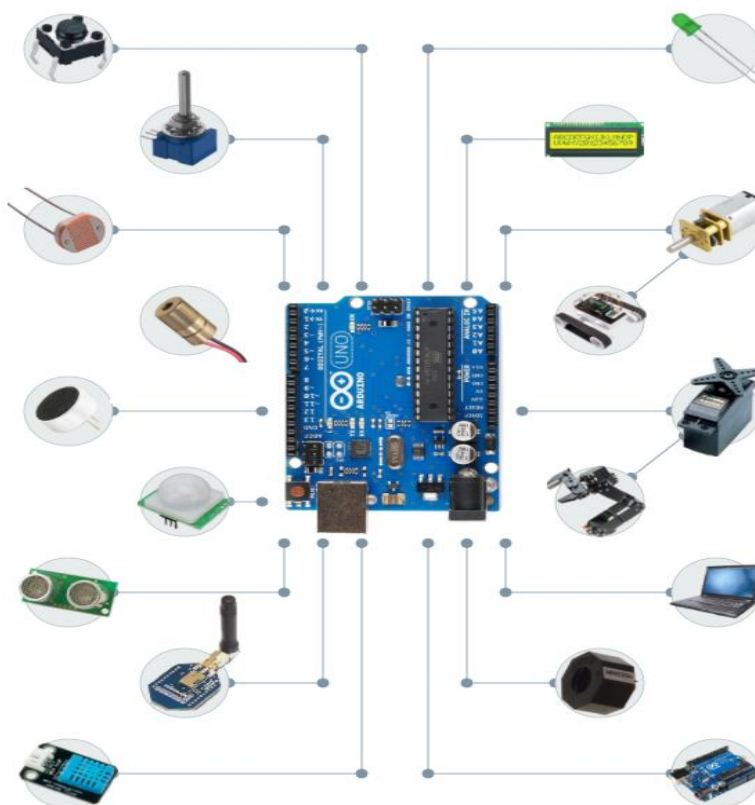


Рис. 2. Мікропроцесорна плата Arduino

В Arduino можна завантажити програму, яка буде керувати всіма цими пристроями за заданим алгоритмом. Таким чином можна створити нескінченну кількість пристроїв з великою варіативністю їх будови і складу [3].

Крім курей, об'єктом дослідження були кролі. На прикладі деяких «середніх» домашніх кролів можна досить чітко побачити два типи харчування тварини, а саме літній та зимовий період. Ці періоди, для кролів, між собою відрізняються лише доступністю того чи іншого виду корму в достатній кількості [4]. Для простоти візьмемо зимовий період, оскільки корми цього типу є менш варіативними і розрахувати норму та раціон простіше (табл. 2).

Таблиця 2

Щоденний раціон кролів

Період	Тип корму			
	Сіно	Соковиті корми	Концентровані корми	Сіль, мінеральні добавки
Відкорм	150 г	500 г	80 г	1 г
Утримання	150 г	150 г	40 г	1 г
Підготовка до розмноження	150 г	200 г	55 г	1 г
Самки в період вагітності	175 г	200 г	60 г	1 г

Як видно з таблиці, кількість кормів та їх пропорції відрізняються для кожного з етапів розвитку тварини. При розробці системи необхідно враховувати необхідність стабільної роботи системи, взаємодія котрої з людиною закінчується на етапі завантаження бункерів для матеріалів і встановлення на окрему клітку того чи іншого маркеру, що буде означати поточний статус тварини.

Для розв'язку поставленої задачі і була розроблена схема сортування і комбінування різних видів кормів. За допомогою запропонованої системи виробництво може налаштувати процес годування на власні потреби. Простота написання програмного коду та можливість легкого переналаштування керуючої плати, дозволяє легко змінювати напрям її роботи.

Розроблена методика орієнтована на змішування різних видів кормів, що позначені для свійських тварин, задля забезпечення максимальної поживності та користі для останніх. Це дозволить розробити спеціалізовані форми харчування для всіх груп тварин, що утримуються господарством.

Крім того розділене харчування дозволить покращити стан тварин, що збільшить якість продукції господарства. Розділене харчування буде застосовано навіть до одного виду тварин. Система буде комбінувати корми, змішуючи різні види для максимальної поживності. Використання бази даних збільшує спектр можливих комбінацій кормів для всіх видів тварин сільськогосподарського сектору.

Як приклад для кролів, на період відкорму система буде фасувати добову норму кормів за певною схемою (табл. 3). Згідно з такою схемою тварини будуть одразу отримувати всі необхідні поживні речовини. Автоматизація цього процесу полягає в тому, що за допомогою запрограмованої мікропроцесорної системи сортування та комбінація кормів буде здійснюватися автоматично, отримуючи необхідну інформацію з бази даних.

Таблиця 3

Добовий раціон кролів у період відгодовування

Час годування	Тип корму			
	Сіно	Соковиті корми	Концентровані корми	Сіль, мінеральні добавки
Ранок	50	125 г	40 г	≈ 0,3 г
Обід	50	250 г	0 г	≈ 0,3 г
Вечір	50	125 г	40 г	≈ 0,3 г

Схематично, система змішування кормів буде мати такий вигляд (рис. 3).

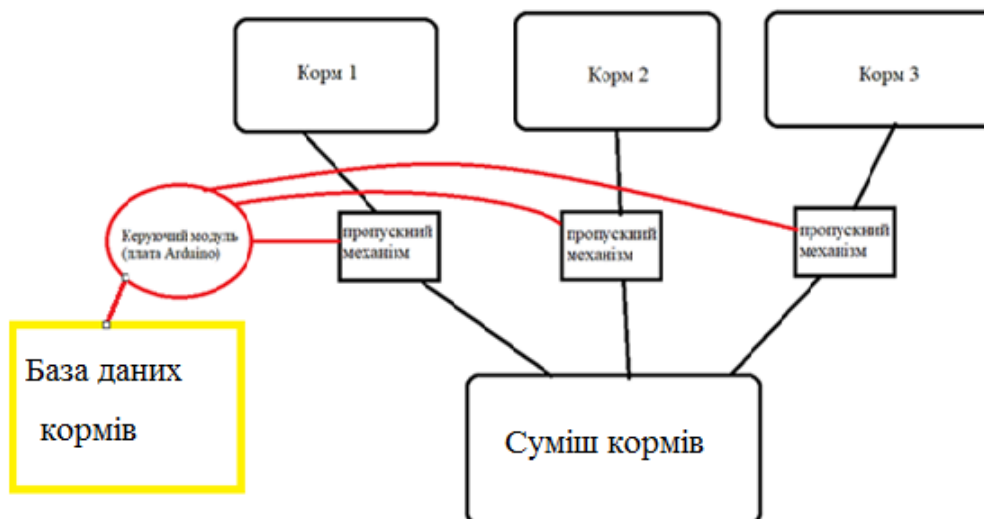


Рис. 3. Структура процесу змішування кормів

З використанням автоматизованої системи комбінування і сортування кормів працівникам підприємства не потрібно буде власноруч підбирати суміші кормів для певних груп тварин. Замість цього потрібно лише завантажити кормові групи в окремі ємкості і увімкнути заздалегідь налаштовану програму, яка буде змішувати корми в залежності від потреб виробництва.

Розглянемо побудову математичної моделі оптимального щоденного раціону свійської тварини. Будемо вважати, що відомі оптимальні раціони по місяцям. Для кожного виду тварин цю інформацію можна записати у вигляді таблиці, що схожа на табл. 1, а саме:

Таблиця 4

Таблиця бази даних оптимальної кормової суміші по місяцям

корм місяць	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	...	F <sub>n</sub>	Сумарна денна вага S <sub>i</sub>
Січень	a <sub>1,1</sub>	a <sub>1,2</sub>	...	a <sub>1,n</sub>	S <sub>1</sub>
Лютий	a <sub>2,1</sub>	a <sub>2,2</sub>	...	a <sub>2,n</sub>	S <sub>2</sub>
...	...	...	...	...	...
Грудень	a <sub>12,1</sub>	a <sub>12,2</sub>	...	a <sub>12,n</sub>	S <sub>12</sub>

де  $a_{ij}$  – кількість грамів корму  $F_j$  в  $i$ -тому місяці року,  $i = 1, 2, \dots, 12$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$ , де  $n$  – кількість різних кормів.

Будемо вважати, що оптимальне кількість щоденного раціону  $x_{F_j}(i)$  по корму  $F_j$  – це лінійно апроксимоване значення по відповідному дню місяця для найближчих двох місяців ( $k$ -того і  $(k+1)$ -го), між якими лежить  $i$ -тий день місяця. Тоді по корму  $F_j$  маємо оптимальну норму, що записується формулою:

$$x_{F_j}(i) = a_{kj} + \frac{a_{(k+1)j} - a_{kj}}{l} i, \quad i = 1, 2, \dots, 12, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (1)$$

де  $l$  – кількість днів у  $k$ -тому місяці, а  $n$  – кількість різних кормів [5]. Якщо бази даних для щомісячного оптимального раціону тварин відомі, то отримання оптимальних щоденних значень за формулою (1) легко програмується і обчислюється.

Якщо відомі поквартальні оптимальні раціони, а не помісячні, то по кожному місяцю у кварталі значення будуть рівними.

### Висновки

В статті було проаналізовано різні проблеми, що виникають при вигодовуванні тварин на сільськогосподарських підприємствах. Була представлена математична модель отримання оптимального щоденного підбору суміші для тварин, яка дозволить,

по суті, забезпечити неперервний і поступовий процес зміни раціону при переході на нові норми споживання кормів в залежності від пори року та метод автоматизації цього процесу, який робить відповідні дії простими та наочними.

Автоматизація процесу вигодовування свійських тварин значною мірою покращить процес їх утримання та збільшить обсяг отриманої продукції. Крім того значною мірою зросте і якість цієї продукції, за рахунок того, що кожна група тварин буде отримувати саме ті поживні речовини, які потрібні тварині в конкретні періоди року.

Для автоматизації процесу годування сільськогосподарських тварин застосовано програмовану систему на базі мікропроцесорної плати Arduino, та базу даних з інформацією про всі необхідні корми відповідно до сезону. Це дозволить полегшити процес розробки програмного забезпечення для запропонованої системи. Завдяки легкості обслуговування обраної плати встановлення або зміна використаних модулів сигнального або виконавчого типу не є проблемою.

Застосування вищезазначеного методу дозволить значно покращити рентабельність сільськогосподарських підприємств. В наслідок спрощення процесу вигодовування тварин, зменшиться собівартість виробництва. А через спеціально підібрані раціони харчування всіх груп тварин, покращиться і якість продукції яку випускає підприємство.

#### Список використаних джерел

1. Рудик С. К. Анатомія свійських тварин. / С. К. Рудик, Ю. О. Павловський, Б. В. Криштофорова – К. : Аграрна освіта, 2001. – 575 с.
2. Методичні рекомендації щодо проведення розрахунків витрат кормів худоби та птиці у господарствах усіх категорій. Наказ Держкомстату 24.01.2008 № 18 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.ukrstat.gov.ua/metod\\_polog/metod\\_doc/2008/18/metod.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/metod_polog/metod_doc/2008/18/metod.htm)
3. Сайт «Амперка». Что такое Arduino [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

#### References

1. Rudik, S.K., Pavlovsky, Yu.O. & Krishtoforova, B.V. (2001). *Anatomiya sviys'kikh tvarin* [Anatomy of domestic animals]. Kyiv: Ahrarna osvita [in Ukrainian].
2. *Metodychni rekomendatsiyi shchodo provedennya rozrakhunkiv vytrat kormiv khudozhnykiv ta ptakhiv u hospodarstvakh usikh katehoriy. Nakaz Derzhkomstatu 24.01.2008 № 18* [Methodical recommendations for the implementation of vitrate feeds for thinness and birds at the state gifts of our categories. Order to Derzhkomstat 24.01.2008 No. 18]. Retrieved from: [http://www.ukrstat.gov.ua/metod\\_polog/metod\\_doc/2008/18/metod.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/metod_polog/metod_doc/2008/18/metod.htm) [in Ukrainian].
3. *Sayt «Amperka». Chto takoye Arduino* [Materials for the site «Amperka». What is



- <https://amperka.ru/page/what-is-arduino>
4. Сайт «Своя ферма». Кормление кроликов: виды кормов, нормы питания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fermagid.ru/krolikovodstvo/4-kormlenie-krolikov.html>
5. Пилипенко Ю. М. Рекурсивні функції у задачах апроксимації значень багатовимірних таблиць. – К. : Вісник КНУТД, №6 (62), 2011. – С. 42-47.
- Arduino]. Retrieved from: <https://amperka.ru/page/what-is-arduino> [in Ukrainian].
4. Sayt «Svoya ferma». Kormleniye krolikov: vidy kormov, normy pitaniya [Materials from the site «Own farm». Feeding rabbits: types of feed, nutritional norms]. Retrieved from: <http://fermagid.ru/krolikovodstvo/4-kormlenie-krolikov.html> [in Ukrainian].
5. Pilipenko, YU. (2011). *Rekursyvni funktsiyi u zadachakh aproksymatsiyi znachen' bahatovymirnykh tablyts'* [Recursive functions in problems of approximation of values of multidimensional tables]. Kyiv: Visnyk KNUTD, №6 (62) [in Ukrainian].

*Nozhcka Sergej*  
[nozhcka.serezha@gmail.com](mailto:nozhcka.serezha@gmail.com)  
 Kyiv National University of  
 Technologies and Design

*Pylypenko Yurii*  
 ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4093-7298>  
[pyl20453@gmail.com](mailto:pyl20453@gmail.com)  
 Kyiv National University of  
 Technologies and Design

#### **Автоматизированные системы подачи кормов при вскармливании домашнего скота**

**Ножка С. И., Пилипенко Ю. Н.**

**Цель.** Исследование проблемы создания компьютерно-интегрированной системы автоматизации подачи различных кормов при вскармливании животных.

**Методика.** В работе предложен метод автоматизированной подачи различных видов кормов для домашних животных с помощью компьютерно-интегрированных систем автоматизации.

**Результаты.** Проведено исследование способов подачи различных типов кормов для вскармливания домашней животных разных видов и подвидов.

**Научная новизна.** Разработана математическая модель оптимальной ежедневной смеси кормов различных типов для выращивания домашних животных на промышленных фермах.

**Практическая значимость.** Представленная методика позволит улучшить уровень качества содержания домашних животных и увеличить рентабельность и скорость производства.

**Ключевые слова:** домашние животные, автоматизация, программирование, оптимизация, развитие, адаптивное производство, программное обеспечение, автоматика

***Automated feed systems for feeding livestock******Nozhcka S. I., Pylypenko Y. M.****Kyiv National University of Technology & Design*

***Purpose.*** Research of the problem of creating a computer-integrated system for automating the supply of various feeds for feeding animals.

***Methodology.*** The paper proposes a method of automated feeding of different types of feed for domestic animals using computer-integrated automation systems.

***Findings.*** A study of ways to feed different types of feed for feeding domestic animals of different species and subspecies.

***Originality.*** A mathematical model of the optimal daily mixture of feeds of different types for feeding domestic animals on industrial farms has been developed.

***Practical value.*** The presented technique allows to improve the quality level of livestock keeping, which will increase profitability and production speed.

***Keywords:*** livestock, automation, programming, optimization, development, adaptive production, software, automation