

Робочий зошит і методичні рекомендації для виконання лабораторних і практичних занять з дисципліни: «Технологічне забезпечення і оцінка придатності приміщень з виробництва і переробки продукції тваринництва»

Людмила Петрівна ПОНЬКО

***Анотація.** Методичні рекомендації розраховані на закріплення теоретичних знань здобувачів, одержаних на лекціях, лабораторних і практичних заняттях, при ознайомленні з спеціальною літературою, набуття студентами практичних навиків самостійної роботи з тваринами, лабораторними обладнаннями, навчальними посібниками та іншими матеріалами.*

Метою методичних рекомендацій є полегшення і прискорення засвоєння основних знань із планування облаштування вентиляційних систем в тваринницьких приміщеннях, розрахунку годинного об'єму вентиляції, теплового балансу, освітленості та розрахунку твариномісць.

***Ключові слова:** технологічне забезпечення, проектування, тварини, промисловість, переробка, вентиляція.*

ЗМІСТ

Тема 1. Вимоги до планування території тваринницьких комплексів і ферм та обґрунтування щільності забудови.....	3
Тема 2. Розміщення тварин, розрахунок твариномісць.....	6
Тема 3. Розрахунок освітлення тваринницьких приміщень.....	8
Тема 4. Мікроклімат та вентиляція тваринницьких приміщень.....	11
Тема 5. Розрахунок годинного об'єму вентиляції за вологістю повітря.....	17
Тема 6. Розрахунок теплового і нульового балансу тваринницьких приміщень.....	20
Додатки.....	27
Бібліографічний опис.....	52

Тема 1. Вимоги до планування території тваринницьких комплексів і ферм та обґрунтування щільності забудови

Мета заняття:

- 1.** Ознайомитись з правилами проектування: вибір ділянки, оцінка типів проектів, розміщення основних і допоміжних будівель на території комплексів і ферм.
- 2.** Ознайомитись з генеральними планами комплексів побудованих за типовими проектами.
- 3.** Визначити:
 - розподіл території ферми на зони;
 - величину санітарних і протипожежних розривів;
 - наявність огорожі, озеленення, санітарного пропускника і дезблоку.

Генеральний план ферми

Генеральним планом або проектом планування називається графічно оформлений план території тваринницької (птахівницької) ферми, на якому розміщені всі будівлі, споруди і комунікації відповідно до плану перспективного розвитку господарства. Тому генеральний план ферми є основним документом, за яким ведеться забудова тваринницького підприємства.

Перед розробкою схеми генплану необхідно вивчити проектні рішення генпланів існуючих вискоєфективних тваринницьких підприємств.

Для складання генплану за завданням рекомендовано наступний порядок:

- обґрунтування вибору ділянки тваринницького підприємства

розробку генерального плану починають із визначення ділянки для ферми відповідно до перспектив розвитку господарства і, зокрема, галузі тваринництва. Тому на практиці плану здійснюють топографічне вивчення ділянки забудови, рельєфу місцевості, характеру ґрунтів, рівня ґрунтових вод, напряму пануючих вітрів.

Від вибору ділянки та правильного розміщення на ній приміщень та споруд залежать простота і зручність виконання технологічних процесів, створення відповідних санітарно-гігієнічних умов для обслуговуючого персоналу і реалізації генетичного потенціалу тварин, успішність вирішення запланованих виробничих завдань. У зв'язку з підвищенням екологічної небезпеки для навколишнього середовища та необхідністю зменшити розповсюдження епізоотій і сам тваринницький об'єкт, і виробничі приміщення, споруди розміщуються відповідно до виробничих, ветеринарно-санітарних і зоогігієнічних вимог.

До виробничих вимог належать: зручність розміщення ферми відносно сільськогосподарських угідь (польової і кормової сівозмін); наявність або можливість спорудження шляхів сполучення з населеним пунктом господарства, а також базами матеріально-технічного забезпечення ферми та реалізації одержаної продукції; можливість надійного забезпечення ферми

якісною водою, електроенергією; достатня міцність ґрунтів для зведення на них необхідних будівель.

Санітарно-зоотехнічні вимоги передбачають наступне: ділянка повинна бути рівною або мала невеликий нахил для відведення дощових і талих вод із території ферми, розміщувалася нижче рівня населеного пункту, водозабірних споруд та вище лікувально-ветеринарних будівель, гноєсховищ та місць збирання стічних вод. З метою санітарного захисту тваринницька ферма повинна знаходитись не ближче 150-200 м від магістральних транспортних доріг, а птахоферма – 250-500 м.

- методика розрахунку щільності забудови:

1. Щільність забудови розраховуємо за відношенням площі забудови до загальної площі ділянки підприємства виражену у відсотках.

2. Коефіцієнт озеленення розраховуємо за відношенням площі під зеленими насадженнями до загальної площі ділянки підприємства виражену у відсотках.

3. Коефіцієнт використання території, площу забудови сумуємо з площею під твердим покриттям після чого ділимо на загальну площу ділянки або ферми.

4. Норми площі на одну голову наступні: для дійних корів за умов прив'язного утримання – 60 м², за умов безприв'язного утримання – 80 м², для надремонтного молодняку великої рогатої худоби за умов прив'язного утримання – 15 м², за безприв'язного утримання – 20 м², свиней на відгодівлі – 12 м², овець на відгодівлі – 0,7 м².

Розмір території ферми складається із суми площ, зайнятих виробничими приміщеннями, складськими та іншими допоміжними спорудами з урахуванням санітарних розривів між ними, шляхів сполучення та захисних зон. Наближено загальну площу території ферми чи комплексу S_{ϕ} можна визначити через планове поголів'я тварин та питомі норми площі за формулою:

$$S_{\phi} = m \cdot f$$

де m – число голів основних (товарних) тварин;

f – питома норма площі території на одну голову.

Наприклад:

Якщо ми знаємо напрямок спеціалізації і маємо дані про поголів'я ферми – 1800, далі проводимо розрахунок необхідної загальної площі ферми (підприємства).

Згідно норм: для корів за умов прив'язного утримання – 60 м² на одну голову.

Отже, необхідна площа буде становити:

$$S_{\phi} (\text{площа ферми}) = 1800 \text{ голів} \times 60 \text{ м}^2 = 108\,000 \text{ м}^2 \text{ або } 10,8 \text{ га.}$$

Завдання 1. Розрахувати норму площі на одну голову (згідно індивідуального завдання).

Відповідно до розрахованої площі вибирають розміри земельної ділянки. Для ферм великої рогатої худоби та свиноферм співвідношення сторін ділянки 1:1 ... 1:1,5. Співвідношення 1:1 є найкращим з огляду економії огорожувального матеріалу по периметру ферми.

Прийнявши співвідношення сторін прямокутника 1:1,5 підрахуємо ширину ферми:

$$S_{\phi} = a \cdot b \text{ але } b = 1,5 \cdot a, \text{ тоді}$$

$$S_{\phi} = a \cdot 1,5 \cdot a = 1,5 \cdot a^2$$

$$\text{Звідси ширина } a = \sqrt{\frac{S_{\phi}}{1,5}} = \sqrt{\frac{108000}{1,5}} = 268,3 \text{ м}$$

$$\text{Тоді довжина } b = 1,5 \cdot a = 1,5 \cdot 268,3 = 402,4 \text{ м}$$

Завдання 2. Розрахувати довжину і ширину ферми.

При наявних нормативних показниках щільності забудови (%), розмірів приміщень, санітарних та протипожежних розривів, ширини доріг та огорожі можна розрахувати мінімальну щільність забудови за наступними нормативами, %: виробництво молока – 46-60, виробництво яловичини – 32-50, виробництво свинини – 32-50, виробництво баранини – 47-70, виробництво біогазу – 24-40.

Розрахунок за співвідношенням:

Загальна площа об'єкту – 100 %. Площа забудованої території – 50 %.

Загальна площа становить 108000 м², підставляємо дані в співвідношення:

$$\text{Площа забудови} = 108\,000 \times 50 / 100 = 54\,000 \text{ м}^2 \text{ або } 5,4 \text{ га.}$$

Завдання 3. Розрахувати щільність забудови за відношенням площі забудови до загальної площі ділянки підприємства виражену в відсотках (згідно індивідуального завдання).

Площу під деревами, кущами, газонами розраховуємо виходячи із кількості дерев: однорічні – 1,2 м², двох і трирічні – 2,8 м², п'ять-десять років – 5,6 м²;

площу під кущами – 1,5 м²; відповідно до площ газонів також передбачати метраж.

Наприклад: на генеральному плані зображено 32 дерева – шестирічного віку, 22 кущі та газон 12 × 2 м.

Звідси площа під деревами – 32 × 5,6 = 179,2 м², площа під кущами – 22 × 1,5 = 33 м², площа під газонами – 24 м².

$$\text{Загальна площа озеленення} = 179,2 + 33 + 24 = 236,2 \text{ м}^2.$$

Отже, коефіцієнт озеленення розраховуємо таким чином – загальну площу озеленення ділимо на площу ферми та множимо на 100 %.

Наприклад: $236,2 / 108000 \times 100 = 0,22$.

Завдання 4. Розрахувати коефіцієнт озеленення за відношенням площі під зеленими насадженнями до загальної площі ділянки підприємства виражену у відсотках (згідно індивідуального завдання).

Контрольні питання.

1. Що являє собою генеральний план тваринницької ферми, комплексу?
2. Які питання вирішуються при розробці генерального плану?
3. Які санітарно-гігієнічні вимоги ставляться при підборі ділянки під будівництво ферми, комплексу?
4. Наведіть особливості розміщення будівель на території комплексу.
5. Які заходи необхідно проводити з благоустрою комплексу?

Тема 2. Розміщення тварин, розрахунок твариномісць

Мета заняття: навчити здобувачів самостійно розраховувати загальну площу приміщення, довжину фронту годівлі на станок на один ряд та ширину станка.

Планування інтер'єру розпочинається із планування та розміщення секцій для утримання тварин, технологічних проходів, допоміжних приміщень та передбачуваного технологічного обладнання.

Наприклад: 1 – приміщення для корів; 2 – приміщення для ремонту; 3 – тамбур.

Далі наводиться методика розрахунку необхідної кількості місць та розрахунки площ по проектній будівлі 12×60 м (рамник).

Дано:

- розмір приміщення 12×60 м;.....
- у приміщенні передбачено допоміжні приміщення: для обслуговуючого персоналу ($8-12 \text{ м}^2$), для ремонту ($4-6 \text{ м}^2$), для кормів ($10-15 \text{ м}^2$), для підстилки ($8-12 \text{ м}^2$);
- передбачається утримувати 200 голів, свиней на відгодівлі по 20 голів, у станку – 10 секцій.

Норми:

Свині на відгодівлі

- норма фронту годівлі на одну тварину – $0,4-0,5 \text{ м}$;
- норма площі на одну голову – $0,8-0,9 \text{ м}^2$.

ВРХ

- норма фронту годівлі на одну тварину – $0,5-1,2 \text{ м}$;
- норма площі на одну голову – *прив'язне утримання* – $8-10 \text{ м}^2$;
безприв'язне утримання – $5-6 \text{ м}^2$;
для відгодівельного поголів'я – $3,5-4 \text{ м}^2$.

Розрахунки:

1. Розрахунок загальної площі приміщення:

$$12 \times 60 = 720 \text{ м}^2.$$

2. Розрахунок площі приміщення для утримання свиней без допоміжних приміщень, прив'язка нульова:

$$12 \times (60 - 3 - 3) = 648 \text{ м}^2.$$

3. Розрахунок довжини фронту годівлі на станок (20 голів) та на один ряд:

$$20 \times 0,5 = 10 \text{ м};$$

$$100 \times 0,5 \text{ або } 10 \text{ м} \times 5 = 50 \text{ м}.$$

4. Розрахунок необхідної площі для тварин в одному станку та на загальне поголів'я:

$$0,9 \text{ м}^2 \times 20 = 18 \text{ м}^2;$$

$$0,9 \text{ м}^2 \times 200 = 180 \text{ м}^2.$$

5. Розраховуємо ширину станка, яка необхідна:

$$18 \text{ м}^2 : 10 \text{ м} = 1,8 \text{ м}.$$

6. Ширина станка при нормованих показниках 1,8 м, але так, як розміри приміщення дозволяють то спроектували 2,6 м.

Звідси площа клітки, наступна:

$$2,6 \times 10 = 26 \text{ м}^2 \text{ проти норми } 18 \text{ м}^2.$$

7. Розраховуємо раціональність використання площі приміщення для тварин, при нормі 35-50 %:

$$648 \text{ м}^2 - 100\% \quad X = 26 \times 10 \times 100 : 648 = 40,1 \text{ \%}.$$

$$(26 \text{ м}^2 \times 10) - X$$

Завдання 1. Розрахувати загальну площу приміщення:

Завдання 2. Розрахувати площу приміщення для утримання свиней без допоміжних приміщень, прив'язка нульова:

Завдання 3. Розрахувати довжину фронту годівлі на станок (кількість голів) та на один ряд:

Завдання 4. Розрахувати необхідну площу для тварин в одному станку та на загальне поголів'я:

Завдання 5. Розраховуємо ширину станка, яка необхідна:

Завдання 6. Ширина станка при нормованих показниках:

Звідси площа клітки, наступна:

Завдання 7. Розрахувати раціональність використання площі приміщення для тварин, при нормі 35-50 %:

Тема 3. Розрахунок освітлення тваринницьких приміщень

Мета заняття:

1. Навчити здобувачів методам оцінки освітлення приміщень.
2. Засвоїти способи проектування потужності штучного виробничого та чергового освітлення приміщень.

Серед відомих джерел і видів променистої енергії найбільше значення має енергія Сонця. Промениста енергія – це електромагнітне випромінювання з різною довжиною хвилі (від 2300 до 180 км і менше) і частотою коливань, які несуть найменші частинки (кванти і фотони). Така енергія поширюється прямолінійно із швидкістю 300000 км/с.

Встановлена специфічна дія таких променів на організм. Наприклад, червоні є носіями енергії, яка потрібна для лікування хвороб крові; оранжеві – джерело енергії, необхідної для процесу травлення, засвоєння поживних речовин корму і кисню, що надходить у дихальні шляхи; жовті – джерело енергії, потрібної для видалення з організму продуктів обміну; зелені – необхідні нервовій системі та органам кровообігу; блакитні і фіолетові – позитивно діють на нервову систему; сині – забезпечують функціонування органів голови (очі, ніс, вуха, горло).

Однією з важливих зоогігієнічних вимог при будівництві приміщень є правильне влаштування вікон та обладнання приміщення джерелами штучного освітлення.

Нормування природного освітлення приміщень

Нормування природної освітленості здійснюється двома методами.

Геометричним – визначають світловий коефіцієнт (СК), тобто відношення освітленої площі вікон до площі підлоги (площу вікон приймають за 1):

$$СК = \frac{S_{\text{вікон}}}{S_{\text{підлоги}}}.$$

У приміщеннях для молодняку СК повинно становити 1:8 – 1:10, для корів і свиней – 1:10 – 1:16, а в приміщеннях для овець – 1:25.

Світлотехнічним методом (люксметр) визначають коефіцієнт природної освітленості (КПО) як відношення горизонтальної освітленості у середині приміщення до одночасної освітленості під відкритим небом, виражене у відсотках:

$$КПО = \frac{E_n}{E_z} \cdot 100,$$

де E_n – освітленість всередині приміщення, лк;
 E_z – теж під відкритим небом, лк;
100 – для переведення у відсотки.

Проводимо розрахунок кількості вікон, при чому враховуємо площу підлоги проектованого приміщення та необхідну площу вікон.

Норми КПО (коефіцієнт природної освітленості):

1:10 – для дійних корів;

1:15 – вирощування худоби на яловичину;

1:20 – галузь свинарство;

1:30 – галузь вівчарство та козівництво.

Наводимо приклад розрахунку:

1. Розміри вікон – $0,6 \times 1,4$ м, КПО = 1:15 або 1:20.

2. Розраховуємо необхідну площу вікон:

$$648 : 20 = 32,4 \text{ м}^2.$$

3. Розраховуємо площу одного вікна:

$$0,6 \times 1,4 = 0,84 \text{ м}^2.$$

4. Розраховуємо кількість вікон:

$$32,4 : 0,84 = 38 \text{ штук (} 38 : 2 = 19 \text{ на одну сторону).}$$

Завдання 1. Розрахувати кількість вікон (згідно індивідуального завдання).

1. Розміри вікон –

2. Розраховуємо необхідну площу вікон:

3. Розраховуємо площу одного вікна:

4. Розраховуємо кількість вікон:

Штучне освітлення приміщень

Штучне освітлення здійснюється у двох режимах: виробничому і черговому, і визначається люксометром у люксах або потужністю електричних ламп на одиницю площі підлоги.

Питому потужність виробничого або чергового освітлення встановлюють за формулою:

$$N_n = \frac{K \bullet W_n}{S}.$$

При проектуванні потужності штучного виробничого і чергового освітлення в приміщеннях користуються формулою:

$$K = \frac{N_n \bullet S}{W_n},$$

де N_n – питома освітленість виробничого або чергового освітлення;

K – кількість електроламپ у приміщенні;

W_n – питома потужність однієї електролампи, Вт;

S – площа підлоги.

Джерелами штучного освітлення є лампи розжарювання, а також люмінесцентні лампи низького тиску.

Для переведення потужності ламп (у Вт) в інтенсивність освітлення (у лк) користуються коефіцієнтами, що наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Переведення потужності ламп в інтенсивність освітлення

Потужність ламп	Лампи розжарювання	Люмінесцентні лампи
До 100 Вт	2,0	6,5
100 Вт і вище	2,5	8,0

Нормативи виробничого освітлення тваринницьких приміщень знаходяться у межах від 3 до 5 Вт/м².

З метою запобігання світловому дефіциту в період зимового утримання використовують штучні джерела ультрафіолетового опромінення тварин. При цьому користуються лампами ПРК, які можуть бути різної потужності: ПРК-7 – 1000 Вт, ПРК-2 – 375, а ПРК-4 – 220 Вт. Крім них використовують лампи ДРВЕ – 200.

Прилади для визначення світлових величин

Для вимірювання світлових величин використовують різні світлові прилади:

- *кульковий фотометр* – для визначення світлового потоку;
- *яскравомір* – для вимірювання яскравості освітлення;
- *люксметр* – для вимірювання освітленості.

Для вимірювання природного і штучного освітлення приміщення та інтенсивності зовнішнього освітлення користуються різними фотометрами або люксметрами. Розрізняють візуальні і об'єктивні люксметри.

Візуальні люксметри – основані на порівнянні яскравості двох половин (поверхонь) окулярного поля зору, одна із яких освітлюється досліджуваним джерелом світла, а інша стандартним джерелом. Але точність вимірювання освітлення даним приладом не достатня, оскільки вона залежить від суб'єктивних даних досліджувача.

Об'єктивний люксметр Ю-16 – складається із фотоелемента, гальванометра зі шкалою від 0 до 250 лк. Принцип роботи приладу заключається у взаємодії світлових променів із селеновим шаром, на межі з золотою або платиновою плівкою виникає потік електронів, які створюють фотострум.

Контрольні питання

1. Ефект впливу на організм сонячних променів залежно від довжини хвилі.
2. Способи нормування природного освітлення тваринницьких приміщень.
3. Світловий режим у приміщеннях для сільськогосподарських тварин та птиці.

Тема 4. Мікроклімат та вентиляція тваринницьких приміщень

Мета заняття:

1. Ознайомити здобувачів із призначенням вентиляції та санітарно-гігієнічними вимогами до її функціонування.
2. Опанувати методи визначення обміну повітря, розрахунку об'єму вентиляції, кратності обміну повітря та інших показників.
3. Засвоїти методику розрахунку площі перетину витяжних та припливних каналів.

Розрахунок годинного об'єму вентиляції

Мікроклімат – це клімат обмеженого простору, або сукупність фізичних та хімічних чинників зовнішнього середовища, які впливають на організм тварин.

Мікроклімат залежить від багатьох чинників, зокрема від:

- кліматичної зони та пори року;
- площі та об'єму приміщення;
- системи вентиляції;
- системи каналізації;
- типу та якості підстилки;
- освітленості приміщення;
- виду, віку, живої маси, продуктивності та щільності розташування

тварин.

Одним із основних факторів, які впливають на мікроклімат є вентиляція приміщення.

Вентиляція – це обмін повітря або видалення повітря з приміщення та заміна його зовнішнім, свіжим повітрям.

При цьому необхідно, щоб свіже повітря рівномірно розподілялось в зоні розташування тварин та птиці, не створюючи протягів та місць застою повітря («повітряних мішків»).

Санітарно-гігієнічне значення вентиляції полягає в тому, що повітря закритих тваринницьких приміщень швидко набуває шкідливих властивостей. В ньому накопичується багато тепла і водяної пари, підвищується концентрація пилу та мікроорганізмів, вуглекислого газу, аміаку та сірководню. Таке повітря негативно впливає на теплообмін, апетит, обмін речовин в організмі, при цьому знижується резистентність тварин, їх продуктивність та якість продукції.

Головне призначення вентиляції:

- підтримання оптимальної температури в приміщенні;
- видалення з нього надмірної кількості водяної пари, шкідливих газів, пилу та мікроорганізмів;
- запобігання конденсації вологи на внутрішній поверхні оточуючих конструкцій.

У тваринницьких приміщеннях застосовують наступні системи вентиляції:

- природні (припливно-витяжні);
- механічні;
- комбіновані або змішані.

При природній вентиляції повітря надходить в приміщення і видаляється з нього внаслідок різниці температури і питомої ваги зовнішнього та внутрішнього повітря, а також під впливом вітру.

Природна вентиляція застосовується в основному у приміщеннях для утримання великої рогатої худоби і овець.

Основна умова ефективної роботи вентиляційних систем – герметичність приміщення. При надходженні зовнішнього повітря в приміщення через щілини і отвори порушується робота вентиляції.

При припливно-витяжній вентиляції приплив повітря проходить через припливні канали із керамічних або дерев'яних труб розрізом 10x10, 20x20 або 20x30 см, які розташовують у верхній частині повздовжніх стін під карнизом.

Забруднене повітря видаляється із приміщення через витяжні вертикальні труби великого розрізу 80 × 80 або 100 × 100 см, які розташовуються посередині приміщення.

Площа розрізу всіх припливних каналів повинна становити не менше 80 % від площі розрізу всіх витяжних труб.

При механічній вентиляції притік і відтік повітря проводиться за допомогою електричних вентиляторів. Обладнують її у великих тваринницьких комплексах та птахофабриках.

Витяжна установка складається із вентилятора, електродвигуна і повітропроводів. Припливна – із вентиляторів, електродвигуна і сітки повітропроводів з отворами, через які повітря надходить у приміщення.

Основна перевага механічних систем вентиляції – можливість автоматичного регулювання їх роботи. Ефективність визначених систем не залежить від різниці температур і швидкості руху повітря. В зимовий період холодне припливне повітря можна підігрівати за допомогою калориферів.

Суть комбінованої системи вентиляції полягає в тому, що в одному випадку механізований процес видалення повітря, а подача через припливні канали проходить природним шляхом, а в іншому – навпаки.

Розрахунки годинного об'єму вентиляції проводять за наступними параметрами мікроклімату:

- за вологістю повітря;
- вуглекислим газом;
- надлишковим теплом.

Для холодного і перехідного періодів обмін повітря у тваринницьких приміщеннях слід розраховувати за вмістом вологи з перевіркою на вуглекислий газ, для теплого – за надлишковим теплом з перевіркою на вологість.

За основу розрахунку об'єму обміну повітря тваринницьких приміщень приймають:

- кількість вуглекислого газу в літрах, яку виділяють всі тварини даного приміщення протягом 1 години;
- надходження в повітря тваринницьких приміщень водяних парів в грамах за 1 годину;
- надходження тепла в кілокалоріях за 1 годину.

При розрахунку газо-, волого- і тепловиділень тварин враховують живу масу і продуктивність тварин за даними, наведеними в таблиці 3 додатку.

Для розрахунку годинного об'єму вентиляції у тваринницьких приміщеннях необхідні наступні дані: наявний або проектний об'єм приміщення, кількість тварин в приміщенні, їх жива маса, вік, фізіологічний стан, продуктивність, нормативні показники основних параметрів мікроклімату в приміщеннях.

Приклад розрахунку

В чотирирядному корівнику розмірами: довжина – 71,5 м, ширина – 20,5 м, висота – 4,5 м (загальна кубатура – 6595,9 м³) розміщено 200 корів.

З яких 170 голів – дійні (жива маса 600 кг, добовий надій 10 кг) та 30 корів тільних сухостійних (живою масою 600 кг).

Висота витяжних труб 4 м. Розріз каналу витяжної труби 80 × 80 см, що відповідає площі розрізу в 0,64 м².

Розріз каналу припливної труби 20 × 20 см, що відповідає площі в 0,04 м².

Для ефективної роботи вентиляції площа розрізу всіх припливних каналів має становити не менше 80 % від загального розрізу витяжних каналів.

Приміщення розміщено в Хмельницькій області. Температура повітря в приміщенні згідно з нормативами +10°C, відносна вологість повітря – 70 %, концентрація вуглекислого газу – 0,25 %. Середня розрахункова температура зовнішнього повітря на найхолодніший період року (січень) дорівнює -6,2°C, абсолютна вологість зовнішнього повітря – 2,9 г/м³ (таблиця 7 додатку).

Необхідно визначити:

- годинний об'єм вентиляції, тобто кількість свіжого повітря в м³, яку необхідно кожну годину подавати в приміщення і видаляти з нього, для підтримання нормативних параметрів мікроклімату;
- кратність обміну повітря в приміщенні при знайденому годинному об'ємі вентиляції;
- об'єм вентиляції на одну тварину;
- необхідну загальну площу розрізу витяжних і припливних каналів, а також їх кількість.

Розрахунок годинного об'єму вентиляції за кількістю вуглекислого газу

1. Розрахунок розпочинаємо із визначення кількості вуглекислого газу, яку виділяють всі тварини, що знаходяться в приміщенні.

Так, корова живою масою 600 кг і надоем 10 кг виділяє за 1 год. 158 літрів вуглекислого газу (табл. 3 додатку), а 170 таких корів виділять – $158 \times 170 = 26\,860$ літрів вуглекислого газу.

Одна сухостійна корова з такою масою виділяє за 1 год. 153 літри вуглекислого газу, а 30 корів – $153 \times 30 = 4\,590$ літрів вуглекислого газу за годину.

Звідси, 200 тварин, які знаходяться в даному корівнику за 1 годину виділяють $26\,860 + 4\,590 = 31\,450$ літрів вуглекислого газу.

Підставляємо отримані дані у формулу:

$$L(\text{CO}_2) = \frac{C}{c_1 - c_2},$$

де $L(\text{CO}_2)$ – годинний об'єм вентиляції за вуглекислим газом;

C – кількість CO_2 в літрах, яку виділяють всі тварини даного приміщення за 1 годину;

c_1 – допустима кількість CO_2 в повітрі тваринницьких приміщень – $2,5 \text{ л/м}^3$ або $0,25 \%$;

c_2 – кількість CO_2 в атмосферному повітрі – $0,3 \text{ л/м}^3$ або $0,03 \%$.

$$L(\text{CO}_2) = \frac{31450}{2,5 - 0,3} = 14295,5 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

2. Частоту або кратність обміну повітря в приміщеннях визначають шляхом ділення годинного об'єму вентиляції (L) на внутрішню кубатуру приміщення (V).

$$Kp = \frac{L(\text{CO}_2)}{V} = \frac{14295,5}{6595,9} = 2,16 \text{ раз за годину}$$

3. Об'єм вентиляції на 1 тварину визначають шляхом ділення годинного об'єму вентиляції (L) на кількість тварин, які знаходяться в приміщенні (n).

$$V_1 = \frac{L(\text{CO}_2)}{n} = \frac{14295,5}{200} = 71,5 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

4. Необхідну загальну площу розрізу витяжних каналів, яка зможе забезпечити необхідний обмін повітря визначаємо діленням годинного об'єму вентиляції (L) на швидкість руху повітря у витяжних каналах.

$$S_1 = \frac{L(\text{CO}_2)}{vt},$$

де S_1 – площа розрізу витяжних каналів (m^2);
 L – годинний об'єм вентиляції ($m^3/год$);
 V – швидкість руху повітря у вентиляційному каналі (m/c);
 t – розрахунковий час (1 год. = 3600 секунд).

Дані таблиці 9 додатку вказують на те, що при різниці температур внутрішнього та зовнішнього повітря $\Delta t = 10 - (-6,2) = 16,2^\circ C$, та висоті витяжного каналу – 4 м, швидкість руху повітря буде становити 1,09 м/с.

Підставляємо наведені дані у формулу і отримуємо:

$$S_1 = \frac{14295,5}{1,09 \times 3600} = 3,6 m^2.$$

5. Визначаємо необхідну кількість витяжних каналів шляхом ділення загальної площі розрізу всіх витяжних каналів на площу розрізу одного каналу.

$$n_1 = \frac{S_1}{S^1} = \frac{3,6 m^2}{0,64 m^2} = 5,625 = 6 \text{ каналів},$$

де n_1 – кількість витяжних каналів;
 S_1 – загальна площа розрізу всіх витяжних каналів;
 S^1 – площа розрізу одного витяжного каналу ($0,8 \times 0,8$ м).

6. Визначаємо загальну площу розрізу припливних каналів, враховуючи, що вона має становити не менше 80 % від площі розрізу витяжних каналів.

$$S_2 = 80 \% \text{ від } S_1 = 3,6 \times 80 : 100 = 2,88 m^2,$$

де S_1 – загальна площа розрізу всіх витяжних каналів;
 S_2 – загальна площа розрізу всіх припливних каналів.

7. Визначаємо необхідну кількість припливних каналів.

$$n_2 = \frac{S_2}{S^2} = \frac{2,88 m^2}{0,04 m^2} = 72 \text{ канали}$$

Об'єм вентиляції, розрахований за вмістом вуглекислого газу у більшості випадків є недостатнім для видалення водяних парів, які нагромаджуються у тваринницьких приміщеннях.

Тому, розрахунок вентиляції необхідно проводити також за вологістю повітря.

Завдання 1. Розрахувати годинний об'єм вентиляції за кількістю вуглекислого газу.

В чотирирядному корівнику розмірами: довжина – ширина – висота – (загальна кубатура –) розміщено корів.

З яких голів – дійні (жива маса кг, добовий надій кг) та корів тільних сухостійних (живою масою кг).

Висота витяжних труб м. Розріз каналу витяжної труби 80×80 см, що відповідає площі розрізу в $0,64 \text{ м}^2$.

Розріз каналу припливної труби 20×20 см, що відповідає площі в $0,04 \text{ м}^2$.

Для ефективної роботи вентиляції площа розрізу всіх припливних каналів має становити не менше 80 % від загального розрізу витяжних каналів.

Приміщення розміщено в області. Температура повітря в приміщенні згідно з нормативами, відносна вологість повітря –, концентрація вуглекислого газу – Середня розрахункова температура зовнішнього повітря на найхолодніший період року (січень) дорівнює, абсолютна вологість зовнішнього повітря – (таблиця 7 додатку).

1. Розрахунок розпочинаємо із визначення кількості вуглекислого газу, який виділяють всі тварини, що знаходяться у приміщенні.
2. Частоту, або кратність обміну повітря в приміщеннях визначають шляхом ділення годинного об'єму вентиляції (L) на внутрішню кубатуру приміщення (V).
3. Об'єм вентиляції на 1 тварину визначають шляхом ділення годинного об'єму вентиляції (L) на кількість тварин, які знаходяться в приміщенні (n).
4. Необхідну загальну площу розрізу витяжних каналів, яка зможе забезпечити необхідний обмін повітря визначаємо діленням годинного об'єму вентиляції (L) на швидкість руху повітря у витяжних каналах.
5. Визначаємо необхідну кількість витяжних каналів шляхом ділення загальної площі розрізу всіх витяжних каналів на площу розрізу одного каналу.
6. Визначаємо загальну площу розрізу припливних каналів, враховуючи, що вона має становити не менше 80% від площі розрізу витяжних каналів.
7. Визначаємо необхідну кількість припливних каналів.

Тема 5. Розрахунок годинного об'єму вентиляції за вологістю повітря

З цією метою використовують наступну формулу:

$$L(H_2O) = \frac{Q + \%}{q_1 - q_2},$$

де $L(H_2O)$ – годинний об'єм вентиляції, тобто кількість повітря в m^3 , яку необхідно видаляти з приміщення щогодини, щоб підтримувати в ньому допустиму (75 %) відносну вологість;

Q – кількість пароподібної вологи, яку виділяють всі тварини даного приміщення за 1 годину, в грамах. До цієї кількості необхідно додавати 5-25 % водяних парів, які надходять в повітря приміщення внаслідок випаровування з вологих місць (підлоги, годівниць, напувалок, системи каналізації тощо).

Залежно від виду тварин та санітарно-гігієнічного стану тваринницьких приміщень беруться такі відсотки від загальної кількості вологи, що виділяється всіма тваринами:

Для великої рогатої худоби, коней та овець – 10-15 %.

Для птиці – 5-8 %.

Для свиней – 20-25 %.

Для розрахунку надбавок (до кількості вологи, що виділяється тваринами) на випаровування води з вологих місць приміщення можна користуватися даними таблиці 4 в додатку.

q_1 – абсолютна вологість повітря в приміщенні при відносній вологості 75 %, $г/м^3$. Дану величину знаходимо, враховуючи формулу визначення відносної вологості повітря.

$$R = \frac{q(A)}{E} \times 100, \text{ тоді}$$
$$q = \frac{R \times E}{100},$$

де R – максимально допустима відносна вологість повітря в приміщенні 75 %;

E – максимальна пружність водяної пари при даній температурі ($10^\circ C$) за таблицею (2 додатку) максимальної пружності водяних парів дорівнює 9,21 $г/м$.

$$\text{Таким чином } q_1 = \frac{75 \times 9,21}{100} = 6,91 \text{ } г/м^3 \text{ повітря.}$$

q_2 – середньостатистична абсолютна вологість найхолоднішого місяця року для Хмельницького регіону становить – 2,9 $г/м^3$ (табл. 7 додатку).

Аналогічно розрахунку годинного об'єму вентиляції за CO_2 , знаходимо кількість водяних парів, яку виділяють всі тварини даного приміщення за 1 годину згідно з таблицею 3 додатку.

Якщо одна корова масою 600 кг і надоем 10 кг виділяє 505 г вологи, то 170 тварин виділять: $505 \times 170 = 85850$ г/год.

Одна сухостійна корова з такою масою виділяє за 1 год. 489 г вологи, а 30 тварин виділять $489 \times 30 = 14670$ г/год.

Всі тварини даного приміщення (200 голів) виділяють: $85850 + 14670 = 100520$ грам водяних парів за годину.

1. До вказаної вище кількості водяної пари, яку виділяють всі тварини приміщення додаємо 10% на випаровування вологи з вологих місць корівника.
 $(100520 \times 10) : 100 = 10052$ г/год.

Тоді вся волога, що надходить в приміщення буде становити:

$$100520 + 10052 = 110572 \text{ г/год.}$$

Підставляємо отримані дані у формулу:

$$L(H_2O) = \frac{110572}{6,91 - 2,9} = 27574,1 \text{ м}^3 / \text{год}$$

2. Частоту, або кратність обміну повітря в приміщеннях визначаємо шляхом ділення годинного об'єму вентиляції (L) на внутрішню кубатуру приміщення (V).

$$Kp = \frac{L(H_2O)}{V} = \frac{27574,1}{6595,9} = 4,18 \text{ раз за годину.}$$

3. Об'єм вентиляції на 1 тварину визначаємо шляхом ділення годинного об'єму вентиляції (L) на кількість тварин, які знаходяться в приміщенні (n).

$$V_1 = \frac{L(H_2O)}{n} = \frac{27574,1}{200} = 137,7 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

4. Необхідну загальну площу розрізу витяжних каналів, яка зможе забезпечити необхідний обмін повітря визначаємо діленням годинного об'єму вентиляції (L) на швидкість руху повітря у витяжних каналах.

$$S_1 = \frac{L(H_2O)}{vt},$$

де S_1 – площа розрізу витяжних каналів (м^2);

L – годинний об'єм вентиляції ($\text{м}^3/\text{год.}$);

V – швидкість руху повітря у вентиляційному каналі (м/с);

t – розрахунковий час (1 год. = 3600 секунд).

Дані таблиці 9 додатку вказують на те, що при різниці температур внутрішнього та зовнішнього повітря $\Delta t = 10 - (-6,2) = 16,2^\circ\text{C}$, та висоті витяжного каналу – 4 м, швидкість руху повітря буде становити 1,09 м/с.

Підставляємо наведені дані у формулу і отримуємо:

$$S_1 = \frac{27574,1}{1,09 \times 3600} = 7,03 \text{ м}^2.$$

5. Визначаємо необхідну кількість витяжних каналів шляхом ділення загальної площі розрізу всіх витяжних каналів на площу розрізу одного каналу.

$$n_1 = \frac{S_1}{S^1} = \frac{7,05 \text{ м}^2}{0,64 \text{ м}^2} = 11 \text{ каналів},$$

де n_1 – кількість витяжних каналів;

S_1 – загальна площа розрізу всіх витяжних каналів;

S^1 – площа розрізу одного витяжного каналу ($0,8 \times 0,8 \text{ м}$).

6. Визначаємо загальну площу розрізу припливних каналів, враховуючи, що вона має становити не менше 80 % від площі розрізу витяжних каналів.

$$S_2 = 80 \% \text{ від } S_1 = 7,05 \times 80 : 100 = 5,64 \text{ м}^2,$$

де S_1 – загальна площа розрізу всіх витяжних каналів;

S_2 – загальна площа розрізу всіх припливних каналів.

7. Визначаємо необхідну кількість припливних каналів.

$$n_2 = \frac{S_2}{S^2} = \frac{5,64 \text{ м}^2}{0,04 \text{ м}^2} = 141 \text{ канал}$$

Завдання 1. Розрахувати годинний об'єм вентиляції за вологістю повітря.

Аналогічно розрахунку годинного об'єму вентиляції за CO_2 , знаходимо кількість водяних парів, яку виділяють всі тварини даного приміщення за 1 годину згідно з таблицею 3 додатку.

Якщо одна корова масою кг і надоем кг виділяє г вологи, то тварин виділять: г/год.

Одна сухостійна корова з такою масою виділяє за 1 год. г вологи, а тварин виділять г/год.

Всі тварини даного приміщення (..... голів) виділяють: грам водяних парів за годину.

1. До вказаної вище кількості водяної пари, яку виділяють всі тварини приміщення додаємо 10 % на випаровування вологи з вологих місць корівника.

2. Частоту, або кратність обміну повітря в приміщеннях визначаємо шляхом ділення годинного об'єму вентиляції (L) на внутрішню кубатуру приміщення (V).

3. Об'єм вентиляції на 1 тварину визначаємо шляхом ділення годинного об'єму вентиляції (L) на кількість тварин, які знаходяться в приміщенні (n).

4. Необхідну загальну площу розрізу витяжних каналів, яка зможе забезпечити необхідний обмін повітря визначаємо діленням годинного об'єму вентиляції (L) на швидкість руху повітря у витяжних каналах.

5. Визначаємо необхідну кількість витяжних каналів шляхом ділення загальної площі розрізу всіх витяжних каналів на площу розрізу одного каналу.

6. Визначаємо загальну площу розрізу припливних каналів, враховуючи, що вона має становити не менше 80 % від площі розрізу витяжних каналів.

7. Визначаємо необхідну кількість припливних каналів.

Тема 6. Розрахунок теплового і нульового балансу тваринницьких приміщень

Мета заняття: навчити здобувачів самостійно розраховувати тепловий і нульовий баланс тваринницьких приміщень та ознайомити з методом розрахунку дефіциту тепла.

Для збереження оптимальної вологості в тваринницьких приміщеннях необхідний значний обмін повітря. Однак, при цьому в холодну пору року досить важко підтримувати температуру повітря у приміщенні на належному рівні.

Кожний вид і господарська група тварин відповідно до своїх фізіологічних особливостей потребує певних оптимальних температур і вологості повітря. У неопалювальному приміщенні плюсові температури підтримуються за рахунок тепла, що виділяється самими тваринами.

Правильне використання тепла для підтримання оптимальних температур повітря залежить від теплового балансу тваринницьких приміщень.

Тепловий баланс тваринницьких приміщень – це співвідношення між надходженням тепла в приміщення та його витратами. Якщо надходження тепла у приміщення перевищує його витрати, то маємо позитивний тепловий баланс, а якщо навпаки, перевищують витрати, то баланс буде негативним.

Низькі температури при негативному тепловому балансі в приміщенні зумовлюють непродуктивні витрати кормів, надмірне охолодження і простудні захворювання тварин, порушення технологічних процесів їх утримання та використання.

Охолодження повітря в приміщеннях залежить від наступних факторів:

- площі приміщення, товщини стін, виду та властивостей будівельного матеріалу, будівельних конструкцій, а також різниці температури повітря в приміщенні і зовнішньої;
- кількості тепла, витраченого на підігрів холодного повітря, яке надходить через вентиляційну систему;

- охолодження приміщення вітрами та розташування будівлі щодо сторін світу.

Правильно розрахований тепловий баланс приміщень дозволяє передбачити і своєчасно вжити заходів щодо утеплення приміщень та забезпечення роботи вентиляції у відповідних режимах. На даних теплового балансу ґрунтується вибір того чи іншого обладнання оточуючих конструкцій при проектуванні і будівництві приміщень, а також вибір систем опалення.

Тепловий баланс приміщення для тварин розраховується на зимовий період року, враховуючи дані температури та вологості найхолоднішого місяця року (січень). Тепловий баланс приміщення розраховують за формулою:

$$Q_{\text{тв. вільне}} = \Delta t^{\circ} \times (L \times 0,31 + \sum KS) + W_{\text{пр.}}$$

Перша частина формули надходження тепла – **Q тв. вільне** – це вільне тепло (ккал), яке виділяється всіма тваринами, що знаходяться в приміщенні за 1 годину.

Друга частина формули вказує на витрати тепла. Тому, доцільно тепловитрати визначати, поділяючи формулу на частини:

$Q_1 = \Delta t^{\circ} \times (L \times 0,31)$ – витрати тепла для підігріву свіжого вентиляційного повітря.

$Q_2 = \Delta t^{\circ} \times \sum KS$ – витрати тепла через оточуючі конструкції (стіни, підлога, вікна, ворота, двері).

$Q_3 = W_{\text{пр.}}$ – витрати тепла на випаровування вологи з поверхні підлоги, підстилки, гною, годівниць, автонапувалок, стін тощо.

Де: Δt° – різниця між температурою повітря всередині приміщення і зовнішнього, $^{\circ}\text{C}$;

L – годинний об'єм вентиляції за вологістю, $\text{м}^3/\text{год.}$;

0,31 – коефіцієнт теплоємності повітря, тобто тепло в ккал, яке витрачається на нагрівання 1 м^3 зовнішнього повітря на 1°C ;

K – коефіцієнт загальної теплопередачі через оточуючі конструкції, $\text{ккал}/\text{м}^3/\text{град.}$;

S – площа оточуючих конструкцій, м^2 ;

$\sum$ – показник того, що всі добутки $K \times S$ додаються, тобто K кожної окремої частини огорожень множиться на її площу, а потім усі ці добутки підсумовуються;

$W_{\text{пр.}}$ – витрати тепла на випаровування вологи з поверхні підлоги, годівниць, автонапувалок, стін і т. п. (ккал/год.). На випаровування 1 г вологи витрачається $0,595$ ккал тепла.

Приклад розрахунку. В чотирирядному корівнику розмірами: довжина – $71,5 \text{ м}$, ширина – $20,5 \text{ м}$, висота – $4,5 \text{ м}$ (загальна кубатура – $6595,9 \text{ м}^3$) розміщено 200 корів, з яких 170 голів – дійні (жива маса 600 кг , добовий надій – 10 кг) та 30 корів тільних сухостійних (живою масою 600 кг).

В приміщенні 38 одинарних вікон розміром $1,8 \times 1,2 \text{ м}$, четверо воріт розміром $3 \times 3 \text{ м}$, тріє дверей розмірами $1,2 \times 2,1 \text{ м}$.

Приміщення побудоване із цегли на важкому розчині. Підлога приміщення в проходах бетонована, а в стійлах дерев'яна.

Коефіцієнти теплопередачі конструкцій та будівельних матеріалів наведені в таблицях 11, 12, 13 додатку. Приміщення розміщене в Хмельницькій області. Температура повітря в приміщенні згідно з нормативами $+10^{\circ}\text{C}$, середня розрахункова температура зовнішнього повітря на найхолодніший період року (січень) дорівнює $-6,2^{\circ}\text{C}$, абсолютна вологість зовнішнього повітря – $2,9 \text{ г/м}^3$.

Годинний об'єм вентиляції за вологістю для даного приміщення становить:

$$L(\text{H}_2\text{O}) = \frac{Q + \%}{q_1 - q_2} = \frac{110572}{6,91 - 2,9} = 27574,1 \text{ м}^3/\text{год.}$$

1. Надходження тепла

Сумарна кількість виділеного тваринами вільного тепла в приміщення вираховується за даними таблиці 3 додатку і складає:

$$170 \times 757 = 128690 \text{ ккал/год.};$$

$$30 \times 733 = 21990 \text{ ккал/год.};$$

Разом – **150680,0 ккал/год.**

Якщо у таблицях виділення тепла тваринами наводиться загальне тепло, тоді від нього віднімають 28 % так званого прихованого тепла, що витрачається на випаровування вологи шкірою та легенями, яке не береться до уваги при розрахунках теплового балансу.

2. Витрати тепла

1. Витрати тепла на підігрів вентиляційного холодного повітря становлять:

$$Q_1 = \Delta t^{\circ}\text{C} \times (L \times 0,31) = 16,2 \times (27574,1 \times 0,31) = \mathbf{138477,1 \text{ ккал/год.}}$$

2. Приклад розрахунків витрат тепла через оточуючі конструкції визначають наступним чином (табл. 5).

Отже, тепловитрати через огороження становлять 38504,8 ккал/год.

До цієї величини додають надбавку в кількості 13 % на видалення тепла через стіни, вікна, ворота та двері:

$$(12174,7 + 6648,5 + 2332,8 + 488,9) \times 0,13 = 2813,83 \text{ ккал/год.}$$

Всього з основними тепловитратами складає:

$$38504,81 + 2813,83 = \mathbf{41318,64 \text{ ккал/год.}}$$

3. Визначення тепловитрат на випаровування вологи з огороджувальних конструкцій ($W_{\text{пр.}}$), які дорівнюють 10 % вологи, що виділяють тварини. При розрахунку вентиляції за вологістю встановлено, що 10 % від кількості вологи, яку виділяють всі тварини в приміщенні становить 10052 г/год. На випаровування 1 г вологи, потрібно 0,595 ккал тепла.

$$\text{Звідси: } W_{\text{пр.}} = 10052 \times 0,595 = \mathbf{5980,94 \text{ ккал/год.}}$$

Приклад розрахунків витрат тепла через оточуючі конструкції

Огородження	Коефі- цієнт(K)	Площа (S), м ²	K × S	Δt	Тепловитрати ккал/год.
Площа підлоги	0,2	71,5×20,5 = 1465,7	293,2	16,2	4749,0
Площа стелі	0,81	71,5×20,5 = 1465,7	747,5	16,2	12109,9
Площа вікон	5,0	1,8×1,2×38 = 82,1	410,4	16,2	6648,4
Площа воріт	4,0	3,0×3,0×4 = 36,0	144,0	16,2	2332,8
Площа дверей	4,0	1,2×2,1×3 = 7,6	30,2	16,2	489,9
Площа стін		71,5×4,5×2+20,5×4,5×2 = 828,0			
Площа чистих стін(без вікон, воріт і дверей)	1,07	828 – (82,08+36,0+7,56) = 702,4	751,5	16,2	12174,7
Разом			2376,8	16,2	38504,8

3. Визначення всіх тепловитрат

На підігрів вентиляційного повітря – 138477,1 ккал/год.

На обігрівання будівельних конструкцій – 41318,64 ккал/год.

На випаровування вологи з огорожень – 5980,94 ккал/год.

Разом – 185776,86 ккал/год.

4. Розрахунок теплового балансу

Витрати тепла – 185776,86 ккал/год.

Надходження тепла – 150680,0 ккал/год.

Дефіцит тепла – 35096,86 ккал/год.

Як видно з розрахунку теплового балансу, він є негативним, тобто кількість тепла, яка витрачається з приміщення більша від тепла, яке надходить в нього. Таким чином, в приміщенні буде відчуватися нестача тепла для забезпечення необхідного обміну повітря та фізіологічних потреб тварин. Такий стан характеризується, як дефіцит тепла.

Завдання 1. Розрахунок теплового балансу тваринницьких приміщень

У чотирирядному корівнику розмірами: довжина – м, ширина – м, висота – м (загальна кубатура – м³) розміщенокорів, з яких голів – дійні (жива маса кг, добовий надій – кг) та корів тільних сухостійних (живою масою кг).

У приміщенні одинарних вікон розміром м, четверо воріт розміромм, троє дверей розмірами м.

Приміщення побудоване із Підлога приміщення

Коефіцієнти теплопередачі конструкцій та будівельних матеріалів наведені в таблицях 11, 12, 13 додатків. Приміщення розміщене в

..... області. Температура повітря в приміщенні згідно з нормативами, середня розрахункова температура зовнішнього повітря на найхолодніший період року (січень) дорівнює, абсолютна вологість зовнішнього повітря – г/м³.

1. Надходження тепла

2. Витрати тепла

1. Витрати тепла на підігрів вентиляційного холодного повітря становлять:

2. Приклад розрахунків витрат тепла через оточуючі конструкції визначають наступним чином:

Приклад розрахунків витрат тепла через оточуючі конструкції.

Огородження	Коефіцієнт(K)	Площа (S), м ²	K x S	Δt	Тепловитрати ккал/год.

3. Визначення тепловтрат на випаровування води з огорожувальних конструкцій ($W_{пр.}$), які дорівнюють 10 % води, що виділяють тварини. При розрахунку вентиляції за вологістю встановлено, що 10 % від кількості води, яку виділяють всі тварини в приміщенні становить г/год. На випаровування 1 г води, потрібно 0,595 ккал тепла.

Звідси: $W_{пр.} =$

3. Визначення всіх тепловитрат

4. Розрахунок теплового балансу

Розрахунок нульового балансу

Визначення Δt нульового балансу тваринницького приміщення необхідно для розрахунку межі зовнішньої температури, при якій ще можлива безперервна експлуатація вентиляції. Δt нульового балансу вираховують за формулою:

$$\frac{Q_{mm} - W_{nn}}{L \times 0,31 + \sum KS}$$

Підставляємо дані у формулу:

$$\frac{150680 - 5980,94}{27574 \times 0,31 + 2376,84} = 13,24^{\circ} \text{C}$$

Таким чином, різниця між температурою повітря всередині приміщення і температурою зовнішнього повітря не повинна перевищувати $13,24^{\circ}\text{C}$

Розрахунки Δt нульового балансу тваринницького приміщення показують: для того, щоб температура повітря в приміщенні підтримувалась на рівні $+10^{\circ}\text{C}$, температура зовнішнього повітря не повинна знижуватись більш як до $-13,2^{\circ}\text{C}$ Оскільки середня температура найхолоднішого місяця для Хмельницької області прийнята за $-6,2^{\circ}\text{C}$, то температура всередині приміщення буде знижуватись до $7,0^{\circ}\text{C}$,:

$$13,2 - 6,2 = 7,0^{\circ}\text{C}.$$

З наведених даних видно, що температура повітря в приміщенні може бути дещо нижчою за прийняту ($+10^{\circ}\text{C}$), (.....). Але при більших похолоданнях спостерігатиметься зниження температури повітря в приміщенні, що призведе до збільшення відносної вологості повітря, що видно з такого розрахунку.

Максимальна пружність водяного пару при температурі $+7^{\circ}\text{C}$, становить $7,51\text{ мм рт. ст.}$, Якщо при цьому абсолютна вологість повітря залишиться на попередньому рівні ($6,91\text{ мм рт. ст.}$), то відносна вологість повітря дорівнюватиме: $(6,91 \times 100) : 7,51 = 92 \%$,

Отже, відносна вологість повітря в корівнику при об'ємі вентиляції $27574,1 \text{ м}^3/\text{год}$, і при зниженій до 7°C , температурі збільшиться до 92% ,

Посилення обміну повітря з метою зниження відносної вологості при недостатній кількості тепла в приміщенні не забезпечить підтримання нормального температурно-вологісного режиму, тому що із збільшенням обміну повітря зростуть і витрати тепла на його підігрівання. Тоді температура повітря ще більше знизиться, а відносна вологість підвищиться.

Для досягнення нормального температурно-вологісного режиму у приміщенні необхідно:

- забезпечити надійну роботу вентиляції з метою усунення зайвої вологи;
- застосовувати матеріали, які поглинають вологу з повітря (суха підстилка, сухе вапно тощо);
- забезпечити зниження загальної теплопередачі через оточуючі конструкції (коефіцієнт K). Для цього потрібні теплі стелі, сухі підлоги з низькотеплопровідних матеріалів, встановлення подвійних вікон, тамбурів, а в окремих випадках і збільшення товщини стін. Вибір будівельних матеріалів з низкою теплопровідністю повинен бути передбаченим ще на етапі проектування тваринницького об'єкту.

Контрольні питання

1. Назвіть теплові та водні властивості будівельних матеріалів і дайте їх гігієнічну оцінку.
2. Які зоогігієнічні вимоги ставляться до огорожувальних конструкцій приміщень для тварин?
3. Що таке вентиляція, її призначення? Системи вентиляції.
4. Які існують методики розрахунків годинного об'єму вентиляції у приміщеннях для тварин.
5. Методика розрахунку теплового балансу тваринницьких приміщень.

ДОДАТКИ

Таблиця 1 – Параметри мікроклімату приміщень для сільськогосподарських тварин і птиці

Приміщення	Температура, (°C)	Відносна вологість, (%)	Швидкість руху повітря, (м/с)	Вуглекислий газ, (%)	Аміак, (мг/м³)	Сірководень, (мг/м³)	Мікробне забруднення (тис/м³)	Вміст пилу (мг/м³)	Світловий коефіцієнт	Коефіцієнт природного освітлення, (%)	Природне освітлення	
											на м² площі у ватах	на площині підлоги у люксах
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Для великої рогатої худоби: родильне відділення	15	70	0,3–0,5	0,15–0,2	10	5	50–70	0,5–3	$\frac{1}{10} - \frac{1}{15}$	0,5	4,0–4,5	100–150
Прив'язне, безприв'язно-боксове утримання і молодняк (старше року)	8–10	70	0,5–1,0	0,25	20	10	70–120	1,0–2,0	$\frac{1}{10} - \frac{1}{15}$	0,4	4,0–4,5	30–75
Приміщення для безприв'язного утримання (на підстилці)	5–8	70	0,3–0,5	0,25	20	10	70–120	1,0–4,0	$\frac{1}{10} - \frac{1}{15}$	0,4	4,0–4,5	30–75
Профілакторій (телята до 20 діб)	17–20	70	0,1–0,5	0,15–0,2	10	5	20–40	2,0–4,0	$\frac{1}{10} - \frac{1}{15}$		4,0–5,0	100–150

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Приміщення для вирощування телят від 20 до 60 діб	17–15	70	0,1–0,5	0,15–0,2	10	5	20–40	2,0–4,0	$\frac{1}{10} - \frac{1}{15}$	0,5–0,8	4,0–5,0	100–150
Приміщення для дорощування телят 60–120 діб	15–12	70–75	0,2–0,1	0,25	15	10	40–50	1,0–3,0	$\frac{1}{10} - \frac{1}{15}$	0,5–0,8	4,0–5,0	20–50
Приміщення для молодняку від 4 до 12 місяців	10–12	70–75	0,3–1,2	0,25	20	10	70–120	1,0–3,0	$\frac{1}{10} - \frac{1}{15}$	0,5–0,8	4,0–5,0	20–50
2. Для свиней: Для холостих, поросних маток та кнурів	16	75	0,3–1,0	0,25	20	10	100–150	1,0–3,0	$\frac{1}{10} - \frac{1}{12}$	1,2	4,0–5,0	50–100
Для опоросу та вирощування поросят до 4-х місяців	20	70	0,2–0,6	0,2	20	10	40–50	1,0–2,0	$\frac{1}{10} - \frac{1}{12}$	1,2	4,0–5,0	50–100
Для відгодовування	12–16	75	0,3–1,0	0,25	20	10	70–90	1,0–3,0	$\frac{1}{10} - \frac{1}{15}$	0,5	2,0	20–50

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3. Для овець Для утримання баранів, маток, молодняку після відлучки і валахів	8	80	0,5–1,0	0,25	20	10	70–120	1,0–4,0	$\frac{1}{20} - \frac{1}{25}$	0,5	3,5	30–50
Тепляки та роди льні відділення	15	75	0,2–0,5	0,25	20	10	50–70	0,5–3,0	$\frac{1}{15} - \frac{1}{20}$	0,5	4,0	50–100
4. Для птиці: а)дорослої птиці – Кури	16–18	60–70	0,2–1,0	0,15	5–10	5	220	4–8	$\frac{1}{10} - \frac{1}{12}$	0,7	4,0–5,0	30–75
Індички	16	60–70	0,2–1,0	0,15	5–10	5	220	4–8	$\frac{1}{10} - \frac{1}{12}$	0,7	4,0–5,0	30–75
Качки	14	70–80	0,2–1,2	0,15	5–10	5	220	4–8	$\frac{1}{10} - \frac{1}{12}$	0,7	4,0–5,0	30–75
Гуси	14	70–80	0,2–1,2	0,15	5–10	5	220	4–8	$\frac{1}{10} - \frac{1}{12}$	0,7	4,0–5,0	30–75
б)молодняку птиці									$\frac{1}{10} - \frac{1}{12}$			
1 – 30 днів	35–22	60–75	0,1–0,6	0,10	5–10	5	120	2–5	$\frac{1}{8} - \frac{1}{10}$	1,0–1,2	5,0–8,0	30–75
31 – 60 днів	20–18	60–75	0,1–0,6	0,10	5–10	5	150	3–5	$\frac{1}{8} - \frac{1}{10}$	1,0–1,2	5,0–8,0	30–75
61 – 150 днів	16–14	60–75	0,1–0,6	0,10	5–10	5	180	3–6	$\frac{1}{8} - \frac{1}{10}$	1,0–1,2	5,0–8,0	30–75
5. Для коней	8	85	0,3–1,0	0,25	20	10	70–120	1,0–4,0	$\frac{1}{10} - \frac{1}{15}$	0,5	2,4–2,6	20–75

Таблиця 2 – Максимальне напруження водяних парів при різних температурах (мм рт. ст.)

Цілі градуси	Десяті долі градусів									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
–5	3,16	3,13	3,11	3,09	3,06	3,04	3,02	2,99	2,97	2,95
–4	3,40	3,38	3,35	3,33	3,30	3,28	3,25	3,23	3,21	3,18
–3	3,67	3,64	3,62	3,59	3,56	3,53	3,51	3,48	3,46	3,43
–2	3,95	3,92	3,89	3,86	3,81	3,78	3,78	3,75	3,72	3,70
–1	4,26	4,22	4,19	4,16	4,13	4,10	4,07	4,04	4,01	3,98
0	4,58	4,61	4,65	4,63	4,72	4,75	4,78	4,82	4,86	4,89
1	4,93	4,96	5,00	5,03	5,07	5,11	5,14	5,18	5,22	5,26
2	5,29	5,23	5,37	5,41	5,45	5,49	5,52	5,56	5,60	5,64
3	5,8	5,72	5,77	5,81	5,85	5,89	5,93	5,97	6,02	6,04
4	6,10	6,14	6,19	6,23	6,27	6,32	6,36	6,41	6,45	6,50
5	6,54	6,59	6,64	6,68	6,73	6,78	6,82	6,87	6,92	6,96
6	7,01	7,06	7,11	7,16	7,21	7,26	7,31	7,36	7,41	7,46
7	7,51	7,56	7,62	7,67	7,72	7,78	7,83	7,88	7,94	7,99
8	8,04	8,10	8,16	8,21	8,47	8,32	8,38	8,44	8,49	8,55
9	8,61	8,67	8,73	8,79	8,84	8,90	8,96	9,02	9,09	9,15
10	9,21	9,27	9,33	9,40	9,46	9,52	9,58	9,65	9,71	9,78
11	9,84	9,91	9,98	10,04	10,11	10,18	10,24	10,31	10,38	10,45
12	10,52	10,59	10,66	10,74	10,80	10,87	10,94	11,01	11,08	11,16
13	11,23	11,30	11,38	11,45	11,53	11,60	11,68	11,76	11,83	11,91
14	11,99	12,06	12,14	12,22	12,30	12,38	12,46	12,54	12,62	12,71
15	12,79	12,87	12,95	13,04	13,12	13,20	13,29	13,38	13,46	13,55
16	13,63	13,72	13,81	13,90	13,99	14,08	14,17	14,26	14,35	14,44
17	14,53	14,62	14,72	14,81	14,90	15,00	15,09	15,19	15,28	15,38
18	15,48	15,58	15,67	15,77	15,87	15,97	16,07	16,17	16,27	16,37
19	16,48	16,58	16,67	16,79	16,89	17,00	17,10	17,21	17,32	17,43
20	17,54	17,64	17,75	17,86	17,97	18,08	18,20	18,31	18,42	18,54
21	18,65	18,76	18,88	19,00	19,11	19,23	19,35	19,47	19,59	19,71
22	19,83	19,95	20,07	20,19	20,32	20,44	20,56	20,69	20,82	20,94
23	21,07	21,20	21,32	21,45	21,58	21,71	21,84	21,98	22,10	22,24
24	22,38	22,51	22,65	22,78	22,92	23,06	23,20	23,34	23,48	23,62
25	23,76	23,90	24,04	24,18	24,33	24,47	24,62	24,76	24,91	25,06
26	25,21	25,36	25,51	25,66	25,81	25,96	26,12	26,27	26,43	26,58
27	26,74	26,90	27,06	27,21	27,37	27,54	27,70	27,86	28,02	28,18
28	28,35	28,51	28,68	28,85	29,02	29,18	29,35	29,52	29,70	29,87
29	30,04	30,22	30,39	30,57	30,74	30,92	31,10	31,28	31,46	31,64
30	31,82	32,01	32,19	32,38	32,56	32,75	32,93	33,12	33,31	33,50
31	33,70	33,89	34,08	34,28	34,47	34,67	34,86	35,06	35,26	35,46
32	35,66	35,86	36,07	37,27	36,48	36,68	36,89	37,10	37,31	37,52
33	37,73	37,94	38,16	38,37	38,58	38,80	39,02	39,24	39,46	39,68
34	39,90	40,12	40,34	40,57	40,80	41,02	41,25	41,41	41,71	41,94

Таблиця 3 – Кількість виділеного тепла, водяних парів і вуглекислоти

Група тварин	Жива маса (кг)	Норми видалення на голову за годину				
		Тепла (ккал)		Вугле- кислоти (л)	Водяних парів (г)	
		всього	вільного			
1	2	3	4	5	6	
Корови тільні, сухостійні та нетелі за 2 міс. до отелу	300	664	478	100	319	
	400	790	569	118	380	
	600	1018	733	153	489	
	800	1196	861	179	574	
Корови лактуючі при рівні лактації (л):	5	300	658	474	99	316
	5	400	785	565	118	377
	5	500	850	602	127	408
	5	600	1010	727	151	485
	10	300	708	510	106	340
	10	400	841	605	126	404
	10	500	497	682	122	455
	10	600	1051	757	158	505
	15	300	817	588	122	392
	15	400	954	687	143	457
	15	500	1056	760	158	507
	15	600	1143	823	171	549
	20	400	970	728	145	463
	20	600	1124	843	168	537
	20	800	1281	961	191	619
	30	400	1174	850	175	560
	30	600	1312	970	200	642
	30	800	1509	1080	225	721
	Бугаї-плідники	400	739	550	110	350
		600	914	660	136	430
800		1087	780	162	516	
Відгодівля	1000	1280	920	191	610	
	400	1025	738	154	493	
	600	1247	898	187	599	
	800	1490	1073	223	715	
Телята у віці (міс.): до 1	1000	1763	1269	264	846	
	30	110	79	16	53	
від 1 до 3	40	155	112	23	74	
	50	191	137	28	92	
	80	281	202	42	135	
	40	162	117	24	78	
	60	236	170	50	113	
	100	370	266	52	171	
	120	420	302	63	202	

Продовження табл. 3

1	2	3	4	5	6
від 3 до 4	30	273	196	41	131
	120	406	292	61	195
	150	420	302	63	202
	200	593	398	89	265
Молодняк від 4 міс. і старше	120	354	255	53	170
	180	450	324	67	216
	250	545	392	82	261
	350	716	515	107	344
Кнури-плідники	100	295	214	44	123
	200	385	277	57	161
	300	517	374	77	216
Матки холості і поросні перші 3 місяці	100	243	176	36	101
	150	281	203	42	117
	200	322	258	48	134
Матки поросні з 4-го місяця поросності	100	288	201	43	120
	150	339	247	50	141
	200	384	279	57	160
Матки підсисні з порослятами	100	583	424	87	242
	150	665	485	99	276
	200	768	461	114	320
Порослята до 2-місячного віку	15	110	79	17	46
	50	185	135	27	55
	60	222	160	33	92
	80	258	189	38	107
	90	273	199	41	114
	100	287	202	33	119
Дорослі свині на відгодівлі	100	317	231	47	131
	200	420	308	64	175
Вівці	50	169	123	25	70
	80	222	160	33	98
	100	237	172	35	98
Матки холості	40	125	90	19	52
	50	145	108	22	62
	60	185	134	28	78
Матки кітні	40	148	108	22	62
	50	169	123	25	70
	60	185	134	28	78
Матки підсосні з приплодом 2 ягнят	40	295	213	44	112
	50	317	229	47	133
	60	347	252	52	145
Молодняк після відлучки дрібних порід	20	96	69	14	39
	40	141	102	21	58
	30	111	80	17	46
великих порід	50	155	112	23	64

Продовження табл. 3

1	2	3	4	5	6
Жеребці-плідники	400	761	551	113	318
	600	1050	728	150	438
	800	1220	884	181	508
Кобили холості і мерини	1000	1431	1037	213	597
	400	637	461	95	255
	600	836	606	124	349
Кобили жеребні	800	1018	738	152	385
	400	761	551	113	318
	600	990	717	138	412
Кобили з підсисним приплодом	800	1220	884	181	508
	800	2101	1522	312	878
Молодняк:					
а) рисакові породи від 6 міс. до 1,5 років	200	574	416	86	235
	300	703	506	104	297
	400	801	655	119	335
б) рисакові породи від 1,5 до 2,5 років	500	888	632	133	370
	600	970	710	145	403
в) ваговозні породи від 6 міс. до 1,5 років	300	746	540	111	311
	400	841	609	123	350
	500	904	658	135	376
г) ваговозні породи від 1,5 до 2,5 років	600	977	705	145	407
	700	1010	730	151	420
	800	1078	781	160	450
Кури несучих порід при утриманні:					
в клітках	1,5-1,7	9,8	6,8	7,7	5,1
на підлозі	1,5-1,7	11,3	7,9	2,0	5,8
Кури м'ясних порід	2,5-3,0	10,3	7,2	1,8	5,5
Індики	6,8	9,6	6,7	1,7	5,0
Качки	3,5	6,9	4,8	1,2	3,6
Гуси	5,5-6,0	5,8	4,0	1,0	3,1
Молодняк курей яєчного напрямку, днів:					
1-10	0,06	15,6	13,5	2,3	3,5
11-30	0,25	12,7	8,8	2,2	3,6
31-60	0,6	10,5	7,4	1,9	5,4
61-140	1,3	9,7	6,8	1,7	5,0
141-180	1,6	9,2	6,4	1,6	4,8

Продовження табл. 3

1	2	3	4	5	6
Молодняк курей м'ясного напрямку, днів:					
1-10	0,08	15,0	12,9	2,2	4,0
11-30	0,25	11,8	8,1	2,0	6,3
31-60	1,2-1,4	10,4	7,2	1,8	5,4
61-150	1,8	9,65	6,7	1,7	5,0
151-210	2,5	8,62	6,0	1,6	4,8
Бройлери в клітках від 1 до 56 днів	1,3	9,40	7,58	1,62	4,8
Молодняк індиків, днів:					
1-10	0,1	13,0	10,5	2,0	4,2
11-30	0,6	12,27	8,4	2,0	6,6
31-120	4,0	9,22	6,4	1,6	4,4
121-240	6,0	8,67	6,0	1,5	4,5
Молодняк качок, днів:					
1-10	0,3	20,16	14,0	3,5	10,5
11-30	1,0	14,50	10,1	2,5	7,5
31-55	2,2	6,9	4,8	1,2	3,6
Молодняк гусей, днів:					
1-20	0,7	12,0	8,0	2,0	7,0
1-30	1,3	10,0	7,0	2,0	6,0
21-65	4,0	6,0	4,0	1,0	3,5
31-65	4,0	5,4	3,6	0,95	3,0
66-180	4,0	3,5	2,4	0,6	2,0
Кролі:					
Самці	3,5	16,08	11,58	2,41	7,69
	4,0	17,14	12,34	2,57	8,20
самки	3,5	18,60	13,39	2,79	8,90
самки сукрільні	4,0	19,84	14,28	2,98	9,48
молодняк	0,05	1,25	0,90	0,19	0,60
	0,10	2,42	1,74	0,36	1,16
	0,20	4,20	3,02	0,63	2,01
	0,30	5,07	3,65	0,76	2,42
	0,34	6,05	4,36	0,91	2,89
	0,50	6,92	4,98	1,04	3,31
	0,75	8,79	6,33	1,32	4,20
	1,00	10,51	7,57	1,58	5,02
	2,00	11,78	8,48	1,77	5,64
	2,50	13,91	10,01	2,08	6,66

**Таблиця 4 – Розмір надбавок (до кількості вологи, виділених тваринами)
на випаровування води з полу, годівниць, поїлок, стін і перегородок
(для розрахунку об'єму вентиляції по водяному пару)**

Вимоги	Корівники, телятники, цехи для відгодівлі	Свинарники маточники і відгодівельники
Задовільний санітарний режим, якісно діюча каналізація, постійне прибирання гною, застосування достатньої кількості торф'яної підстилки	7 %	9 %
Ті ж умови, але при солом'яній підстилці	10 %	12 %
Умови утримання задовільні Прибирання гною два-три рази на день. Непостійна робота каналізації (забиття стічних жолобів) Застосування недостатніх кількостей солом'яних підстилок	15 %	20 %
Ті ж умови, але при відсутності підстилки	25 %	30 %

**Таблиця 5 – Технічні характеристики вентиляційних припливно-
витяжних установок ПВУ**

Показники	Тип установки		
	ПВУ – 4	ПВУ – 6	ПВУ – 9
Повітряне виробництво: на припливі, м ³ /год	4000	6000	9000
на витяжці, м ³ /год	3400	5300	8000
Тепловиробництво: максимальне, тис. ккал/год	15,0	15,0	19,2
мінімальне, тис. ккал/год	7,5	7,5	9,6
Потужність електронагрівальних елементів, кВт	16	16	20
Кількість нагрівальних елементів, шт	6	6	6
Потужність електродвигуна, кВт	1,1	1,1	2,2
Маса (із монтажною плитою), кг	340	470	630

Таблиця 6 – Технічні характеристики електрокалориферних установок

Показники	Типи установок СФОА						
	5/0,5	10/0,5	16/0,5	25/0,5	40/0,5	60/0,5	100/0,5
Домінуюча потужність, кВт в т.ч. електрокалорифера, кВт	9,05 4,8	9,85 9,6	15,75 15,0	23/25 22,5	46,5 45,0	69,0 67,5	94±9 90,0
Число нагрівальних секцій, шт	1	2	2	3	3	3	3
Потужність однієї секції, кВт	4,8	4,8	7,5	7,5	15,0	22,5	30,0
Повітряне виробництво: максимальне, м ³ /год	1800	1800	2400	2400	6100	6100	11000
мінімальне, м ³ /год	600	600	950	1480	2480	3580	5940
Перепад температури нагрівального повітря: максимальний, °С	25	50	50	50	50	50	50
мінімальний, °С	7	14	18	26	20	28	24
Маса установки, кг	110	115	200	200	230	250	400

Таблиця 7 – Середні показники температури і абсолютної вологості повітря по місяцях в різних пунктах України

Пункти	Температура в градусах			Абсолютна вологість в г/м ³		
	листопад	січень	березень	листопад	січень	березень
Харків	0,1	-7,6	-2,2	4,5	2,8	3,6
Полтава	0,6	-6,9	-1,3	4,65	2,9	3,6
Луганськ	1,4	-6,6	-0,4	4,6	2,8	3,8
Хмельницький	0,9	-6,2	-0,9	4,7	2,9	3,6
Донецьк	1,4	-6,0	-0,4	4,7	2,9	3,7
Вінниця	1,3	-6,0	-0,5	4,9	2,7	3,5
Черкаси	1,4	-5,8	-0,4	5,0	3,0	3,8
Житомир	1,3	-5,7	-0,4	4,8	3,0	3,6
Київ	1,6	-5,6	0,0	4,9	2,9	3,8
Рівне	1,8	-5,4	0,0	5,0	3,0	3,9
Тернопіль	1,8	-5,4	0,1	5,0	2,9	3,8
Кіровоград	2,0	-5,4	0,4	5,0	3,0	3,95
Дніпропетровськ	2,0	-5,4	0,4	5,0	3,15	3,95
Львів	2,4	-5,0	0,3	5,1	2,9	3,8
Чернівці	2,4	-5,0	1,5	4,9	2,9	3,9
Івано-Франківськ	2,2	-4,9	1,2	5,1	2,7	4,0
Луцьк	2,3	-4,9	0,5	5,0	3,0	4,2
Запоріжжя	2,8	-4,9	1,0	5,1	3,2	4,1
Миколаїв	3,9	-3,5	2,1	5,7	3,45	4,3
Херсон	4,1	-3,2	2,2	5,85	3,6	4,3
Ужгород	4,5	-2,8	4,0	5,6	3,3	4,2
Одеса	5,0	-2,6	2,2	6,15	3,7	4,4
Сімферополь	5,8	-1,0	3,0	6,1	4,0	4,4

Таблиця 8 – Поправочні коефіцієнти для визначення кількості тепла і вологи, що виділяються тваринами залежно від температури повітря всередині приміщення

Температура повітря в середині приміщення	Коефіцієнт для визначення		
	Загального тепла	Вільного тепла	Водяної пари
Велика рогата худоба			
-10	1,31	1,59	0,61
-5	1,19	1,43	0,67
0	1,08	1,21	0,76
5	1,05	1,12	0,86
10	1,00	1,00	1,00
15	0,96	0,85	1,24
20	0,93	0,63	1,70
25	0,89	0,30	2,40
Свині			
-5	1,34	1,59	0,72
0	1,14	1,25	0,85
5	1,05	1,08	0,98
10	1,00	1,00	1,00
15	0,94	0,86	1,13
20	0,90	0,67	1,50
25	0,86	0,42	2,00
30	0,87	0,24	2,50
Вівці			
-5	-	-	0,90
0	-	-	0,96
5	-	-	0,99
10	-	-	1,00
15	-	-	1,06
20	-	-	1,13
25	-	-	1,24

Таблиця 9 – Швидкість руху повітря у вентиляційних трубах, залежно від їх висоти і різниці температур повітря всередині приміщення і зовні

Різниця температури внутрішнього і зовнішнього повітря, °С	Висота витяжної труби						
	4	5	6	7	8	9	10
6	0,64	0,73	0,80	0,87	0,92	0,98	1,03
8	0,76	0,84	0,93	1,00	1,07	1,14	1,20
10	0,85	0,95	1,05	1,12	1,20	1,28	1,34
12	0,93	1,05	1,15	1,24	1,32	1,40	1,48
14	1,01	1,13	1,24	1,34	1,43	1,52	1,60
16	1,09	1,22	1,33	1,44	1,54	1,63	1,72
18	1,16	1,29	1,42	1,53	1,64	1,74	1,83
20	1,23	1,37	1,50	1,62	1,73	1,84	1,94

22	1,29	1,44	1,58	1,71	1,82	1,94	2,04
24	1,35	1,51	1,66	1,79	1,91	2,03	2,14
26	1,41	1,58	1,73	1,87	2,00	2,12	2,24
28	1,47	1,65	1,80	1,95	2,08	2,21	2,33
30	1,53	1,71	1,87	2,02	2,16	2,30	2,42
32	1,59	1,77	1,94	2,10	2,24	2,38	2,51
34	1,64	1,84	2,01	2,17	2,32	2,46	2,60
36	1,69	1,90	2,08	2,24	2,40	2,54	2,68
38	1,75	1,96	2,14	2,32	2,47	2,62	2,77
40	1,80	2,02	2,21	2,39	2,55	2,70	

Таблиця 10 – Норми кубатури приміщення для тварин (м³/гол.)

Тварини	Стійловий період		
	Північні райони	Середня смуга	Південь і південний схід
Корови, бугаї, нетелі, воли робочі і на відгодівлі	14-18	18-25	25-30
Телята	8-10	10-12	12-14
Коні робочі	18-20	20-25	25-30
Коні племені	20-25	25-30	30-50
Матки поросні і з поросятами	до 21	до 23	до 25
Відлучені і ремонтні поросята	до 27	до 29	до 32
Свиноматки племінних ферм	до 25	до 29	до 32
Свині на відгодівлі у свинарниках	-	-	0,8-1,0
Барани	2-2,5	2,5-3	3-5
Вівцематки	3-3,5	3-3,5	3,5-5

Таблиця 11 – Коефіцієнти теплопровідності та теплопередачі деяких конструкцій поверхневих огорожень із різних будівельних матеріалів (ккал/м² год./град.)

Назва	Матеріали	Товщина, см	Коефіцієнт	
			теплопровідності	теплопередачі (K)
Стіни	Цегла	50	0,7	1,07
Підлога	Асфальт	5	0,62	-
	Шлакобетон	10	0,25	0,4
	Бетон	10	1,10	0,4
	Дерево	5	0,15	-
Стеля	Дерев'яна стружка, пісок	5	0,75	-
Ворота та двері (подвійні)	Дерево	4	0,15	2,0

Таблиця 12 – Тепловитрати через вікна, двері та підлогу (ккал/м² год./град.)

Вікна	
одинарні	5,0
подвійні	3,0
Ворота та двері (одинарні)	4,0
Через не утеплену підлогу розташовану безпосередньо на ґрунті	0,3

Таблиця 13 – Розрахункові фізичні показники будівельних матеріалів та конструктивних елементів

Назва матеріалів	Об'ємна маса, кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності, ккал/м ³ год./град.
1	2	3
Азбоцементні плити та листи	1900	0,30
Азбоцементні термоізоляційні плити	500	0,11
Азбоцементні термоізоляційні плити	300	0,08
Асфальтобетон	2100	0,90
Залізобетон	2500	1,40
Бетон з гравієм	2400	1,25
Шлакобетони	1600	0,64
Шлакобетони	1400	0,55
Шлакобетони	1200	0,45
Шлакобетони	1000	0,35
Керамзитобетон	1400	0,50
Керамзитобетон	1200	0,40
Керамзитобетон	1000	0,30
Керамзитобетон	800	0,25
Газобетон, пінобетон	1000	0,34
Газобетон, пінобетон	800	0,25
Газобетон, пінобетон	600	0,18
Газобетон, пінобетон	400	0,13
Газобетон, пінобетон	300	0,11
Піносілікат автоклавний та пінобетон не автоклавний	1000	0,35
Піносілікат автоклавний та пінобетон не автоклавний	800	0,25
Піносілікат автоклавний та пінобетон не автоклавний	600	0,18
Ґрунти під приміщенням	1800	1,00
Засипки:		
із сухого піску	1600	0,50
ґрунту	1600	0,45
пемзи	600	0,20
Керамзит	900	0,35
Керамзит	500	0,18
Сосна та ялина поперек волокон	550	0,15
Сосна та ялина впродовж волокон	550	0,30
Дуб поперек волокон	800	0,20
Дуб впродовж волокон	800	0,35
Стружка дерев'яна	250	0,08
Фанера	600	0,15
Сталь будівельна	7850	50,0
Вапняковий ракушняк	1400	0,55
Кладка з глиняної цегли:		
на важкому розчині	1800	0,70
на легкому розчині з об'ємною вагою 1400 кг/м ³	1700	0,65
Кладка з силікатної цегли на будь-якому розчині	1900	0,75
Кладка з цегли з отворами на важкому розчині	1300	0,50
Цементно-піщаний розчин чи штукатурка з нього	1800	0,80

Продовження таблиці 13		
1	2	3
Вапняково-піщаний розчин	1600	0,70
Картон щільний	1000	0,20
Руберойд, толь	600	0,15
Скло віконне	2500	0,65
Скловата	200	0,05
Шлак	1000	0,25
Шлак	700	0,19
Мінеральна вата	200	0,06
Пінопласт ПХВ	190	0,045
Пінопласт ПС	70	0,04
Лінолеум	1100	0,16

Таблиця 14 – Розміри санітарно-захисних зон між тваринницькими і птахівницькими підприємствами та межами житлової забудови

Підприємство	Розміри санітарно-захисних зон*, м						
	200	300	500	1000	1200	1500	2000
З вирощування відгодівельного молодняку великої рогатої худоби, голів за рік до 1		X					
до 5 тис.			X				
Понад 5 тис.				X			
З виробництва молока та яловичини до 100	X						
Понад 600		X					
З вирощування й відгодівлі свиней, голів за рік до 6 тис.		X					
Від 6 тис. до 12 тис.			X				
Від 12 тис. до 24 тис.							
Понад 24 тис.						X	
Вівчарські		X					X
Звірівницькі		X					
Птахівницькі племінні				X			
З виробництва яєць і м'яса птиці, за рік		X					
Від 100 до 400 тис.				X			
Понад 400 тис.				X	X		
Бройлерів до 1 млн.		X					
Від 1 до 3 млн.				X			
Понад 3 млн.					X		

*Примітка: розмір санітарно-захисної зони для конярських та кролівницьких підприємств – 100 м.

**Таблиця 15 – Показники мінімальної щільності забудови території
сільськогосподарського підприємства (ДБН Б.2. 4-3-95)**

Підприємство	Мінімальна щільність забудови, %
Скотарське	32-56
Свинарське	32-50
Вівчарське	47-70
Кролівницьке	22
Звірівницьке	21
Бджільницьке	5
Птахівницьке	25-36
Переробка та зберігання сільськогосподарської продукції	24-40
Виробничо-технічне обслуговування	25-68
Селянське (фермерське) господарство	20-25

**Таблиця 16 – Нормативи затрат води, пари і електроенергії на
технологічні потреби на 1 т м'яса для м'ясокомбінатів різної потужності**

Сировина	Витрати								Встановлена потужність електродвигуна на 1 т м'яса, кВт			
	Води на 1т м'яса,м³				Пари на 1 т м'яса, т							
	Потужність, т м'яса у змін у				Потужність, т м'яса у змін у							
	10	30	50	100	10	30	50	100	10	30	50	100
Яловичина	15	14	12	10	0,8	0,7	0,6	0,5	25	22	18	15
Свинина	14	13	11	9	0,6	0,55	0,45	0,4	21	16	13	10
Баранина	12	11	10	9	0,6	0,55	0,5	0,4	16	14	12	10

Таблиця 17 – Розрахунок скотомісць за структурою – 50% корів у стаді при виробництві молока та планування потрібної площі та фронту годівлі

Статеві-вікові групи	Коефіцієнти за ВНТП-АПК-01.05	Потужність голів				
		16	25	32	50	64
Корови:	1	16	25	32	50	64
дійні	0,75	12	19	24	38	48
сухостійні	0,13	2	3	4	7	8
глибокотільні	0,12	2	3	4	6	8
Нетелі	0,12	2	3	4	6	8
Профілакторні телята	0,06	1	2	2	3	4
Телята до 3 міс.	0,6	10	15	19	30	38
Телята від 3 до 6 міс.	0,3	5	8	10	15	19
Молодняк:	0,45	7	11	14	23	29
від 6 до 12 міс.	0,15	2	4	5	8	10
від 12 до 18 міс.	0,3	5	8	10	15	19
		64	100	127	199	255
Всього, гол.	2,53	40	63	81	127	162

Таблиця 18 – Планування та розміщення тварин у приміщенні

Статеві-вікові групи	Норма фронту, м	Норма площі, м ²	Поголів'я, гол	Фронт, м	Площа, м ²
Корови:					
дійні	1,2	2,3	12	14,4	27,6
сухостійні	1,5	3,0	2	3,0	6,0
глибоотільні	1,5	3,0	2	3,0	6,0
Нетелі	1,0	2,0	2	2,0	4,0
Профілакторні телята	0,4	1,2	1	0,4	1,2
Телята до 3 міс.	0,5	1,2	10	5,0	12,0
Телята від 3 до 6 міс.	0,6	1,5	5	3,0	7,5
Молодняк:					
від 6 до 12 міс.	0,7	2,5	2	1,4	5,0
від 12 до 18 міс.	0,8	3,0	5	4,0	15,0

Таблиця 19 – Норми площі вигульних майданчиків па 1 тварину

Вид тварини	Статєво-вікові групи	Площа, м ²
Велика рогата худоба	Бугаї-плідники	40
	Корови при твердому покритті	7-8
	без покриття	15
	Молодняк всіх віків, нетелі	10
	Телята від 10 днів і старше	5
Свині	Кнури-плідники	15-30
	Свиноматки	10
	Поросята 2-4 міс	0,5-1
	Підсвинки старше 4 міс.	1
Вівці	Вівці дорослі (матки, барани)	4-6
	Ремонтний молодняк (ярки)	3-4
Коні	Коні дорослі	20
	Молодняк різного віку	12-20
Птиця	Кури при вигульному утриманні	5

Таблиця 20 – Норми земельної площі території ферми на одну тварину, м²

Тваринницькі підприємства	Площа
Молочні ферми:	
при співвідношенні корів у стаді 50 %	120-200
85 %	80-120
90 %	60-80
Молочно-м'ясні ферми	140
Ферми по відгодівлі ВРХ (утримання на відкритих майданчиках)	25-55
Нетелі, молодняк на відгодівлі (утримання у капітальних приміщеннях)	12,7-20
Свиноферми - репродуктори	160
Ферми з відгодівлі свиней	8-9
Вівцеферми	15-20
Птахівничі ферми потужністю тис. гол.	
до 300	1
понад 300	0.4-0.5

Таблиця 21 – Добове виділення екскрементів однією твариною (птицею)

Групи тварин	Кількість екскрементів, кг	Групи тварин	Кількість екскрементів, кг
Бугаї-плідники	40	Свиноматки з поросятами	22
Корови	55	Відлучені поросята	2,5
Нетелі, молодняк 12-18 міс	27	Відгодівельні свині	7,5-17
Молодняк на відгодівлі	35	Вівці дорослі	3,5
Молодняк 6-12 міс	25	Вівці (молодняк)	2,0
Телята 4-6 міс	14	Кури яєчних порід	0,175
Телята до 4 міс	7,5	Кури м'ясних порід	0,275-0,3
Коні	19-26	Качки	0,428
Кнури-плідники	15	Гуси	0,594
Свиноматки поросні	17		

Таблиця 22 – Норми витрачання підстилки на 1 голову на добу, кг

Групи тварин	Солома	Торф	Тирса
Корови	0,5-1,5	6-10	3-4
Відгодівля	1	3	3-4
Молодняк	3	8	0
Корови (на глибокій підст.)	5	10	-
Кнури-плідники	1,5	3,5	3
Матки поросні і холості	1	4-6	2-3
Матки підсисні	2	-	-
Ремонтний молодняк	0,25	-	3
Відгодівля свиней	0,6	-	3
Вівці	0,3-0,5	-	-
Коні	2	7	2
Птиця доросла	-	0,04	-

Таблиця 23 – Основні дані будівельної кліматології і геофізики для умов України

Області	Температура, °С				Річна к-сть опадів, мм
	Середньорічна	Абсолютна		Середня найбільш холодної п'ятиденки	
		міні-мальна	макси-мальна		
Крим	10,2	-29	40	-16	576
Вінницька	6,7	-36	38	-21	621
Волинська	7,2	-34	38	-20	666
Дніпропетровська	8,5	-34	40	-23	558
Донецька	7, 5	-37	40	-23	524

Продовження табл. 23

Житомирська	6,8	-35	38	-22	666
Закарпатська	9, 6	-28	40	-18	722
Запорізька	9	-34	41	-22	516
Івано-Франківська	7,3	-34	37	-20	683
Київська	7,2	-32	39	-22	685
Кіровоградська	7, 5	-35	40	-22	561
Львівська	6,7	-33	37	-19	798
Луганська	8	-42	41	-25	487
Миколаївська	9, 8	-30	40	-20	499
Одеська	8,2	-34	38	-20	512
Полтавська	7	-37	38	-23	585
Рівненська	6, 9	-36	38	-21	683
Сумська	6	-36	38	-24	607
Тернопільська	6,9	-34	37	-21	678
Харківська	6, 9	-36	39	-23	609
Херсонська	9,8	-32	39	-19	419
Хмельницька	6,8	-32	36	-21	654
Черкаська	7,2	-37	38	-22	590
Чернівецька	7, 8	-32	38	-20	712
Чернігівська	6,5	-34	39	-22	639

**Таблиця 24 – Показники мінімальної щільності забудови майданчиків
сільськогосподарських підприємств**

Підприємства	Мінімальна щільність забудови, %
Великої рогатої худоби	
1. Молочні при прив'язному утриманні корів.	
Кількість дійних корів у стаді 50–60 %	
на 400 корів	51/45
на 800 корів	55/50
Кількість дійних корів у стаді 90 %	
на 400 корів	55/45
на 800 корів	55/49
2. Молочні при безприв'язному утриманні корів	
Кількість дійних корів у стаді 50, 60, 90 %	
на 800 корів	53
на 1200 корів	56
на 1600–2000 корів	60
3. Дорошування і відгодівля молодняку	
на 6000 і 12000 скотомісць	45
4. Відгодівля великої рогатої худоби	
на 1000 скотомісць	32
на 2000 скотомісць	34
на 3000 скотомісць	36
на 6000 скотомісць	42
на 12000 скотомісць	43

5. Відгодівельні майданчики	
на 2000 скотомісць	62
на 4000 скотомісць	64
на 10 000 скотомісць	66
на 20 000 скотомісць	67
на 30 000 скотомісць	71
Свинарські	
1. Товарні. Репродукторні	
на 4000 голів	36
на 8000 голів	43
на 12 000 і 24 000 голів	47
на 54 000 і 108 000 голів	44
2. Відгодівельні	
на 6000, 12 000 і 24 000	39
3. Із закінченим циклом виробництва	
на 2000 голів	32
на 4000 голів	37
на 6000 і 12 000 голів	41
на 24 000 голів	43
на 54 000 голів	51/34
на 108 000 голів	56/38
4. Племінні	
на 100 маток	38
на 200 маток	40
на 300, 400 і 600 маток	50
Вівчарські	
1. Розташовані на одному майданчику.	
Вовнові, вовново-м'ясні, м'ясо-сальні	
на 2000 маток	55
на 5000 маток	60
на 1000 маток	70
на 4000 ремонтного молодняку	66
Птахівничі	
1. Яєчного напрямку	
на 200 тис. курей-несучок	28
на 300 тис. курей-несучок	32
на 400 тис. курей-несучок	30
2. М'ясного напрямку.	
Бройлерні	
на 10 млн. бройлерів	48
Качині	
на 65 тис. каченят	31
на 125 тис. каченят	32
на 250 тис. каченят	34
на 500 тис. каченят	36
на 1–3 млн. каченят	40
3. З виробництву м'яса індиків	
на 250 тис. голів	24
на 500 тис. голів	28

5. Звіро- і промгосподарства	
звірогосподарства	21
кролегосподарства	22

Таблиця 25 – Санітарно-гігієнічні розриви між спорудами, м

Назва споруд	Приміщення для ВРХ	Приміщення для свиней	Молочна	Кормоцех	Склад конц. кормів	Склад соковитих кормів	Гноєсховище
Приміщення для ВРХ (всіх вікових груп)	30	40	50	30	30	30	40
Приміщення для свиней	40	40	80	30	30	30	40
Молочна	50	80	-	ПР.	ПР.	30	200
Кормоцех	30	30	80	-	ПР.	30	100
Склад концентрованих кормів	30	30	ПР.	ПР.	-	ПР.	100
Склад грубих кормів	30	30	30	30	ПР.	ПР.	100
Склад соковитих кормів	30	30	60	30	ПР.	-	100
Гноєсховище	40	40	100	100	100	100	-

Примітка. Протипожежні розриви беруться залежно від вогнестійкості приміщень (приймаються 20–25 метрів).

Бібліографічний опис

1. Афанасьєв І. А., Ткач В. В. Методика та результати експериментальних досліджень режимів роботи адаптивної доїльної апаратури на базі проточного лічильника вагового типу. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний зб. / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2020. Вип. № 11 (110). С. 140–146. doi: <https://doi.org/10.37204/0131-2189-2020-11-16>.
2. Відомчі норми технологічного проектування. "Підприємства по забою худоби, птиці, кролів та переробці продуктів забою". ВНТП–АГЖ-23.06.
3. Відомчі норми технологічного проектування. "Підприємства з переробки молока". ВНТП-АПК-24.06.
4. Відомчі норми технологічного проектування. "Вівчарські і козівничі підприємства". ВНТП-АПК-03.05.
5. Відомчі норми технологічного проектування. "Свинарські підприємств (комплекси, ферми, малі ферми)". ВНТП-АПК-02.05.
6. Відомчі норми технологічного проектування. "Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми)". ВНТП-АПК-01.05.
7. Відомчі норми технологічного проектування. "Підприємства птахівництва". ВНТП-АПК-04.05.
8. Відомчі норми технологічного проектування. АПК-07.06 "Об'єкти ветеринарної медицини".
9. ВНТП-СГіП–46-8.94 Відомчі норми технологічного проектування. "Об'єкти для заготівлі, зберігання і приготування кормів для тваринництва".
10. Гігієна тварин та ветеринарна санітарія : навчальний посібник / за ред. А. О. Бондар. Миколаїв : МНАУ, 2018. 179 с.
11. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підручник / Мирончук В. Г., Гулий І. С., Пушанко М. М. та ін.; за ред. В.Г. Мирончука. Вінниця: Нова книга, 2017. 648 с.
12. Механізація та електрифікація сільського господарства : загальнодержавний збірник / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2021. Вип. № 14 (113). 216 с.
13. Механізація та автоматизація виробництва молока: монографія / В. В. Адамчук і А. І. Фененко, В. В. Ткач, В. В. Братішко та ін. ; під заг. ред. В. В. Адамчука і А. І. Фененка / ННЦ «ІМЕСГ». Ніжин : Видавець ПП Лисенко М. М., 2020. 368 с.
14. Севостьянов І. В., Зозуляк І. А. Технологічне обладнання цехів переробки продукції тваринництва. Навчальний посібник. Вінниця : ВНАУ, 2020. 127 с.
15. Севостьянов І. В., Грищун А. В., Бабін І. А. Обладнання для високоефективного очищення стічних вод на підприємствах АПК. Техніка, енергетика, транспорт АПК, 2019. №1 (104). С. 29–39.
16. Технологічне обладнання м'ясопереробних підприємств : підручник. Ч. 2 / В. В. Сарана [та ін.]. К. : НУБіП України, 2024. 369 с.

- 17.Ткач В. В., Фененко А. І., Афанасьєв І. А. Перспективи техніко-технологічного забезпечення виробництва молока на основі смарт-технологій. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха, 2021. Вип. № 14 (113). С. 142–150.
- 18.Ткач В. В., Фененко А. І., Яцко С. А., Братішко В. В. Техніко-технологічне забезпечення обліку індивідуального надою та адресної годівлі корів. Механізація та електрифікація сільського господарства : загальнодержавний зб. / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2020. Вип. № 11 (110). С. 130–139. doi: <https://doi.org/10.37204/0131-21892020-11-15>.
- 19.Автоматизація технологічних процесів сільськогосподарського виробництва. URL: <https://buklib.net/books/35489/>
20. Автоматизація та роботизація – перспективи розвитку сільського господарства. URL:
- 21.https://kas32.com/ua/post/view/282?srsltid=AfmBOoqklq8D6iOr2YxP8jjJaCRY7mv_focZzuZkQnXkVG16549siRyn
22. Використання роботів у сільському господарстві. URL: <https://propozitsiya.com/ua/vikoristannya-robotiv-u-silskomu-gospodarstvi>
23. Газуда М.В., Газуда Л.М., Герцег В.А. Ключові аспекти цифровізації сільського господарства. Open Journal Systems. № 1(63) (2024). <http://visnyk-ekon.uzhnu.edu.ua/article/view/303187>
24. Курс: Технологічне забезпечення і оцінка придатності приміщень з виробництва і переробки продукції тваринництва. Moodle <http://pdatu.net.ua/course/view.php?id=2051>
25. Машини та обладнання для механізації переробки м'яса і риби. URL:
- 26.[https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/agroinjenerija/machines_and_equipment_for_processing_of_agricultural_products%20\(1\)/machines_and_equipment_for_processing_of_agricultural_products/2/2.4.htm](https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/agroinjenerija/machines_and_equipment_for_processing_of_agricultural_products%20(1)/machines_and_equipment_for_processing_of_agricultural_products/2/2.4.htm)
- 27.Механізація та електрифікація. URL: <https://buklib.net/books/32812/>
28. Об'єкти автоматизації у сільському господарстві та їх математичні моделі. URL: <https://buklib.net/books/35494/>
29. Роботи для сільського господарства. URL: https://kas32.com/ua/post/view/178?srsltid=AfmBOoqPMaMhI_t-KVt9DE7TDakoQuxHxmw60J0vhPqhdNEp4pOIhC_j
30. Робототехніка у сільгоспі. URL: <https://bas.ua/posts/category/news/robotics-in-agriculture>
31. Системи утримання тварин [Електронний ресурс] : навч. посіб. / М. О. Захаренко, В. М. Поляковський, Л. В. Шевченко [та ін.]. – К. : Центр учбової літератури, 2016. 424 с. Режим доступу : http://culonline.com.ua/Books/syst_utr_tvaryn.pdf
- 32.Технологічне обладнання для переробки м'яса та виробництва ковбасних виробів. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=SiTf-ZhpkHk>
- 33.Robomax Being Installed in Manitoba. URL: <https://milkomax.com/en/robomaxmanitoba/>