

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
освітнього ступеня «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення автоматизованої системи напування тварин із
контролем споживання води**

Виконав: студент 4 курсу, групи
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Ситник Віталій Сергійович

Керівник: _____ Малєгін Роман Дмитрович

Рецензент: _____

Дніпро 2026

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем
Освітній ступінь: «Бакалавр»
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«05» травня 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Ситнику Віталію Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення автоматизованої системи напування тварин із контролем споживання води

керівник проєкту Малєгін Роман Дмитрович, PhD

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
«05» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом проєкту 05.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту: Проведення аналізу сучасного стану питання автоматизації процесів напування сільськогосподарських тварин, дослідження існуючих конструкцій та технології систем водопостачання у тваринництві, визначення основних факторів, що впливають на ефективність споживання води та продуктивність тварин. Проведення патентного пошуку, аналіз науково-технічної літератури, сучасних досліджень і технічних рішень у сфері автоматизованих систем напування та моніторингу споживання води.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Характеристика підприємства. 2 проєктування автоматизованої системи напування тварин. 3. Розробка автоматизованої системи напування з контролем споживання води. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних

ситуаціях. 5. Економічна оцінка автоматизованої системи напування.
Висновки та пропозиції. Бібліографія

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Конструкційно-технологічна схема процесу (1 аркуш, А1). 2. Генеральний план (1 аркуш, А1). Конструкційно-технологічна схема (1 аркуш, А1). Складальне креслення (1 аркуш, А1). Корпус напувалки (1 аркуш, А3). Сідло клапана (1 аркуш, А3). Клапан запорний (1 аркуш, А3). Пружина (1 аркуш, А3). Економічна оцінка (1 аркуш, А1).

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Малєгін Р.Д. ст. викладач		
2	Малєгін Р.Д. ст. викладач		
3	Малєгін Р.Д. ст. викладач		
4	Малєгін Р.Д. ст. викладач		
5	Малєгін Р.Д. ст. викладач		
Нормоконтроль	Івлєв В.В. доцент		

7. Дата видачі завдання: 05.05.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Срок виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 01.04.2026 р.	
2	Теоретичний	до 15.04.2026 р.	
3	Експериментальний	до 30.04.2026 р.	
4	Охорона праці	до 10.05.2026 р.	
5	Економічний	до 22.05.2026 р.	
6	Демонстраційна частина	до 05.06.2026 р.	

Здобувач

(підпис)

Ситник В.В..

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

(підпис)

Малєгін Р.Д..

(прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Удосконалення автоматизованої системи напування тварин із контролем споживання води / Дипломний проєкт, представлений на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр» спеціальності 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026., п'ять аркушів графічної частини формату А1.

У проєкті написано вступ, проведено аналіз виробничої діяльності підприємства та сучасних технологій напування сільськогосподарських тварин. Виконано огляд існуючих систем автоматизованого водопостачання та контролю споживання води, визначено основні вимоги до ефективної роботи системи напування. На основі аналізу технологічних і зоотехнічних вимог проведено розрахунок параметрів системи напування. Розроблено конструкцію автоматизованої системи напування тварин із використанням датчиків контролю витрати та рівня води, а також елементів автоматичного керування. Запропоновано алгоритм контролю споживання води та моніторингу роботи системи. Розглянуто питання охорони праці та безпеки експлуатації обладнання. Проведено техніко-економічну оцінку ефективності впровадження розробленої системи. Зроблено висновки та складено список використаної літератури. Оформлено додатки.

Ключові слова: тваринництво, система напування, автоматизація, водоспоживання, датчики, контроль, водопостачання, ефективність, моніторинг.

ЗМІСТ

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА	9
1.1 Загальні відомості про підприємство	9
1.2 Характеристика систем водопостачання та напування тварин	10
1.3 Аналіз існуючих систем автоматизованого напування	13
1.4 Висновки з розділу	14
2 ПРОЄКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ НАПУВАННЯ ТВАРИН	16
2.1 Технологічні особливості процесу напування тварин	16
2.2 Зоотехнічні та технічні вимоги до системи напування	18
2.3 Вихідні дані до проектування	21
2.4 Визначення потреби тварин у воді	22
2.4 Розробка технологічної схеми системи	24
2.5 Висновки з розділу	27
3 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ НАПУВАННЯ З КОНТРОЛЕМ СПОЖИВАННЯ ВОДИ	29
3.1 Актуальність автоматизації процесу напування	29
3.2 Вихідні дані для розробки системи	31
3.3 Вибір та обґрунтування засобів автоматизації	33
3.4 Розрахунок параметрів системи водопостачання	37
3.5 Розрахунок продуктивності та витрати води	41
3.6 Висновки з розділу	44
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	47
4.1 Вимоги охорони праці при експлуатації систем напування	47
4.2 Вимоги до електробезпеки та пожежної безпеки	49
4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	52
4.4 Висновки з розділу	54
5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ НАПУВАННЯ	56
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	60
БІБЛІОГРАФІЯ	62
ДОДАТКИ	64

ВСТУП

Сучасний розвиток тваринництва потребує впровадження ефективних технологій, спрямованих на підвищення продуктивності тварин, зниження витрат ресурсів та покращення умов утримання. Одним із найважливіших факторів забезпечення нормальної життєдіяльності та високої продуктивності сільськогосподарських тварин є своєчасне і безперебійне забезпечення їх якісною питною водою. Вода бере участь у всіх фізіологічних процесах організму, впливає на обмін речовин, ріст, розвиток та продуктивність тварин. Недостатнє або нерегульоване водопостачання може призводити до зниження продуктивності, погіршення здоров'я тварин та економічних втрат господарства. На більшості тваринницьких підприємств системи напування залишаються недостатньо автоматизованими, що ускладнює контроль споживання води та своєчасне виявлення відхилень у роботі обладнання. Значні втрати води, нерівномірне забезпечення тварин, підвищені витрати електроенергії та потреба у постійному контролі з боку обслуговуючого персоналу зумовлюють необхідність удосконалення існуючих систем напування. Використання сучасних засобів автоматизації дозволяє забезпечити стабільну роботу систем водопостачання, автоматичний контроль витрати води, моніторинг технічного стану обладнання та оперативне реагування на аварійні ситуації. Автоматизовані системи напування дають можливість підвищити ефективність виробництва, зменшити витрати ресурсів та покращити умови утримання тварин. Особливого значення набуває контроль споживання води, який дозволяє не лише вести облік витрат, а й контролювати фізіологічний стан тварин та своєчасно виявляти можливі порушення технологічного процесу.

Метою дипломного проєкту є розробка автоматизованої системи напування тварин із контролем споживання води, яка забезпечить безперебійне водопостачання, автоматичне регулювання та моніторинг

витрати води, підвищення ефективності експлуатації обладнання та зниження виробничих витрат.

Для досягнення поставленої мети у проєкті передбачено проведення аналізу існуючих систем напування, визначення технологічних та зоотехнічних вимог до процесу напування тварин, вибір і обґрунтування засобів автоматизації, розробку структурної та функціональної схем системи, виконання необхідних технічних розрахунків, а також оцінку економічної ефективності впровадження запропонованого рішення. Окрему увагу приділено питанням охорони праці, електробезпеки та надійності роботи обладнання.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Загальні відомості про підприємство

Об'єктом дослідження у дипломному проєкті є тваринницьке підприємство, діяльність якого спрямована на виробництво продукції тваринництва та забезпечення ефективного утримання сільськогосподарських тварин. Основними напрямками роботи господарства є вирощування та утримання тварин, виробництво продукції тваринництва, забезпечення кормової бази, а також організація технологічних процесів із використанням сучасних технічних засобів. Підприємство має виробничі приміщення для утримання тварин, складські приміщення, систему водопостачання, кормоприготувальні та допоміжні об'єкти. У господарстві використовуються механізовані та частково автоматизовані технологічні процеси, що дозволяє забезпечити стабільну роботу виробництва та підтримання необхідних умов утримання тварин.

Одним із важливих елементів технологічного процесу є система забезпечення тварин питною водою. Для нормального функціонування організму тварини повинні постійно мати доступ до чистої води у необхідній кількості. Вода використовується для підтримання фізіологічних процесів, терморегуляції, перетравлення кормів та формування продуктивності. Недостатнє забезпечення водою негативно впливає на стан здоров'я тварин, їх продуктивність та економічні показники підприємства. На підприємстві використовується централізована система водопостачання, яка включає джерело води, насосне обладнання, трубопроводи, запірну арматуру та напувальні пристрої. Напування тварин здійснюється за допомогою автоматичних або напівавтоматичних напувалок. Проте існуюча система має певні недоліки, серед яких недостатній рівень автоматизації, складність контролю фактичного споживання води, можливі втрати води через несправності обладнання та необхідність постійного контролю з боку персоналу.

Особливо актуальним питанням є контроль витрати води, оскільки перевитрати або нерівномірне споживання можуть свідчити про порушення роботи системи або зміни фізіологічного стану тварин. Відсутність автоматизованого моніторингу ускладнює оперативне виявлення аварійних ситуацій, витоків води чи несправностей обладнання.

З метою підвищення ефективності виробничих процесів підприємство потребує впровадження сучасної автоматизованої системи напування тварин із функцією контролю споживання води. Використання такої системи дозволить забезпечити стабільне водопостачання, автоматичне регулювання подачі води, зменшення її втрат, підвищення надійності роботи обладнання та покращення умов утримання тварин. Автоматизація процесу напування також сприятиме зниженню витрат праці обслуговуючого персоналу, підвищенню енергоефективності та покращенню економічних показників підприємства. Саме тому розробка автоматизованої системи напування тварин із контролем споживання води є актуальним і перспективним напрямом удосконалення технологічних процесів у сучасному тваринництві.

1.2 Характеристика систем водопостачання та напування тварин

Система водопостачання у тваринництві є однією з найважливіших складових технологічного процесу утримання сільськогосподарських тварин. Від її ефективності залежить не лише забезпечення фізіологічних потреб тварин у воді, а й рівень продуктивності, санітарний стан приміщень, економічність виробництва та загальна ефективність функціонування господарства. Забезпечення тварин достатньою кількістю якісної води є необхідною умовою нормального перебігу біологічних процесів в організмі, підтримання обміну речовин, росту та розвитку.

Потреба тварин у воді залежить від багатьох факторів, серед яких вид і вік тварин, продуктивність, тип годівлі, температура навколишнього середовища, вологість повітря та умови утримання. Наприклад, велика рогата

худоба молочного напрямку споживає значно більше води порівняно з молодняком або тваринами м'ясного напрямку. Значний вплив на споживання води має також якість кормів. При використанні сухих кормів потреба у воді збільшується, тоді як соковиті корми частково компенсують її нестачу.

Сучасні системи водопостачання тваринницьких підприємств повинні забезпечувати безперебійну подачу води у необхідному обсязі, підтримання належного санітарного стану, мінімізацію втрат води та енергетичних витрат. До основних елементів системи водопостачання належать джерело води, насосне обладнання, трубопроводи, резервуари, запірні арматури, системи очищення води та напувальні пристрої.

Джерелами водопостачання можуть бути централізовані мережі, артезіанські свердловини, колодязі або відкриті водойми. Найбільш надійним і безпечним джерелом вважаються артезіанські свердловини, оскільки вода з них має стабільний склад та менше піддається зовнішньому забрудненню. Однак незалежно від джерела вода повинна відповідати санітарним вимогам щодо вмісту мікроорганізмів, солей та механічних домішок.

Для подачі води у систему використовуються насоси різних типів: відцентрові, глибинні, мембранні та автоматизовані насосні станції. Вибір насосного обладнання залежить від продуктивності системи, глибини джерела води та необхідного тиску в мережі. У сучасних системах широко застосовуються автоматичні станції керування насосами, які дозволяють підтримувати стабільний тиск у трубопроводах і зменшувати енергетичні витрати.

Трубопроводи систем водопостачання виготовляють із металевих або полімерних матеріалів. Найбільш поширеними є пластикові труби, оскільки вони мають високу корозійну стійкість, невелику масу та тривалий термін експлуатації. При проєктуванні трубопроводів важливо забезпечити необхідну пропускну здатність, мінімізувати втрати тиску та врахувати можливість очищення системи.

Основним елементом системи напування є напувалки. У тваринництві застосовуються індивідуальні та групові напувальні пристрої. За принципом роботи напувалки поділяються на чашкові, клапанні, ніпельні та поплавкові. Кожен тип має свої переваги та недоліки.

Чашкові напувалки широко використовуються у свинарстві та скотарстві. Вода подається у чашу автоматично після натискання тварини на клапан або важіль. Перевагою таких напувалок є економне використання води та простота конструкції. Недоліком є можливість забруднення чаші кормом та залишками бруду.

Ніпельні напувалки застосовуються переважно у свинарстві та птахівництві. Подача води здійснюється при натисканні тварини на спеціальний ніпель. Такі системи забезпечують високий рівень гігієни та мінімальні втрати води, однак потребують стабільного тиску у системі.

Поплавкові напувалки використовуються переважно для групового напування великої рогатої худоби. Рівень води у резервуарі підтримується автоматично за допомогою поплавкового механізму. Основною перевагою є постійна наявність води, проте при несправностях можливі значні втрати через переливання.

Сучасні тенденції розвитку тваринництва передбачають впровадження автоматизованих систем напування. Такі системи дозволяють здійснювати автоматичний контроль витрати води, підтримання тиску, виявлення витоків та дистанційний моніторинг роботи обладнання. Використання датчиків витрати води, рівня та тиску дозволяє значно підвищити ефективність експлуатації системи.

Особливу увагу приділяють питанням енергоефективності та економії ресурсів. Автоматизація процесів дозволяє зменшити витрати води, електроенергії та трудових ресурсів. Крім того, контроль споживання води може використовуватися як інструмент моніторингу стану здоров'я тварин, оскільки зміна рівня водоспоживання часто свідчить про погіршення фізіологічного стану.

Таким чином, сучасна система водопостачання та напування повинна забезпечувати надійну, економічну та безпечну подачу води з можливістю автоматичного контролю та управління технологічними процесами.

1.3 Аналіз існуючих систем автоматизованого напування

Автоматизація процесів у тваринництві є одним із основних напрямів підвищення ефективності виробництва. Серед технологічних процесів важливе місце займає автоматизація систем напування, оскільки саме забезпечення тварин водою безпосередньо впливає на їх продуктивність, здоров'я та економічні показники підприємства. Сучасні автоматизовані системи напування забезпечують безперебійну подачу води, підтримання необхідного тиску у мережі, автоматичний контроль витрати води та можливість дистанційного моніторингу. Основною метою впровадження автоматизації є зменшення втрат води, скорочення витрат праці та підвищення надійності функціонування обладнання. Існуючі системи автоматизованого напування можна класифікувати за рівнем автоматизації, типом напувальних пристроїв та способом контролю роботи системи. Найпростішими є напівавтоматичні системи, у яких автоматизується лише подача води до напувалок. Контроль роботи обладнання при цьому здійснюється оператором. Більш сучасними є повністю автоматизовані системи, у яких використовуються електронні датчики, контролери та програмовані пристрої керування. Такі системи дозволяють автоматично підтримувати необхідний рівень води, контролювати витрату, реєструвати аварійні ситуації та передавати інформацію на центральний пункт управління.

Одним із найбільш поширених рішень є використання датчиків витрати води. Вони встановлюються у трубопроводах і дозволяють визначати об'єм спожитої води окремими групами тварин або всім поголів'ям. Інформація з датчиків надходить до контролера, де обробляється та використовується для аналізу роботи системи. Для підтримання стабільного тиску широко

використовуються автоматичні насосні станції з частотними перетворювачами. Такі системи забезпечують плавне регулювання продуктивності насосів залежно від потреби у воді. Це дозволяє знизити споживання електроенергії та продовжити термін служби обладнання.

У сучасних господарствах все частіше застосовуються системи дистанційного моніторингу. За допомогою спеціального програмного забезпечення оператор може контролювати роботу обладнання через комп'ютер або мобільний пристрій. У разі аварійної ситуації система автоматично формує повідомлення про несправність.

Перевагами автоматизованих систем є: забезпечення безперебійного водопостачання; зменшення витрат води; підвищення санітарного рівня утримання тварин; скорочення витрат праці; можливість оперативного контролю роботи системи; підвищення енергоефективності.

Разом із перевагами існують і певні недоліки. До них належать висока вартість обладнання, потреба у кваліфікованому обслуговуванні, залежність від електропостачання та необхідність періодичного технічного контролю датчиків і електронних компонентів.

Аналіз сучасних систем показує, що найбільш перспективними є комплексні автоматизовані системи з функціями контролю споживання води, автоматичного регулювання тиску та дистанційного моніторингу. Саме такі рішення дозволяють забезпечити ефективне використання ресурсів і підвищити продуктивність тваринництва.

1.4 Висновки з розділу

У результаті проведеного аналізу встановлено, що система водопостачання та напування є одним із ключових елементів технологічного процесу у тваринництві. Забезпечення тварин достатньою кількістю якісної води безпосередньо впливає на їх фізіологічний стан, продуктивність та економічні показники господарства. Дослідження існуючих систем напування

показало, що традиційні способи водопостачання мають низку недоліків, серед яких значні втрати води, складність контролю витрати, нерівномірне забезпечення тварин та високі витрати праці. Недостатній рівень автоматизації ускладнює контроль роботи обладнання та своєчасне виявлення несправностей.

Сучасні автоматизовані системи напування дозволяють значно підвищити ефективність виробничих процесів за рахунок використання датчиків, контролерів та автоматичних систем керування. Вони забезпечують стабільну подачу води, контроль споживання, зменшення втрат ресурсів та можливість дистанційного моніторингу.

Аналіз технічних рішень підтвердив доцільність розробки автоматизованої системи напування тварин із контролем споживання води. Впровадження такої системи дозволить покращити умови утримання тварин, зменшити витрати води та електроенергії, підвищити надійність роботи обладнання і скоротити витрати праці обслуговуючого персоналу.

Таким чином, тема дипломного проєкту є актуальною та має практичне значення для сучасного тваринництва, оскільки спрямована на вдосконалення технологічних процесів шляхом впровадження сучасних засобів автоматизації та контролю.

2 ПРОЄКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ НАПУВАННЯ ТВАРИН

2.1 Технологічні особливості процесу напування тварин

Процес напування сільськогосподарських тварин є одним із найважливіших технологічних процесів у сучасному тваринництві. Вода забезпечує нормальне функціонування організму, бере участь у процесах травлення, транспортування поживних речовин, терморегуляції та обміну речовин. Недостатнє забезпечення тварин водою або порушення режиму напування призводить до зниження продуктивності, погіршення фізіологічного стану, збільшення витрат кормів та економічних збитків господарства.

У сучасних умовах розвитку тваринництва особливого значення набуває автоматизація систем напування, що дозволяє забезпечити безперебійне водопостачання, зменшити втрати води та підвищити ефективність роботи підприємства. При проєктуванні автоматизованої системи необхідно враховувати біологічні потреби тварин, технологічні умови утримання, характеристики обладнання та параметри системи водопостачання.

Вода є основною складовою організму тварини та становить від 50 до 80 % маси тіла залежно від виду, віку та фізіологічного стану. Без достатньої кількості води неможливе нормальне функціонування організму тварин.

Для правильного проєктування системи напування необхідно визначити добову потребу тварин у воді. Орієнтовні норми наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Добова потреба тварин у воді

Вид тварин	Добове споживання води, л/добу
Дійна корова	70–120
Молодняк ВРХ	25–50

Вид тварин	Добове споживання води, л/добу
Свиноматки	15–25
Свині на відгодівлі	6–12
Вівці	4–10
Коні	35–60
Птиця	0,2–0,8

Збільшення продуктивності тварин супроводжується зростанням споживання води. Наприклад, для утворення 1 літра молока корова споживає приблизно 3–5 літрів води.

Потреба у воді залежить від: виду тварин; віку та живої маси; продуктивності; температури навколишнього середовища; типу кормів; умов утримання.

При підвищенні температури навколишнього середовища споживання води значно збільшується. Особливо чутливими до нестачі води є високопродуктивні тварини.

Однією з головних особливостей процесу напування є нерівномірність споживання води протягом доби. Найбільше споживання спостерігається: після годівлі; у денний час; при високій температурі повітря., тому система повинна бути розрахована на пікові навантаження.

При недостатній пропускній здатності трубопроводів або низькому тиску тварини можуть недоотримувати необхідну кількість води, що негативно впливає на продуктивність. Ефективність системи водопостачання безпосередньо впливає на продуктивність тварин, економічні показники підприємства та умови утримання. Використання автоматизованих систем дозволяє забезпечити безперебійне водопостачання, контроль споживання води, зменшення втрат ресурсів та підвищення енергоефективності. При проєктуванні системи необхідно враховувати біологічні особливості тварин, технічні параметри обладнання та умови експлуатації.

2.2 Зоотехнічні та технічні вимоги до системи напування

Система напування сільськогосподарських тварин є невід'ємною складовою сучасного технологічного процесу у тваринництві та має відповідати комплексу зоотехнічних, санітарно-гігієнічних і технічних вимог. Від правильного проєктування та функціонування системи водопостачання залежить фізіологічний стан тварин, рівень їх продуктивності, якість продукції, економічна ефективність виробництва та умови експлуатації обладнання. Забезпечення тварин достатньою кількістю якісної води є обов'язковою умовою нормального перебігу біологічних процесів в організмі та підтримання високої продуктивності поголів'я.

Вода бере участь у всіх процесах життєдіяльності тварин. Вона забезпечує транспортування поживних речовин, регулювання температури тіла, функціонування системи травлення, виведення продуктів обміну та підтримання водно-сольового балансу. Нестача води навіть протягом короткого періоду негативно впливає на апетит, засвоєння кормів, прирости живої маси та продуктивність. Особливо чутливими до порушень режиму напування є високопродуктивні тварини, молодняк та тварини у період інтенсивного росту.

Однією з основних зоотехнічних вимог до системи напування є забезпечення постійного та безперешкодного доступу тварин до води. У сучасних технологіях утримання тварин застосовується принцип вільного доступу до напувалок, що дозволяє забезпечити фізіологічні потреби організму у будь-який час доби. Перерви у подачі води або обмеження доступу можуть викликати стрес у тварин, зниження продуктивності та порушення обміну речовин.

Важливою вимогою є забезпечення необхідного об'єму подачі води відповідно до виду, віку та продуктивності тварин. Наприклад, молочна корова споживає значно більше води, ніж молодняк великої рогатої худоби або тварини м'ясного напрямку. При цьому потреба у воді змінюється залежно від

температури навколишнього середовища, вологості повітря, типу кормів та фізіологічного стану тварини. У літній період або при використанні сухих концентрованих кормів споживання води значно збільшується. Саме тому система напування повинна забезпечувати необхідну продуктивність навіть у години максимального водоспоживання.

При проєктуванні системи напування необхідно враховувати особливості поведінки тварин та організацію технологічного процесу утримання. Напувалки повинні бути розташовані таким чином, щоб забезпечити зручний доступ для всіх тварин без створення скупчень або конкуренції. Неправильне розташування напувальних пристроїв може призводити до нерівномірного споживання води та виникнення стресових ситуацій у групі тварин.

Ще однією важливою зоотехнічною вимогою є підтримання належного санітарного стану напувалок та трубопроводів. У процесі експлуатації у системі можуть накопичуватись залишки корму, осад солей, слиз та мікроорганізми, що погіршує якість води. Тому конструкція системи повинна забезпечувати можливість регулярного очищення та дезінфекції обладнання. Напувалки повинні мати гладкі поверхні, стійкі до корозії та впливу мийних засобів.

Сучасні технології утримання тварин вимагають автоматизації процесу напування. Автоматизована система повинна забезпечувати безперервний контроль роботи обладнання, автоматичне підтримання необхідного тиску у системі та можливість регулювання подачі води залежно від потреб тварин. Однією з основних технічних вимог є надійність роботи системи, оскільки навіть короткочасне припинення подачі води може призвести до значних втрат продуктивності. Для забезпечення надійності системи використовуються автоматичні насосні станції, резервні насоси, системи аварійного захисту та резервуари запасу води. Насосне обладнання повинно забезпечувати стабільний тиск у трубопроводах незалежно від режиму водоспоживання. При

недостатньому тиску знижується ефективність роботи напувалок, а надмірний тиск може викликати пошкодження обладнання та перевитрати води.

Особливу роль у сучасних системах напування відіграють засоби автоматизації та контролю. Використання датчиків витрати води, тиску та рівня дозволяє здійснювати постійний моніторинг роботи системи. Інформація від датчиків надходить до контролера, який аналізує параметри роботи та керує виконавчими механізмами. Це дозволяє автоматично виявляти аварійні ситуації, витоки води або несправності обладнання.

Енергоефективність системи займає окрему важливу технічну вимогу. У сучасних умовах значна увага приділяється зменшенню витрат електроенергії та ресурсів. Для цього використовуються частотні перетворювачі, автоматичне регулювання продуктивності насосів та енергозберігаючі режими роботи. Використання автоматизованих систем дозволяє суттєво знизити експлуатаційні витрати та підвищити економічну ефективність виробництва.

Автоматизовані системи напування повинні бути простими в експлуатації та технічному обслуговуванні. Обслуговуючий персонал повинен мати можливість швидко виявляти несправності, проводити очищення обладнання та здійснювати налаштування параметрів роботи системи. Використання сучасних систем моніторингу дозволяє здійснювати контроль роботи обладнання у режимі реального часу та своєчасно реагувати на відхилення від нормального режиму роботи.

Таким чином, зоотехнічні та технічні вимоги до системи напування є комплексом взаємопов'язаних умов, спрямованих на забезпечення безперебійного водопостачання, підтримання здоров'я та продуктивності тварин, економічного використання ресурсів і надійної роботи обладнання. Врахування цих вимог при проєктуванні автоматизованої системи напування дозволяє створити ефективну, безпечну та економічно доцільну систему, що відповідає сучасним вимогам тваринництва.

2.3 Вихідні дані до проектування

Вихідними даними до проектування автоматизованої системи напування тварин із контролем споживання води є результати аналізу технологічного процесу утримання тварин, прийняті рішення щодо автоматизації водопостачання, а також зоотехнічні та санітарно-гігієнічні вимоги до забезпечення тварин питною водою. Основними вихідними даними є поголів'я тварин на фермі, добова потреба у воді, режим напування та параметри системи водопостачання.

Автоматизована система напування призначена для безперебійного забезпечення тварин водою необхідної якості, контролю витрат води, підтримання стабільного тиску в мережі та моніторингу споживання води окремими групами тварин. Використання автоматизованої системи дозволяє підвищити ефективність виробництва, покращити санітарний стан приміщень та забезпечити своєчасне виявлення відхилень у роботі системи.

Таблиця 2.2 – Поголів'я тварин на фермі

Технологічна група	Кількість тварин, гол
Дійні корови	200
Молодняк ВРХ	120
Телята	80
Сухостійні корови	50
Всього	450

Таблиця 2.3 – Добова потреба тварин у воді

Технологічна група	Добова потреба у воді, л/гол
Дійні корови	70-100
Молодняк ВРХ	35-50

Телята	10-20
Сухостійні корови	46-60

При проєктуванні системи напування необхідно враховувати нерівномірність споживання води протягом доби, сезонні зміни температури навколишнього середовища та фізіологічний стан тварин. Максимальне споживання води спостерігається після годівлі та в теплий період року, тому система повинна забезпечувати необхідну продуктивність насосного обладнання та стабільний тиск у трубопроводній мережі.

До складу автоматизованої системи входять джерело водопостачання, насосна станція, система фільтрації, трубопроводна мережа, автоматичні напувалки, датчики тиску та витрати води, контролер керування і система моніторингу. Система забезпечує автоматичний контроль подачі води, облік її споживання та передачу інформації оператору.

Виконання зазначених вимог забезпечує нормальні умови утримання тварин, підвищує їх продуктивність, покращує санітарний стан ферми та сприяє ефективному використанню водних ресурсів.

2.4 Визначення потреби тварин у воді

Вода є одним із найважливіших факторів забезпечення життєдіяльності тварин, оскільки вона бере участь у всіх фізіологічних процесах організму. Нормальне функціонування систем травлення, кровообігу, терморегуляції та обміну речовин безпосередньо залежить від достатнього рівня споживання води. Недостатнє забезпечення тварин водою призводить до зниження продуктивності, погіршення загального стану здоров'я, порушення обмінних процесів та збільшення ризику виникнення захворювань. Саме тому визначення потреби тварин у воді є важливим етапом під час проєктування автоматизованих систем напування. Потреба тварин у воді залежить від

багатьох факторів, серед яких основними є вид тварини, її вік, маса тіла, фізіологічний стан, умови утримання та характер корму. Наприклад, молоді тварини споживають менше води порівняно з дорослими особинами, однак у перерахунку на одиницю маси тіла їхня потреба є значно вищою. Також суттєво впливає продуктивність тварин: корови в період лактації потребують значно більшої кількості води через витрати рідини на утворення молока, а свині на відгодівлі мають інші показники споживання залежно від інтенсивності росту. Значний вплив на обсяг споживання води мають кліматичні умови та температура навколишнього середовища. У спекотний період року організм тварин втрачає більше рідини через потовиділення та дихання, тому добова потреба у воді збільшується. Недостатній доступ до води в умовах високої температури може викликати тепловий стрес, зниження апетиту та продуктивності. У холодний період потреба у воді дещо зменшується, однак тварини все одно повинні мати постійний доступ до чистої питної води належної температури. Важливим фактором є також склад та вологість кормів. При використанні сухих кормів споживання води значно зростає, оскільки організм потребує додаткової рідини для процесів травлення. У разі застосування соковитих кормів або зелених кормових культур частина потреби у воді компенсується за рахунок вологи, яка міститься у кормі. Однак навіть за таких умов доступ до води повинен бути безперервним.

Якість води має не менше значення, ніж її кількість. Вода для напування тварин повинна відповідати санітарно-гігієнічним нормам, не містити шкідливих домішок, токсичних речовин та патогенних мікроорганізмів. Забруднена або несвіжа вода може стати причиною інфекційних захворювань, порушень роботи шлунково-кишкового тракту та зниження продуктивності. Для забезпечення ефективного функціонування системи напування необхідно контролювати не лише обсяг споживання води, а й її якісні характеристики.

У сучасному тваринництві особливого значення набуває автоматизація процесу напування. Автоматизовані системи дозволяють забезпечити постійний доступ тварин до води, здійснювати контроль рівня її споживання

та оперативно виявляти відхилення від нормальних показників. Аналіз даних про споживання води може використовуватися для моніторингу стану здоров'я тварин, оскільки зміна кількості випитої води часто є одним із перших симптомів захворювання або стресу.

Таким чином, правильне визначення потреби тварин у воді є важливою складовою ефективного ведення тваринництва. Врахування фізіологічних особливостей тварин, умов утримання та факторів зовнішнього середовища дозволяє забезпечити оптимальний режим напування. Використання автоматизованих систем із контролем споживання води сприяє підвищенню продуктивності тварин, покращенню умов їх утримання та зниженню витрат на обслуговування господарства.

2.4 Розробка технологічної схеми системи

Технологічна схема автоматизованої системи напування тварин із контролем споживання води розробляється з метою забезпечення безперервного та контрольованого постачання води тваринам відповідно до встановлених норм. Основним завданням системи є автоматизація процесу подачі води, зменшення втрат ресурсів, підвищення ефективності утримання тварин та створення умов для постійного моніторингу споживання води.

Технологічна схема системи складається з декількох основних елементів: джерела водопостачання, резервуара для зберігання води, насосного обладнання, трубопроводної мережі, напувалок, датчиків контролю, електронного блоку керування та системи передачі інформації. Всі компоненти системи взаємодіють між собою та забезпечують автоматичне функціонування без постійного втручання обслуговуючого персоналу.

Робота системи починається з подачі води із джерела водопостачання до накопичувального резервуара. Наявність резервуара дозволяє підтримувати необхідний запас води та забезпечує стабільну роботу системи навіть у разі короткочасних перебоїв централізованого водопостачання. Для контролю

рівня води у резервуарі встановлюються датчики рівня, які передають сигнали до блоку керування. У разі зниження рівня води нижче допустимого значення система автоматично активує подачу води до резервуара. Після накопичення вода за допомогою насосного обладнання подається через трубопровідну систему до напувалок, розташованих у місцях утримання тварин. Насос забезпечує необхідний тиск у системі та стабільну подачу води незалежно від кількості одночасно працюючих точок напування. Для запобігання перевитраті води та аварійним ситуаціям у системі можуть встановлюватися електромагнітні клапани, які автоматично перекривають подачу у разі виявлення несправностей або витоків.

Напувалки є кінцевими елементами системи, через які тварини отримують доступ до води. У сучасних автоматизованих системах використовуються індивідуальні або групові напувалки з механічними чи електронними елементами керування. Конструкція напувалок повинна забезпечувати постійний доступ до чистої води, зручність використання для тварин та мінімальні втрати рідини.

Одним із найважливіших елементів технологічної схеми є система контролю споживання води. Для цього у трубопроводах встановлюються датчики витрати води, які вимірюють кількість спожитої рідини та передають інформацію до мікроконтролера або центрального блоку керування. Отримані дані можуть зберігатися у пам'яті системи або передаватися на комп'ютер чи мобільний пристрій оператора. Аналіз показників споживання дозволяє контролювати фізіологічний стан тварин, вчасно виявляти відхилення та оцінювати ефективність утримання. Центральний блок керування виконує функції обробки сигналів від датчиків та керування виконавчими механізмами системи. У ролі такого блоку може використовуватися програмований мікроконтролер або промисловий контролер. Він забезпечує автоматичне включення насосів, керування клапанами, контроль аварійних режимів та обробку інформації про витрати води. У разі виникнення несправностей система може формувати попереджувальні повідомлення для оператора.

Для підвищення надійності роботи технологічної схеми передбачається встановлення фільтрів очищення води. Вони запобігають потраплянню механічних домішок у трубопроводи та напувалки, що дозволяє зменшити зношування обладнання та покращити якість води. Також система може оснащуватися резервним джерелом живлення для підтримання роботи в умовах відключення електроенергії.

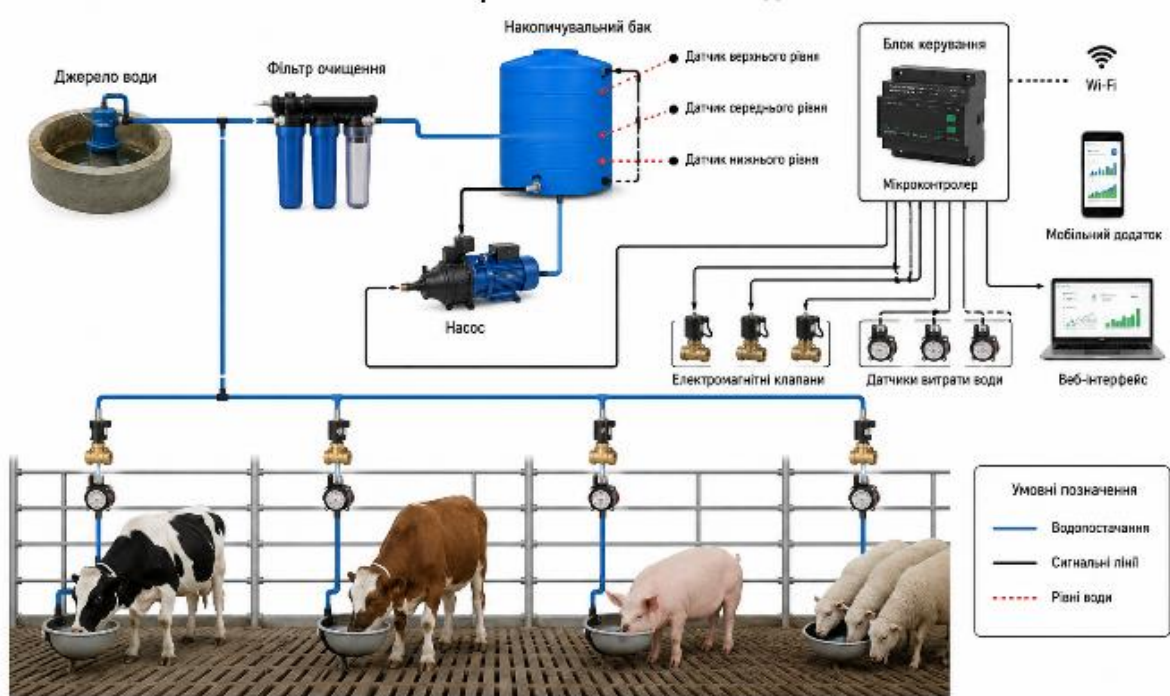


Рисунок 2.1 - Схема автоматизованої системи напування тварин із контролем споживання води

Розроблена технологічна схема автоматизованої системи напування забезпечує безперервне водопостачання тварин, автоматичний контроль витрат води та підвищення ефективності функціонування тваринницького господарства. Використання автоматизації дозволяє знизити витрати праці, підвищити точність обліку споживання води та створити оптимальні умови утримання тварин.

2.5 Висновки з розділу

У розділі було розглянуто основні питання, пов'язані з проєктуванням автоматизованої системи напування тварин із контролем споживання води. Проведений аналіз технологічного процесу напування показав, що забезпечення тварин достатньою кількістю якісної води є необхідною умовою підтримання їхнього здоров'я, високої продуктивності та ефективності ведення тваринництва. Встановлено, що порушення режиму напування негативно впливає на фізіологічний стан тварин, призводить до зниження продуктивності та збільшення виробничих витрат.

У ході дослідження були визначені основні технологічні особливості процесу напування, а також фактори, які впливають на рівень споживання води тваринами. До таких факторів належать вид тварин, вік, фізіологічний стан, продуктивність, тип кормів та умови навколишнього середовища. Встановлено, що система напування повинна забезпечувати безперебійне водопостачання навіть у періоди максимального навантаження та враховувати нерівномірність споживання води протягом доби. Було проаналізовано зоотехнічні та технічні вимоги до автоматизованої системи напування. Визначено, що система повинна забезпечувати постійний доступ тварин до чистої питної води, підтримувати необхідний тиск у трубопроводах, відповідати санітарно-гігієнічним нормам та бути надійною в експлуатації. Особливу увагу приділено питанням автоматичного контролю параметрів роботи системи, енергоефективності та можливості оперативного виявлення несправностей.

На основі вихідних даних було визначено параметри проєктованої системи напування, зокрема кількість тварин, добову потребу у воді та особливості режиму водоспоживання. Отримані дані стали основою для вибору обладнання та розрахунку основних параметрів системи водопостачання. У розділі також було визначено потребу тварин у воді з урахуванням їх фізіологічних особливостей та умов утримання. Встановлено,

що автоматизований контроль споживання води дозволяє не лише забезпечити ефективне використання ресурсів, а й здійснювати моніторинг стану тварин та своєчасно виявляти можливі відхилення у їхньому фізіологічному стані.

У результаті виконано розробку технологічної схеми автоматизованої системи напування тварин. Запропонована схема включає джерело водопостачання, систему очищення води, накопичувальний резервуар, насосне обладнання, трубопроводи, автоматичні напувалки, датчики контролю та блок керування. Використання засобів автоматизації забезпечує стабільну роботу системи, зменшення втрат води, підвищення точності контролю та покращення умов утримання тварин.

Отже, результати проведеного проєктування підтверджують доцільність впровадження автоматизованої системи напування з контролем споживання води у тваринницьких господарствах. Використання такої системи сприяє підвищенню продуктивності тварин, зменшенню витрат ресурсів, покращенню санітарного стану ферми та підвищенню загальної ефективності виробництва.

3 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ НАПУВАННЯ З КОНТРОЛЕМ СПОЖИВАННЯ ВОДИ

3.1 Актуальність автоматизації процесу напування

У сучасних умовах розвитку тваринництва особливого значення набуває впровадження автоматизованих систем керування технологічними процесами. Одним із найважливіших процесів у галузі є забезпечення тварин якісною питною водою у необхідній кількості. Вода є основою життєдіяльності організму тварин та безпосередньо впливає на їх продуктивність, фізіологічний стан, ріст і розвиток. Саме тому автоматизація процесу напування є актуальним напрямом удосконалення сучасних тваринницьких господарств.

Традиційні системи напування часто не забезпечують достатнього контролю за витратами води, режимом подачі та технічним станом обладнання. При ручному або частково механізованому обслуговуванні виникають значні втрати води, нерівномірне забезпечення тварин питною водою та підвищуються витрати праці обслуговуючого персоналу. Крім того, відсутність оперативного контролю за споживанням води ускладнює виявлення несправностей системи або змін у фізіологічному стані тварин.

Автоматизація процесу напування дозволяє забезпечити безперервну та стабільну подачу води відповідно до потреб тварин. Сучасні автоматизовані системи здатні підтримувати необхідний тиск у мережі, контролювати рівень води у резервуарах, здійснювати облік споживання та автоматично реагувати на зміну режиму роботи. Це сприяє підвищенню надійності функціонування системи та зменшенню ризику перебоїв у водопостачанні.

Особливої актуальності автоматизація набуває у великих тваринницьких комплексах, де кількість поголів'я є значною, а ручний контроль процесу напування стає малоефективним. Використання датчиків витрати води, контролерів та систем моніторингу дозволяє здійснювати постійний контроль

роботи обладнання у режимі реального часу. Отримані дані можуть використовуватись для аналізу споживання води, оцінки ефективності виробництва та виявлення відхилень у роботі системи.

Важливою перевагою автоматизованих систем є можливість раннього виявлення змін у стані здоров'я тварин. Зниження або різке збільшення споживання води часто є одним із перших симптомів захворювань, стресу або порушення умов утримання. Автоматичний контроль дає можливість оперативно реагувати на такі зміни та запобігати виникненню серйозних проблем.

Актуальність автоматизації процесу напування також пов'язана з необхідністю раціонального використання водних та енергетичних ресурсів. У сучасних умовах значна увага приділяється ресурсозбереженню та зниженню експлуатаційних витрат. Автоматизовані системи дозволяють мінімізувати втрати води, уникати її перевитрат та оптимізувати роботу насосного обладнання. Це сприяє зменшенню витрат електроенергії та підвищенню економічної ефективності господарства.

Крім економічних переваг, автоматизація процесу напування покращує санітарно-гігієнічні умови утримання тварин. Автоматичні системи забезпечують постійне оновлення води, зменшують ризик її забруднення та дозволяють підтримувати належний санітарний стан напувалок і трубопроводів. Це позитивно впливає на здоров'я тварин та якість продукції тваринництва.

Таким чином, автоматизація процесу напування є важливим напрямом розвитку сучасного тваринництва. Вона забезпечує підвищення продуктивності тварин, покращення умов їх утримання, зменшення витрат ресурсів та підвищення ефективності функціонування господарства. Використання автоматизованих систем із контролем споживання води відповідає сучасним вимогам енергоефективності, ресурсозбереження та технологічної модернізації агропромислового виробництва.

3.2 Вихідні дані для розробки системи

Вихідні дані для проєктування автоматизованої системи напування тварин із контролем споживання води базуються на параметрах тваринницької ферми, характеристиках технологічного процесу утримання тварин та вимогах до забезпечення безперебійного водопостачання. Система призначена для автоматичного забезпечення тварин питною водою необхідної якості, підтримання стабільного тиску у водопровідній мережі, контролю витрат води та моніторингу режиму споживання. Ферма спеціалізується на вирощуванні великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності. Загальне поголів'я тварин становить 450 голів та включає дійних корів, молодняк великої рогатої худоби, телят та сухостійних корів. Добова потреба тварин у воді визначається залежно від фізіологічного стану, віку, продуктивності та умов утримання. Найбільше споживання води характерне для дійних корів, оскільки процес утворення молока супроводжується значними витратами рідини. На основі наведених даних визначається загальна добова потреба ферми у воді. При середньому рівні споживання система повинна забезпечувати подачу близько 26–30 м³ води на добу. З урахуванням нерівномірності споживання води протягом доби та можливих пікових навантажень продуктивність насосного обладнання приймається із запасом 15–20 %. Це дозволяє забезпечити стабільне водопостачання у години максимального споживання після годівлі та у теплий період року.

При проєктуванні системи необхідно враховувати санітарно-гігієнічні вимоги до якості питної води. Вода повинна відповідати ветеринарним та санітарним нормам, не містити механічних домішок, токсичних речовин та патогенних мікроорганізмів. Основні параметри якості води наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Основні параметри якості води

Параметр	Нормативне значення
Температура води	10–15 °С
Вміст механічних домішок	не більше 1,5 мг/л
Загальна жорсткість	до 7 мг-екв/л
Вміст нітратів	не більше 45 мг/л
рН води	6,5–8,5
Бактеріологічні показники	відповідно до санітарних норм

До складу автоматизованої системи напування входять джерело водопостачання, насосна станція, система фільтрації, накопичувальний резервуар, трубопровідна мережа, автоматичні напувалки, датчики тиску, датчики витрати води, датчики рівня води та блок автоматичного керування. Для забезпечення стабільної роботи системи передбачається використання резервного запасу води та автоматичного регулювання роботи насосного обладнання. Трубопровідна мережа проєктується з урахуванням допустимих втрат тиску та необхідної швидкості руху води. Для системи приймаються поліетиленові або поліпропіленові труби, які мають високу корозійну стійкість, тривалий термін служби та низькі гідравлічні втрати. Розрахункова швидкість руху води у трубопроводах повинна знаходитися в межах 0,8–1,5 м/с, що забезпечує стабільну роботу системи без надмірних втрат тиску. Важливим елементом системи є автоматичний контроль споживання води. Для цього встановлюються електронні витратоміри та датчики тиску, сигнали від яких надходять до контролера. Контролер виконує функції обробки інформації, керування насосами та електромагнітними клапанами, а також забезпечує передачу даних до системи моніторингу. Це дозволяє здійснювати контроль роботи системи у режимі реального часу та своєчасно виявляти витoki води або аварійні ситуації.

При проєктуванні системи також враховуються енергетичні параметри насосного обладнання. Потужність насосів визначається залежно від необхідної продуктивності системи, висоти підйому води та втрат тиску у трубопроводах. Для зниження енергоспоживання передбачається використання частотного регулювання приводу насосів, що дозволяє автоматично змінювати продуктивність залежно від режиму водоспоживання.

Отже, вихідні дані для проєктування автоматизованої системи напування включають технологічні параметри ферми, потребу тварин у воді, вимоги до якості води, характеристики обладнання та режими роботи системи. Врахування цих параметрів дозволяє забезпечити ефективну, надійну та економічно доцільну роботу автоматизованої системи напування тварин.

3.3 Вибір та обґрунтування засобів автоматизації

У сучасному тваринництві автоматизація технологічних процесів є одним із головних напрямів підвищення ефективності виробництва, зниження витрат ресурсів та покращення умов утримання тварин. Особливе значення має автоматизація систем напування, оскільки забезпечення тварин якісною водою у необхідній кількості безпосередньо впливає на їх продуктивність, фізіологічний стан та економічні показники господарства. Для реалізації автоматизованої системи напування необхідно правильно вибрати технічні засоби автоматизації, які забезпечуватимуть надійну, безперебійну та економічно ефективну роботу системи.

Основною метою автоматизації процесу напування є забезпечення безперервної подачі води до напувалок, автоматичний контроль споживання води, підтримання необхідного тиску у трубопроводах, захист обладнання від аварійних режимів роботи та зменшення втрат води. Для досягнення цих завдань система повинна бути оснащена сучасними засобами контролю, керування та виконавчими механізмами.

При виборі засобів автоматизації враховувалися такі фактори: кількість тварин у господарстві; добова потреба у воді; режим роботи системи; умови експлуатації обладнання; рівень вологості та запиленості приміщень; енергоефективність; надійність та простота обслуговування; економічна доцільність впровадження.

Автоматизована система напування складається з комплексу взаємопов'язаних елементів, до яких належать: датчики контролю параметрів; насосне обладнання; виконавчі механізми; контролер керування; система електроживлення; система сигналізації та моніторингу.

Основою системи автоматизації є програмований логічний контролер (ПЛК), який забезпечує обробку сигналів від датчиків, аналіз параметрів роботи системи та керування виконавчими механізмами. Для даного проєкту доцільно використовувати контролер середнього класу з достатньою кількістю входів і виходів, можливістю підключення датчиків та підтримкою автоматичного режиму роботи.

Контролер виконує такі функції: приймання сигналів від датчиків; контроль витрати води; підтримання необхідного тиску; автоматичне вмикання та вимикання насосів; формування аварійних повідомлень; збереження даних про споживання води; керування електромагнітними клапанами.

Використання програмованого контролера дозволяє забезпечити гнучкість системи та можливість її модернізації у майбутньому. Для контролю споживання води у системі передбачено встановлення датчиків витрати води. Вони є одним із найважливіших елементів автоматизованої системи, оскільки забезпечують вимірювання кількості води, яка проходить через трубопровід. Отримані дані використовуються для аналізу режимів споживання, виявлення витоків та контролю стану системи. У проєкті доцільно використовувати електронні витратоміри турбінного або ультразвукового типу. Основними перевагами таких датчиків є: висока точність вимірювання; надійність роботи;

простота монтажу; стійкість до вологи; можливість роботи у автоматизованих системах.

Сигнали від датчиків витрати передаються до контролера, де обробляються та використовуються для керування насосним обладнанням і формування статистики споживання води. Для підтримання стабільної роботи системи важливе значення має контроль тиску у трубопроводах. З цією метою у системі використовуються датчики тиску. Вони дозволяють підтримувати необхідний робочий тиск та захищати насосне обладнання від перевантажень.

При зниженні тиску нижче допустимого рівня контролер автоматично вмикає насос, а при досягненні заданого значення – вимикає його. Це забезпечує автоматичне регулювання роботи системи та зменшує витрати електроенергії.

Для контролю рівня води у резервуарах використовуються датчики рівня поплавкового або електродного типу. Їх основним завданням є: контроль наявності води у резервуарі; захист насосів від роботи «всуху»; автоматичне підтримання запасу води; сигналізація аварійних ситуацій.

Для зменшення енергетичних витрат у системі передбачено використання частотного перетворювача. Частотний перетворювач дозволяє плавно регулювати швидкість обертання електродвигуна насоса залежно від потреби у воді. Це дозволяє: зменшити споживання електроенергії; уникнути гідравлічних ударів; збільшити термін служби обладнання; забезпечити плавний запуск насосів.

Для автоматичного перекриття подачі води у системі використовуються електромагнітні клапани. Вони встановлюються на окремих ділянках трубопроводів і керуються контролером. Основними перевагами електромагнітних клапанів є: швидке спрацювання; висока герметичність; надійність; можливість дистанційного керування.

У системі також передбачено використання реле захисту електродвигунів. Вони забезпечують: захист від перевантаження; захист від короткого замикання; контроль напруги; автоматичне вимкнення обладнання

при аварії. Для передачі інформації оператору система оснащується світловою та звуковою сигналізацією. У разі виникнення аварійної ситуації система формує попереджувальний сигнал про: відсутність води; аварійне падіння тиску; перевищення витрати води; несправність насосного обладнання; витoki у трубопроводах. Для підвищення ефективності експлуатації передбачено можливість підключення системи моніторингу до персонального комп'ютера або мобільного пристрою. Це дозволяє оператору: контролювати параметри роботи системи; отримувати інформацію про споживання води; виявляти несправності; аналізувати ефективність роботи обладнання.

При виборі елементів автоматизації також враховувалися умови експлуатації обладнання у тваринницьких приміщеннях. Усі елементи системи повинні мати: захист від вологи та пилу; стійкість до перепадів температур; антикорозійне покриття; достатній рівень електробезпеки.

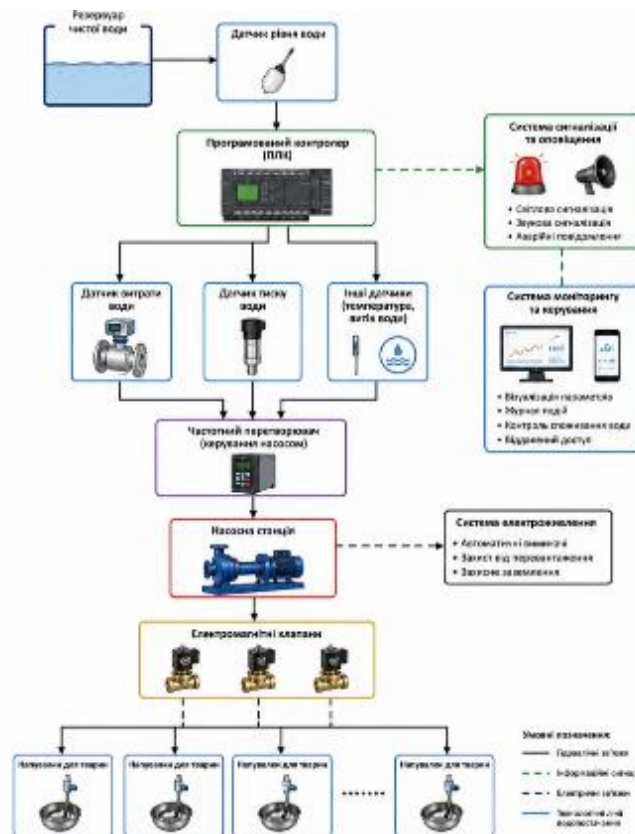


Рисунок 3.2 - Структурна схема автоматизованої системи напування тварин із контролем споживання води.

Таким чином, обрані засоби автоматизації забезпечують ефективну, надійну та економічну роботу системи напування тварин. Використання сучасних датчиків, програмованого контролера, автоматизованого насосного обладнання та систем моніторингу дозволяє підвищити якість водопостачання, зменшити витрати ресурсів, забезпечити контроль споживання води та покращити умови утримання тварин у господарстві.

3.4 Розрахунок параметрів системи водопостачання

Розрахунок параметрів автоматизованої системи напування тварин виконується з метою визначення необхідної продуктивності системи, вибору насосного обладнання, параметрів трубопроводів та забезпечення стабільного водопостачання ферми. При розрахунках враховуються кількість тварин, добова потреба у воді, нерівномірність водоспоживання та технологічні особливості утримання поголів'я.

Вихідними даними для розрахунку є кількість тварин на фермі та норми споживання води для кожної технологічної групи.

Визначення добової потреби у воді:

Добова витрата води визначається за формулою:

$$Q_{доб} = \sum q_i \cdot n_i \quad (3.1)$$

де:

$Q_{доб}$ - загальна добова потреба у воді, л/добу;

q_i - добова норма споживання води однією твариною, л/гол;

n_i - кількість тварин відповідної групи, гол.

Для розрахунку приймаємо середні значення добового споживання води:

Таблиця 3.2 – Розрахунок добової потреби у воді

Технологічна група	Кількість тварин, гол	Норма водоспоживання, л/гол	Загальна витрата, л
Дійні корови	200	85	17000
Молодняк ВРХ	120	42	5040
Телята	80	15	1200
Сухостійні корови	50	50	2500
Всього	450	—	25740

Отже, загальна добова потреба ферми у воді становить:

$$Q_{доб} = 25740 \text{ л} / \text{доб} = 25.74 \text{ м}^3 / \text{доб} \quad (3.2)$$

Для забезпечення резерву продуктивності приймається коефіцієнт запасу:

$$k_3 = 1.2$$

Тоді розрахункова добова витрата:

$$Q_{роз} = Q_{доб} \cdot k_3 = 25.74 \cdot 1.2 = 30.89 \text{ м}^3/\text{добу} \quad (3.3)$$

Визначення годинної витрати води

Максимальна годинна витрата визначається з урахуванням коефіцієнта нерівномірності споживання:

$$Q_{год} = \frac{Q_{роз} \cdot k_n}{24} \quad (3.4)$$

де:

k_n — коефіцієнт нерівномірності водоспоживання.

Для тваринницьких ферм приймаємо:

$$k_n = 2.5$$

Тоді:

$$Q_{\text{год}} = \frac{30,89 \cdot 2,5}{24} = 3,22 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (3.5)$$

Секундна витрата необхідна для вибору діаметра трубопроводів:

$$Q_{\text{сек}} = \frac{Q_{\text{год}}}{3600} \quad (3.6)$$

Після підстановки значень:

$$Q_{\text{сек}} = \frac{3,22}{3600} = 0,00089 \text{ м}^3 / \text{с} \quad (3.7)$$

Розрахунок діаметра трубопроводу

Діаметр трубопроводу визначається за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \quad (3.8)$$

де:

Q — секундна витрата води, $\text{м}^3/\text{с}$;

v — швидкість руху води у трубопроводі, $\text{м}/\text{с}$.

Для систем напування приймаємо:

$v=1.0 \text{ м}/\text{с}$

Тоді:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.00089}{3.14 \cdot 1}} = 0.0337 \text{ м} \quad (3.9)$$

Отримане значення відповідає внутрішньому діаметру: $d \approx 34 \text{ мм}$

Для системи приймається стандартна поліетиленова труба діаметром 40 мм.

Розрахунок об'єму накопичувального резервуара: для забезпечення аварійного запасу води приймається запас на 25 % добової потреби:

$$V_{рез} = 0,25 \cdot Q_{роз} \quad (3.10)$$

Тоді,

$$V_{рез} = 0,25 \cdot 3,089 = 7,72 м^3 \quad (3.11)$$

Приймаємо резервуар місткістю $V_{рез} = 8 м^3$

Розрахунок потужності насосного обладнання

Потужність насоса визначається за формулою:

$$N = \frac{\rho g Q H}{\eta} \quad (3.12)$$

де:

ρ — густина води, кг/м³;

g — прискорення вільного падіння, м/с²;

Q — подача насоса, м³/с;

H — напір насоса, м;

η — коефіцієнт корисної дії насоса.

Приймаємо:

$\rho = 1000$ кг/м³;

$g = 9.81$ м/с²;

$Q = 0.00089$ м³/с

$H = 18$ м;

$\eta = 0.75$

Тоді:

$$N = \frac{1000 \times 9.81 \times 0.00089 \times 18}{0.75} = 209.5 \text{ Вт} \quad (3.13)$$

З урахуванням запасу потужності вибирається насос потужністю:

$$N_{\text{пр}}=0.37 \text{ кВт}$$

У результаті виконаних розрахунків визначено основні параметри автоматизованої системи водопостачання ферми. Загальна добова потреба у воді становить близько 31 м³/добу з урахуванням запасу продуктивності. Для забезпечення стабільної роботи системи прийнято трубопровід діаметром 40 мм, накопичувальний резервуар об'ємом 8 м³ та насосне обладнання потужністю 0,37 кВт. Отримані параметри забезпечують безперебійне водопостачання тварин, стабільний режим роботи системи та можливість автоматичного контролю споживання води.

3.5 Розрахунок продуктивності та витрати води

Одним із найважливіших етапів проєктування автоматизованої системи напування тварин є визначення необхідної продуктивності системи та розрахунок витрати води. Правильний розрахунок дозволяє забезпечити безперебійне водопостачання тварин, стабільну роботу насосного обладнання та ефективне функціонування всієї системи. Недостатня продуктивність системи може призвести до дефіциту води у періоди максимального споживання, а надмірна продуктивність — до перевитрат енергії та збільшення експлуатаційних витрат.

Для виконання розрахунків використовуються дані про кількість тварин на фермі та добові норми споживання води для кожної технологічної групи.

Таблиця 3.3 – Вихідні дані для розрахунку витрати води

Технологічна група	Кількість тварин, гол	Норма споживання води, л/гол·добу
Дійні корови	200	85
Молодняк ВРХ	120	42
Телята	80	15

Технологічна група	Кількість тварин, гол	Норма споживання води, л/гол·добу
Сухостійні корови	50	50

Розрахунок добової витрати води

Загальна добова витрата води визначається за формулою:

$$Q_{\text{доб}} = \sum (q_i \cdot n_i) \quad (3.14)$$

де:

$Q_{\text{доб}}$ — загальна добова витрата води, л/добу;

q_i — добова норма споживання води однією твариною, л/гол;

n_i — кількість тварин відповідної групи, гол.

Розрахунок добової витрати води для кожної групи тварин:

дійні корови:

$$Q_1 = 200 \cdot 85 = 17000 \text{ л} \quad (3.15)$$

молодняк ВРХ:

$$Q_2 = 120 \cdot 42 = 5040 \text{ л} \quad (3.16)$$

телята:

$$Q_3 = 80 \cdot 15 = 1200 \text{ л} \quad (3.17)$$

сухостійні корови:

$$Q_4 = 50 \cdot 50 = 2500 \text{ л} \quad (3.18)$$

Тоді загальна добова витрата води становить:

$$Q_{\text{доб}} = 17000 + 5040 + 1200 + 2500 = 25740 \text{ л/добу} \quad (3.19)$$

або:

$$Q_{\text{доб}} = 25.74 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Визначення максимальної добової витрати

Оскільки споживання води може змінюватися залежно від температури навколишнього середовища, режиму годівлі та фізіологічного стану тварин, при проектуванні враховується коефіцієнт добової нерівномірності: $k_d=1.2$

Максимальна добова витрата:

$$Q_{\max} = Q_{\text{доб}} \cdot k_d \quad (3.20)$$

Після підстановки значень:

$$Q_{\max} = 25.74 \cdot 1.2 = 30.89 \text{ м}^3/\text{добу} \quad (3.21)$$

Максимальна годинна витрата визначається з урахуванням коефіцієнта годинної нерівномірності:

$$Q_{\text{год}} = \frac{Q_{\max}}{24} \quad (3.22)$$

де:

k_g — коефіцієнт годинної нерівномірності.

Для тваринницьких ферм приймається: $k_g=2.5$

Тоді:

$$Q_{\text{год}} = \frac{30.89 \cdot 2.5}{24} = 3.22 \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.23)$$

Отримане значення визначає необхідну продуктивність насосного обладнання системи.

Розрахунок секундної витрати води

Секундна витрата води необхідна для розрахунку параметрів трубопроводів та вибору арматури:

$$Q_{\text{сек}} = \frac{Q_{\text{год}}}{3600} \quad (3.24)$$

Після підстановки значень:

$$Q_{\text{сек}} = \frac{3.22}{3600} = 0.00089 \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.25)$$

або:

$$Q_{\text{сек}} = 0.89 \text{ л/с}$$

Визначення необхідної продуктивності насосної станції

Для забезпечення надійної роботи системи продуктивність насосної станції приймається з запасом 10–15 %. Тому розрахункова продуктивність насоса становить:

$$Q_{\text{н}} = 3.22 \cdot 1.15 = 3.70 \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.26)$$

Таким чином, для автоматизованої системи напування необхідно використовувати насосне обладнання продуктивністю не менше 3,7 м³/год.

Таблиця 3.4– Основні результати розрахунку

Параметр	Значення
Загальна добова витрата води	25,74 м³/добу
Максимальна добова витрата	30,89 м³/добу
Максимальна годинна витрата	3,22 м³/год
Секундна витрата води	0,89 л/с
Розрахункова продуктивність насоса	3,70 м³/год

Отримані результати розрахунків дозволяють визначити необхідні параметри автоматизованої системи напування та виконати подальший вибір насосного обладнання, трубопроводів і засобів автоматизації. Правильне визначення продуктивності системи забезпечує стабільне водопостачання тварин, ефективне використання водних ресурсів та надійну роботу обладнання в умовах експлуатації.

3.6 Висновки з розділу

У третьому розділі дипломного проєкту було розглянуто питання проєктування автоматизованої системи напування тварин із контролем

споживання води та виконано основні технічні розрахунки системи. Проведений аналіз показав, що автоматизація процесу напування є важливим напрямом підвищення ефективності сучасного тваринництва, оскільки забезпечує безперебійне водопостачання, зменшує втрати водних ресурсів та покращує умови утримання тварин.

У процесі виконання розділу було обґрунтовано актуальність впровадження автоматизованих систем напування, визначено основні вимоги до системи та сформовано вихідні дані для проєктування. Встановлено, що використання засобів автоматизації дозволяє здійснювати постійний контроль витрати води, своєчасно виявляти аварійні ситуації та забезпечувати стабільну роботу обладнання у режимі реального часу. На основі вихідних даних виконано розрахунок параметрів системи водопостачання. Визначено загальну добову потребу ферми у воді, яка становить близько $25,74 \text{ м}^3/\text{добу}$, а з урахуванням коефіцієнта запасу — $30,89 \text{ м}^3/\text{добу}$. Проведено розрахунок максимальної годинної та секундної витрати води, що дозволило обґрунтувати вибір діаметра трубопроводів, параметрів насосного обладнання та об'єму накопичувального резервуара. У результаті розрахунків встановлено, що для забезпечення надійної роботи системи доцільно використовувати трубопровід діаметром 40 мм, резервуар об'ємом близько 8 м^3 та насосне обладнання продуктивністю не менше $3,7 \text{ м}^3/\text{год}$ потужністю $0,37 \text{ кВт}$. Отримані параметри забезпечують стабільний режим роботи системи навіть у періоди максимального водоспоживання. У розділі було розроблено алгоритм контролю споживання води, який забезпечує автоматичний збір та обробку даних від датчиків, контроль роботи насосного обладнання, моніторинг витрати води та формування попереджувальних сигналів у разі виникнення аварійних ситуацій. Використання такого алгоритму дозволяє підвищити надійність системи, зменшити витрати ресурсів та покращити контроль за технологічним процесом напування тварин.

Отже, виконані розрахунки та розроблені технічні рішення підтверджують ефективність впровадження автоматизованої системи

напування тварин із контролем споживання води. Запропонована система забезпечує підвищення продуктивності тварин, покращення умов їх утримання, економне використання водних та енергетичних ресурсів, а також відповідає сучасним вимогам автоматизації технологічних процесів у тваринництві.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Вимоги охорони праці при експлуатації систем напування

Експлуатація автоматизованих систем напування тварин пов'язана з використанням електрообладнання, насосних установок, трубопровідних мереж та автоматичних засобів керування, що вимагає дотримання вимог охорони праці та безпеки виробничих процесів. Правильна організація безпечної експлуатації обладнання дозволяє запобігти виникненню аварійних ситуацій, травмуванню персоналу, пошкодженню обладнання та забезпечує надійну роботу системи водопостачання. Основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами під час експлуатації систем напування є ураження електричним струмом, підвищена вологість у виробничих приміщеннях, можливість механічного травмування рухомими елементами насосного обладнання, слизькі поверхні внаслідок потрапляння води, а також підвищений рівень шуму під час роботи насосів.

Особливу увагу необхідно приділяти електробезпеці, оскільки система напування працює в умовах підвищеної вологості. Усі електричні прилади, електродвигуни насосів, блоки керування та засоби автоматизації повинні відповідати вимогам електробезпеки та мати надійне захисне заземлення. Електрообладнання повинно бути захищене від попадання вологи та механічних пошкоджень. Для цього використовуються герметичні електрощити, захисні кожухи та кабелі з вологостійкою ізоляцією. Для запобігання ураженню електричним струмом система повинна оснащуватись автоматичними вимикачами, пристроями захисного відключення та системами аварійного захисту. Проведення технічного обслуговування або ремонтних робіт дозволяється лише після повного відключення обладнання від електромережі. Перед початком роботи персонал зобов'язаний перевірити справність заземлення, стан кабелів та відсутність пошкоджень

електрообладнання. Під час експлуатації насосного обладнання необхідно дотримуватись правил безпечної роботи з механізмами, що обертаються. Рухомі частини насосів та приводів повинні бути закриті захисними кожухами, які унеможливають випадковий контакт працівника з обертовими елементами. Забороняється проводити очищення, ремонт або змащування механізмів під час їх роботи.

Важливою вимогою охорони праці є підтримання належного санітарного стану приміщень та обладнання. У місцях встановлення напувалок та насосного обладнання необхідно регулярно прибирати залишки води, щоб запобігти утворенню слизьких поверхонь та ризику падіння працівників. Підлога у виробничих приміщеннях повинна мати неслизьке покриття та систему відведення стічних вод.

Персонал, який обслуговує автоматизовану систему напування, повинен проходити інструктаж з охорони праці та мати відповідну кваліфікацію для роботи з електрообладнанням і автоматизованими системами. Працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту: гумовим взуттям, захисними рукавицями, спецодягом та, за необхідності, засобами захисту органів слуху. Для забезпечення безпечної експлуатації системи необхідно регулярно проводити технічне обслуговування обладнання. Під час огляду перевіряють справність насосів, стан трубопроводів, герметичність з'єднань, роботу датчиків та засобів автоматизації. Особливу увагу приділяють виявленню витоків води, пошкодженню ізоляції кабелів та справності запірної арматури.

У разі виникнення аварійної ситуації — пошкодження трубопроводу, короткого замикання, відмови насосного обладнання або витoku води — система повинна бути негайно відключена від електроживлення. Персонал повинен повідомити відповідальних осіб та діяти відповідно до інструкції з ліквідації аварійних ситуацій. Для оперативного реагування на аварії у приміщенні повинні бути розміщені засоби пожежогасіння, аптечка першої допомоги та схема евакуації персоналу. Особливе значення має забезпечення

безпеки в надзвичайних ситуаціях. У разі відключення електроенергії система повинна мати резервне джерело живлення або аварійний запас води для забезпечення потреб тварин. При виникненні пожежі необхідно негайно відключити електроживлення системи, евакуювати персонал та застосувати первинні засоби пожежогасіння. Автоматизовані системи напування повинні відповідати чинним нормативним вимогам охорони праці, пожежної безпеки та електробезпеки. Дотримання вимог безпеки під час експлуатації системи забезпечує надійну роботу обладнання, знижує ризик виробничого травматизму та створює безпечні умови праці для обслуговуючого персоналу.

Отже, охорона праці при експлуатації автоматизованих систем напування є важливою складовою організації виробничого процесу у тваринництві. Виконання вимог електробезпеки, санітарно-гігієнічних норм та правил технічної експлуатації дозволяє забезпечити безпечну роботу персоналу, безперервне функціонування системи та ефективне утримання тварин.

4.2 Вимоги до електробезпеки та пожежної безпеки

Автоматизована система напування тварин із контролем споживання води включає електротехнічне обладнання, насосні установки, засоби автоматизації, датчики контролю та електронні пристрої керування, робота яких пов'язана з використанням електричної енергії. Оскільки система функціонує в умовах підвищеної вологості тваринницьких приміщень, особливого значення набуває дотримання вимог електробезпеки та пожежної безпеки. Виконання цих вимог дозволяє забезпечити безпечні умови праці персоналу, надійну роботу обладнання та запобігти виникненню аварійних ситуацій.

Основною небезпекою під час експлуатації автоматизованої системи напування є можливість ураження електричним струмом. Підвищена вологість повітря, наявність води та металевих конструкцій значно збільшують ризик

виникнення електротравм. Для запобігання небезпечним ситуаціям усе електрообладнання системи повинно відповідати вимогам чинних нормативних документів з електробезпеки та мати відповідний ступінь захисту від вологи й пилу. Електродвигуни насосів, блоки керування, датчики та інші електротехнічні пристрої повинні мати захисне заземлення. Заземлення забезпечує відведення струму у випадку пошкодження ізоляції та запобігає появі небезпечної напруги на корпусах обладнання. Опір захисного заземлення повинен відповідати встановленим нормам, а його стан необхідно періодично перевіряти під час технічного обслуговування. Для захисту персоналу від ураження електричним струмом система повинна оснащуватись автоматичними вимикачами та пристроями захисного відключення. Автоматичні вимикачі забезпечують захист мережі від перевантаження та короткого замикання, а пристрої захисного відключення миттєво відключають живлення у разі виникнення струмів витоку. Це особливо важливо для роботи обладнання у вологих приміщеннях тваринницьких ферм. Усі кабелі та електропроводка повинні мати надійну ізоляцію та бути захищеними від механічних пошкоджень і попадання вологи. Для прокладання електромереж рекомендується використовувати кабелі у герметичних коробах або металевих трубах. Забороняється експлуатація пошкоджених проводів, відкритих струмопровідних частин та несправного електрообладнання. Щитові керування та електричні шафи повинні встановлюватись у сухих місцях або мати герметичне виконання. Доступ до електрощитового обладнання дозволяється лише спеціально навченому персоналу, який має відповідну групу допуску з електробезпеки. Під час виконання ремонтних або профілактичних робіт необхідно повністю відключати систему від електромережі та вивішувати попереджувальні знаки про проведення робіт.

Важливою складовою безпечної експлуатації системи є дотримання вимог пожежної безпеки. Причинами виникнення пожеж у електроустановках можуть бути короткі замикання, перевантаження електромережі, несправність електрообладнання, пошкодження ізоляції проводів або порушення правил

експлуатації. Для запобігання виникненню пожеж необхідно регулярно проводити огляд технічного стану електрообладнання, перевіряти справність автоматичних вимикачів, стан ізоляції кабелів та надійність контактних з'єднань. Електродвигуни насосного обладнання не повинні працювати у режимі перевантаження або перегріву.

Приміщення насосної станції та електрощитової повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння. Найчастіше використовуються порошкові або вуглекислотні вогнегасники, придатні для гасіння електрообладнання, що перебуває під напругою. Використання води для гасіння електроустановок під напругою забороняється через небезпеку ураження електричним струмом. У місцях встановлення електрообладнання необхідно підтримувати чистоту та не допускати накопичення пилу, горючих матеріалів і сторонніх предметів. Вентиляція приміщень повинна забезпечувати відведення тепла від електрообладнання та запобігати перегріванню електричних пристроїв. Для забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях система повинна мати аварійне відключення електроживлення. У разі виникнення короткого замикання, пожежі або аварії оператор повинен мати можливість швидко знеструмити обладнання. На видимих місцях повинні бути розміщені схеми евакуації, інструкції з пожежної безпеки та номери телефонів аварійних служб.

Працівники, які обслуговують автоматизовану систему напування, повинні проходити інструктажі з електробезпеки та пожежної безпеки, знати правила користування засобами пожежогасіння та порядок дій у разі аварійної ситуації. Допуск до роботи з електрообладнанням дозволяється лише працівникам, які пройшли відповідне навчання та перевірку знань.

Отже, дотримання вимог електробезпеки та пожежної безпеки під час експлуатації автоматизованої системи напування тварин є необхідною умовою надійної та безпечної роботи обладнання. Виконання захисних заходів дозволяє знизити ризик виникнення аварій, забезпечити безпечні умови праці

персоналу та підтримувати стабільне функціонування системи водопостачання у тваринницькому господарстві.

4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Автоматизована система напування тварин із контролем споживання води є важливою складовою технологічного процесу сучасного тваринницького господарства, тому забезпечення її безпечної роботи в умовах надзвичайних ситуацій має велике значення. Надзвичайні ситуації можуть призвести до порушення роботи системи водопостачання, погіршення умов утримання тварин, економічних збитків та загрози для персоналу. Саме тому під час проєктування та експлуатації системи необхідно передбачати заходи, спрямовані на підвищення надійності роботи обладнання та мінімізацію наслідків аварійних ситуацій.

До основних надзвичайних ситуацій, які можуть виникати під час експлуатації автоматизованої системи напування, належать аварійне відключення електроенергії, пошкодження трубопроводів, відмова насосного обладнання, короткі замикання, пожежі, затоплення приміщень, витoki води, а також надзвичайні природні явища. Усі ці фактори можуть призвести до припинення подачі води тваринам та порушення нормального технологічного процесу. Однією з найбільш небезпечних ситуацій є відключення електроенергії, оскільки автоматизована система напування працює із використанням насосного обладнання, електронних датчиків та контролерів.

У разі припинення електропостачання система може повністю втратити працездатність. Для забезпечення безперервної роботи необхідно передбачати резервне джерело живлення, наприклад дизельний генератор або акумуляторні системи резервного живлення. Це дозволяє підтримувати роботу насосів та системи автоматичного керування до моменту відновлення основного електропостачання. Важливим елементом безпеки є наявність аварійного запасу води. Для цього у системі передбачаються накопичувальні

резервуари, об'єм яких забезпечує потребу тварин у воді протягом певного часу у випадку аварійного припинення водопостачання. Наявність резервного запасу дозволяє уникнути стресу у тварин та підтримати стабільність технологічного процесу. Для запобігання аваріям, пов'язаним із пошкодженням трубопроводів або витокami води, система оснащується датчиками тиску та витрати води. У разі різкого падіння тиску або перевищення допустимих витрат контролер автоматично формує аварійний сигнал та може перекривати подачу води за допомогою електромагнітних клапанів. Це дозволяє зменшити втрати води та запобігти затопленню приміщень.

Особливу увагу необхідно приділяти пожежній безпеці. У тваринницьких приміщеннях пожежі можуть виникати внаслідок короткого замикання електропроводки, перевантаження електромережі або несправності електрообладнання. Для запобігання пожежам система повинна бути оснащена автоматичними вимикачами та пристроями захисного відключення. У приміщеннях необхідно встановлювати первинні засоби пожежогасіння, а персонал повинен знати порядок дій у разі виникнення пожежі. У випадку аварійної ситуації персонал повинен діяти відповідно до затверджених інструкцій та плану ліквідації аварій. При виникненні несправності необхідно негайно відключити пошкоджене обладнання від електромережі, повідомити відповідальних осіб та вжити заходів щодо усунення небезпеки. Якщо існує загроза життю або здоров'ю людей, проводиться евакуація персоналу із небезпечної зони.

Одним із важливих заходів безпеки є регулярне технічне обслуговування автоматизованої системи напування. Під час огляду перевіряється стан насосного обладнання, електропроводки, датчиків, трубопроводів та елементів автоматизації. Своєчасне виявлення несправностей дозволяє запобігти виникненню аварійних ситуацій та забезпечує стабільну роботу системи. Для підвищення рівня безпеки рекомендується застосування систем автоматичного моніторингу та дистанційного контролю. Такі системи

дозволяють у режимі реального часу отримувати інформацію про стан обладнання, параметри водопостачання та аварійні сигнали. Це дає можливість оперативно реагувати на відхилення у роботі системи та швидко усувати несправності.

Особливе значення має навчання персоналу правилам безпеки та діям у надзвичайних ситуаціях. Працівники повинні проходити інструктажі з охорони праці, електробезпеки та пожежної безпеки, знати порядок користування аварійним обладнанням і засобами пожежогасіння. Наявність підготовленого персоналу значно знижує ризик тяжких наслідків під час аварій.

Отже, забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях є важливою складовою експлуатації автоматизованої системи напування тварин. Використання резервних джерел живлення, аварійних запасів води, засобів автоматичного захисту та систем моніторингу дозволяє підвищити надійність роботи системи, мінімізувати ризик аварій та забезпечити безперебійне водопостачання тварин навіть у складних умовах експлуатації.

4.4 Висновки з розділу

У ході розробки розділу визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть виникати під час експлуатації системи напування. До них належать ураження електричним струмом, механічні травми від рухомих частин обладнання, підвищена вологість, ризик виникнення пожежі та аварійних ситуацій у системі водопостачання. Розглянуто основні заходи щодо забезпечення електробезпеки, зокрема використання захисного заземлення, автоматичних вимикачів, пристроїв захисного відключення та герметичного електрообладнання. Встановлено, що дотримання вимог електробезпеки дозволяє значно знизити ризик електротравматизму та забезпечити безпечні умови праці обслуговуючого персоналу. Також у розділі проаналізовано вимоги пожежної безпеки під час експлуатації системи. Передбачено використання первинних засобів

пожежогасіння, проведення регулярного технічного обслуговування електрообладнання та контроль стану електромережі. Виконання цих заходів сприяє запобіганню виникненню пожеж та підвищує надійність роботи системи. Окрему увагу приділено питанням безпеки в надзвичайних ситуаціях. Встановлено необхідність використання резервного джерела живлення, аварійного запасу води, систем автоматичного контролю та аварійного відключення обладнання. Такі технічні рішення дозволяють забезпечити безперервне водопостачання тварин навіть у випадку аварійних ситуацій або перебоїв електропостачання.

У результаті проведеного аналізу можна зробити висновок, що дотримання вимог охорони праці, електробезпеки, пожежної безпеки та заходів захисту в надзвичайних ситуаціях є необхідною умовою ефективної та безпечної експлуатації автоматизованої системи напування тварин. Реалізація запропонованих заходів забезпечує безпечні умови праці персоналу, надійне функціонування обладнання, зменшення ризику аварій та стабільне забезпечення тварин питною водою.

5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ НАПУВАННЯ

Економічна оцінка автоматизованої системи напування тварин із контролем споживання води є важливим етапом дипломного проектування, оскільки дозволяє визначити доцільність впровадження системи, оцінити рівень капітальних вкладень, експлуатаційних витрат та очікуваний економічний ефект від автоматизації процесу напування.

У сучасних умовах розвитку тваринництва значна увага приділяється підвищенню ефективності виробництва, зменшенню витрат ресурсів та впровадженню енергоощадних технологій. Автоматизовані системи напування забезпечують безперервне водопостачання тварин, знижують втрати води, скорочують витрати праці обслуговуючого персоналу та підвищують продуктивність тварин за рахунок стабільного забезпечення водою належної якості.

Економічна ефективність системи визначається шляхом порівняння витрат на впровадження автоматизованої системи та економічного результату, який отримується в процесі її експлуатації.

Визначення капітальних витрат. До капітальних витрат належать витрати на придбання обладнання, монтаж системи, прокладання трубопроводів, встановлення засобів автоматизації та пусконаладжувальні роботи.

Таблиця 5.1 – Капітальні витрати на впровадження системи

Найменування обладнання	Кількість	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн
Насосне обладнання	1	12000	12000
Накопичувальний резервуар	1	15000	15000
Поліетиленові труби та арматура	комплект	18000	18000

Найменування обладнання	Кількість	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн
Автоматичні напувалки	25	1200	30000
Датчики витрати та тиску	комплект	10000	10000
Контролер керування	1	8000	8000
Електромонтажне обладнання	комплект	7000	7000
Монтажні роботи	—	—	12000
Пусконаладжувальні роботи	—	—	5000

Загальні капітальні витрати визначаються за формулою:

$$K = \sum K_i \quad (5.1)$$

$$K = 12000 + 15000 + 18000 + 30000 + 10000 + 8000 + 7000 + 12000 + 5000 = 117000 \text{ грн}$$

Отже, загальні капітальні витрати на впровадження автоматизованої системи становлять: $K = 117000$ грн

Розрахунок експлуатаційних витрат. До експлуатаційних витрат належать витрати на електроенергію, технічне обслуговування, ремонт обладнання та оплату праці персоналу.

Витрати електроенергії. Річне споживання електроенергії насосним обладнанням визначається за формулою:

$$W = P \cdot t \quad (5.2)$$

де:

P — потужність насоса, кВт;

t — річний час роботи, год.

Приймаємо: потужність насоса:

$$P = 0.37 \text{ кВт}$$

тривалість роботи:

$$t=10 \cdot 365=3650 \text{ год} \quad (5.3)$$

Тоді:

$$W=0.37 \cdot 3650=1350.5 \text{ кВт/год} \quad (5.4)$$

За тарифу: $C_e = 4.5$ грн/кВт, витрати на електроенергію становлять:

$$Se=1350.5 \cdot 4.5=6077 \text{ грн/рік} \quad (5.5)$$

Витрати на обслуговування та ремонт приймаються у розмірі 5 % від вартості обладнання:

$$S_{\text{рем}}=117000 \cdot 0.05=5850 \text{ грн/рік} \quad (5.6)$$

Загальні експлуатаційні витрати:

$$S_{\text{експ}}=6077+5850=11927 \text{ грн/рік} \quad (5.7)$$

Визначення економічного ефекту. Економічний ефект від впровадження автоматизованої системи досягається за рахунок: зменшення витрат води; скорочення витрат праці; зниження витрат електроенергії; підвищення продуктивності тварин; зменшення витрат на ремонт та обслуговування.

Річна економія від автоматизації приймається:

$$E=45000 \text{ грн/рік}$$

Розрахунок терміну окупності. Термін окупності визначається за формулою:

$$T = \frac{K}{E} \quad (5.8)$$

Після підстановки значень:

$$T = \frac{117000}{45000} = 2.6 \text{ роки} \quad (5.9)$$

Таблиця 5.2 – Основні економічні показники системи

Показник	Значення
Капітальні витрати	117000 грн
Річні експлуатаційні витрати	11927 грн
Річний економічний ефект	45000 грн
Термін окупності	2,6 роки

Результати економічної оцінки показують, що впровадження автоматизованої системи напування тварин із контролем споживання води є економічно доцільним. Використання системи дозволяє підвищити ефективність використання водних та енергетичних ресурсів, скоротити експлуатаційні витрати та покращити продуктивність тваринницького господарства. Розрахований термін окупності становить близько 2,6 років, що підтверджує ефективність запропонованого технічного рішення.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Проведений аналіз показав, що забезпечення тварин якісною питною водою є одним із найважливіших факторів підвищення продуктивності тваринництва, покращення фізіологічного стану тварин та ефективності виробництва. Встановлено, що використання традиційних систем напування не забезпечує належного контролю витрати води, супроводжується значними втратами ресурсів та потребує постійного контролю з боку персоналу. У зв'язку з цим автоматизація процесу напування є актуальним напрямом модернізації сучасних тваринницьких підприємств.

У роботі проведено аналіз технологічного процесу напування тварин та визначено основні вимоги до автоматизованої системи водопостачання. Встановлено, що застосування датчиків витрати води, датчиків тиску, рівня води, електромагнітних клапанів і програмованого контролера дозволяє забезпечити автоматичне керування системою, стабільний режим подачі води та постійний контроль споживання у режимі реального часу. Запропонована система дозволяє оперативно виявляти аварійні ситуації, витoki води та відхилення у роботі обладнання.

У результаті виконання технічних розрахунків визначено основні параметри системи водопостачання.

На основі проведених розрахунків обґрунтовано вибір трубопроводу діаметром 40 мм, накопичувального резервуара об'ємом близько 8 м³ та насосного обладнання продуктивністю 3,7 м³/год потужністю 0,37 кВт. Отримані параметри забезпечують стабільне функціонування системи навіть у періоди максимального водоспоживання.

Розроблено алгоритм контролю споживання води, який забезпечує автоматичний збір та обробку інформації від датчиків, контроль роботи насосного обладнання, регулювання подачі води та формування аварійних повідомлень у разі виникнення несправностей. Використання алгоритму автоматичного контролю дозволяє підвищити надійність роботи системи,

зменшити витрати води та забезпечити ефективне керування технологічним процесом напування тварин.

У розділі охорони праці розглянуто основні вимоги щодо безпечної експлуатації автоматизованої системи напування. Встановлено необхідність застосування захисного заземлення, автоматичних вимикачів, пристроїв захисного відключення, герметичного електрообладнання та систем аварійного відключення. Запропоновані заходи забезпечують зниження ризику електротравматизму, пожеж та аварійних ситуацій під час експлуатації системи.

Проведена економічна оцінка показала доцільність впровадження автоматизованої системи напування тварин із контролем споживання води. Визначено, що капітальні витрати на впровадження системи становлять 117000 грн, а річний економічний ефект — близько 45000 грн. Розрахований термін окупності системи становить:

$$T=2.6 \text{ роки}$$

Отримані результати підтверджують економічну ефективність запропонованого технічного рішення та його доцільність для використання у сучасних тваринницьких господарствах. Отже, у результаті виконання дипломного проєкту розроблено автоматизовану систему напування тварин із контролем споживання води, яка забезпечує безперебійне водопостачання, підвищення ефективності використання водних та енергетичних ресурсів, покращення умов утримання тварин і зниження експлуатаційних витрат. Запропонована система відповідає сучасним вимогам автоматизації технологічних процесів у тваринництві та може бути рекомендована до впровадження у виробничих умовах.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Бойко В.С. Автоматизація технологічних процесів у тваринництві. – К.: Вища школа, 2012. – 384 с.
2. Коваленко І.М., Гуменюк О.П. Системи автоматичного керування технологічними процесами. – К.: Центр навчальної літератури, 2015. – 412 с.
3. Технічні засоби автоматизації: Підручник / За ред. П.М. Василенка. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 468 с.
4. Ладан П.Р. Електрообладнання та автоматизація сільськогосподарського виробництва. – К.: Урожай, 2010. – 396 с.
5. Мельник В.О., Петренко С.М. Автоматизовані системи керування у тваринництві. – Харків: Факт, 2016. – 352 с.
6. Системи водопостачання тваринницьких ферм / За ред. О.В. Сидоренка. – К.: Вища школа, 2014. – 318 с.
7. Герасименко І.Г. Насосні установки та системи водопостачання. – К.: Техніка, 2009. – 440 с.
8. Автоматизація виробничих процесів: Навчальний посібник / За ред. М.П. Ковалюка. – Львів: Новий Світ, 2013. – 372 с.
9. Кравченко О.В. Основи електропривода та автоматизації. – К.: Каравела, 2011. – 344 с.
10. ДСТУ EN 60204-1:2015. Безпечність машин. Електрообладнання машин. Загальні вимоги. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 98 с.
11. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). – Харків: Форт, 2017. – 760 с.
12. Охорона праці в сільськогосподарському виробництві / За ред. Ю.О. Скобла. – К.: Аграрна наука, 2012. – 328 с.
13. Системи автоматизації та контролю технологічних процесів / За ред. В.В. Ткаченка. – К.: Ліра-К, 2018. – 390 с.
14. Водопостачання та водовідведення: Підручник / За ред. Я.В. Хліба. – К.:

- Кондор, 2015. – 540 с.
15. Гаврилюк М.М. Енергоефективні технології у тваринництві. – Вінниця: Нова Книга, 2017. – 286 с.
 16. Кузьменко А.В., Лисенко О.Г. Мікропроцесорні засоби автоматизації. – К.: Політехніка, 2014. – 360 с.
 17. Технологічне обладнання тваринницьких підприємств / За ред. С.П. Бондаренка. – Харків: Еспада, 2013. – 415 с.
 18. ДСТУ ISO 12100:2014. Безпечність машин. Загальні принципи конструювання. – К.: Мінекономрозвитку України, 2015. – 74 с.
 19. Клименко В.І. Проектування систем автоматизації агропромислових підприємств. – К.: Аграрна освіта, 2016. – 402 с.

ДОДАТКИ

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Удосконалення автоматизованої системи напування тварин із контролем споживання води

демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 4 курсу, групи АІС-3-23
Ситник Віталій Сергійович

Керівник: доктор філософії, старший викладач
Малєгін Роман Дмитрович

Дніпро-2026

ЕКСПЛІКАЦІЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

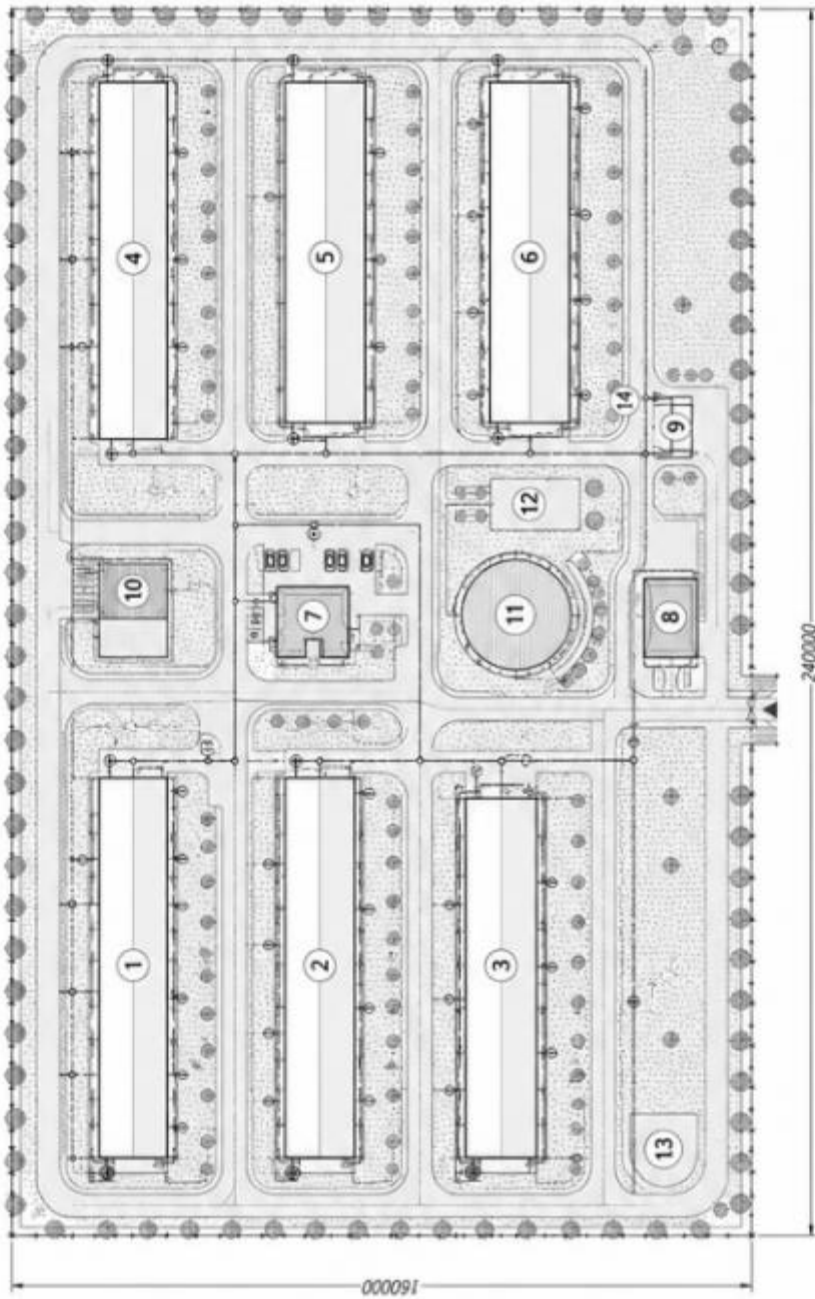
№ за план	Найменування	Примітка
1	Корівник №1 (на 200 голів)	Існуща
2	Корівник №2 (на 200 голів)	Існуща
3	Роздільне відділення (на 60 голів)	Існуща
4	Телятник (на 120 голів)	Існуща
5	Приміщення для молодняку (на 120 голів)	Існуща
6	Приміщення для відродів (на 150 голів)	Існуща
7	Адміністративно-побутовий корпус	Існуща
8	Ветеринарний пункт	Існуща
9	Склад кормів	Існуща
10	Силощі траншеї	Існуща
11	Гусярство (закрите)	Існуща
12	Майданчик полю	Існуща
13	Резервуар чистої води	Існуща
14	КПП (контрольно-пропускний пункт)	Існуща

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

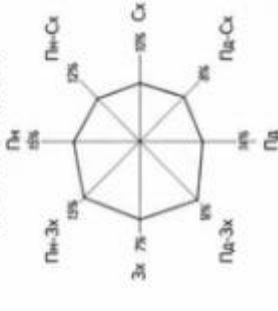
- Прогіди з твердим покриттям
- Озеленення (газон)
- Декоративні насадження
- Огорожа території
- Ворота
- Водопровідна мережа
- Напірний водопровід
- Пожарний гідрант
- Водозбірна колодезь
- Автоматична пожежна (система напування)
- Напрямок вітру/вісходу

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

№ п/п	Показник	Орієнтовна величина	Кількість
1	Площа території ферми	га	3,84
2	Площа забудови	м ²	8 620
3	Площа проїздів і доріг	м ²	6 150
4	Площа озеленення	м ²	24 230
5	Площа насаджень та надрізань	м ²	2 890
6	Кількість великої рогатої худоби (загалом)	гол.	1 000
7	Кількість працівників	осіб	28



РОЗА ВІТРИ (за рік)



ПРИМІТКИ

- Висотна прив'язка умовна. Відліток умовного нулю – існуючий рельєф.
- Система координат – умовна місцева.
- Водопостачання ферми здійснюється від свердловини з напірним резервуаром (див. Л.3).
- На фермі впроваджені автоматизована система напування тварин із контролю споживання води.
- Генеральний план розроблено згідно ДБН 6.2.2-12:2019 "Планування та забудова територій".

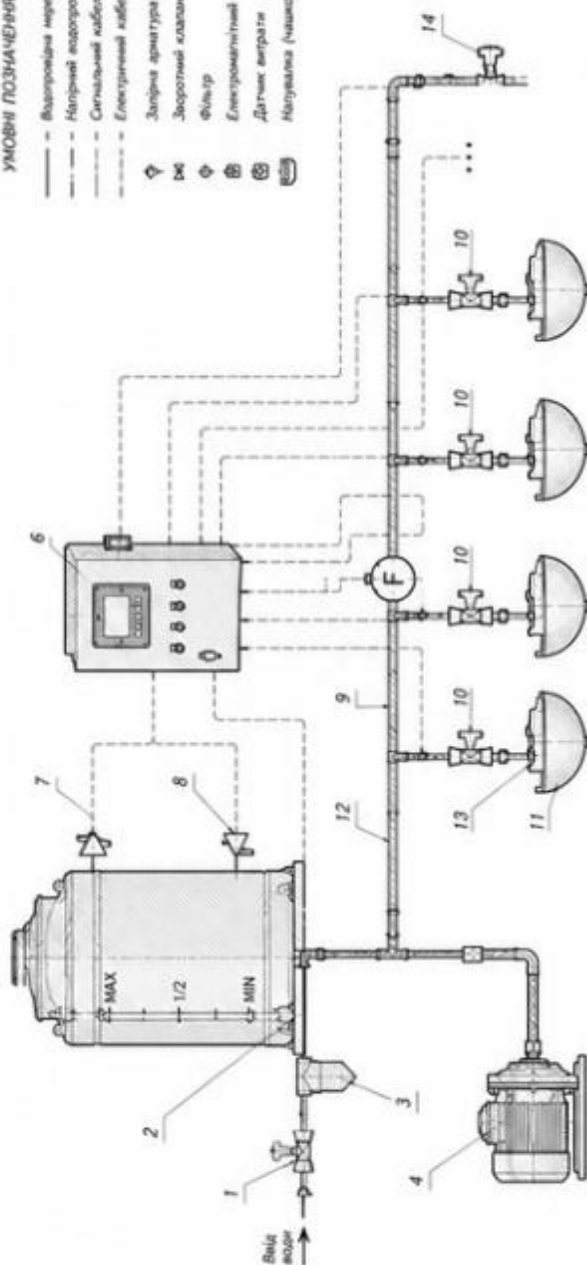


ЕКСПЛІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

Поз.	Найменування	Кіль.	Примітка
1	Кран кузовий	1	
2	Накопичувальний бак	1	V = 2000 л
3	Фільтр механічний	1	10 мм
4	Насос відцентровий	1	Q = 2,5 м³/год
5	Зворотний клапан	1	
6	Блок керування	1	
7	Датчик рівня (перший)	1	
8	Датчик рівня (другий)	1	
9	Датчик витрати	1	
10	Електромагнітний клапан	1	
11	Напувалка (нашкова)	1	
12	Трубопровід напірний	1	
13	Трубопровід ліній напування	1	
14	Зливний кран	1	

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- — — — — Відцентровий насос
 — — — — — Напірний трубопровід
 — — — — — Сигнальний кабель
 — — — — — Електричний кабель
 ⚡ Зарядна апаратура
 ⚡ Зворотний клапан
 ⚡ Фільтр
 ⚡ Електромагнітний клапан
 ⚡ Датчик витрати
 ⚡ Напувалка (нашкова)



ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

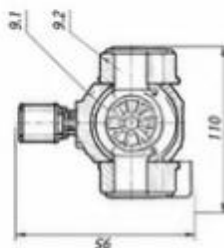
1. Продуктивність системи, м³/год 2,5
2. Робочий тиск у системі, МПа 0,2...0,4
3. Напір на живлення, В 220
4. Споживана потужність, кВт, не більше 1,1
5. Об'єм накопичувального бака, л 2000
6. Кількість напувалок, шт 4...20
7. Температура експлуатації, °C +5...+40

ПРИНЦИП РОБОТИ

Вода з водопровідної мережі через фільтр (3) надходить у накопичувальний бак (2). Насос (4) подає воду по напірному трубопроводу (12) до ліній напування (13), де встановлені електромагнітні клапани (10), що керуються блоком керування (6). Датчик витрати (9) вимірює споживання води тваринами. Датчик рівня (7, 8) контролює рівень води в баку. Система забезпечує автоматичне наповнення бака, подачу води до напувалок (11) та контроль споживання.

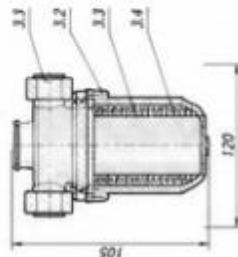
ДАТЧИК ВИТРАТИ

М 1:2



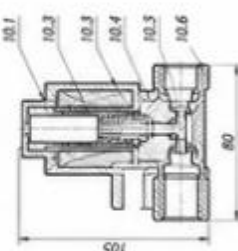
ФІЛЬТР МЕХАНІЧНИЙ

М 1:2



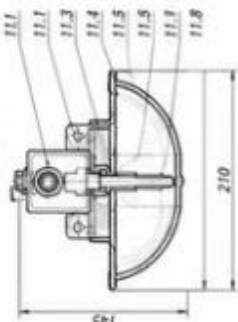
ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ КЛАПАН

М 1:2



НАПУВАЛКА (НАШКОВА)

М 1:2

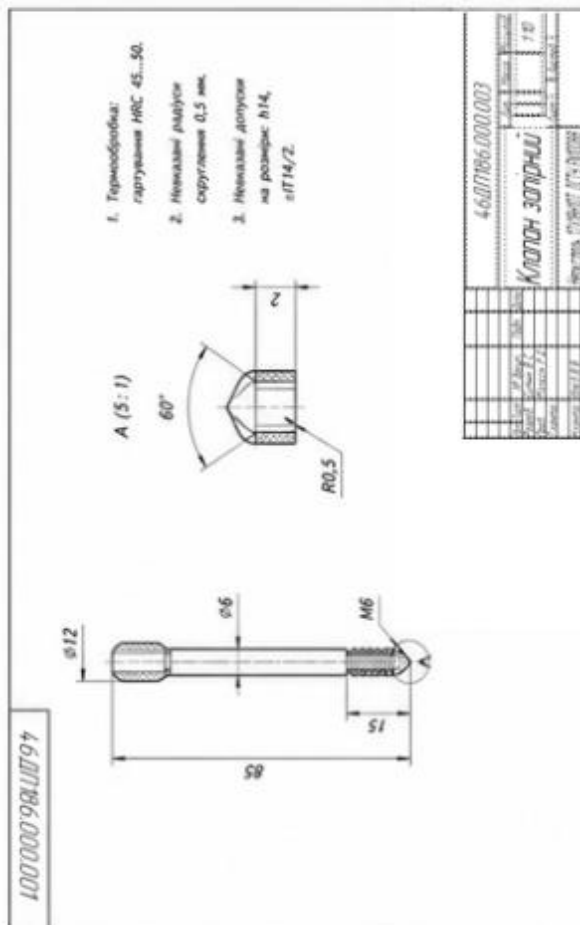
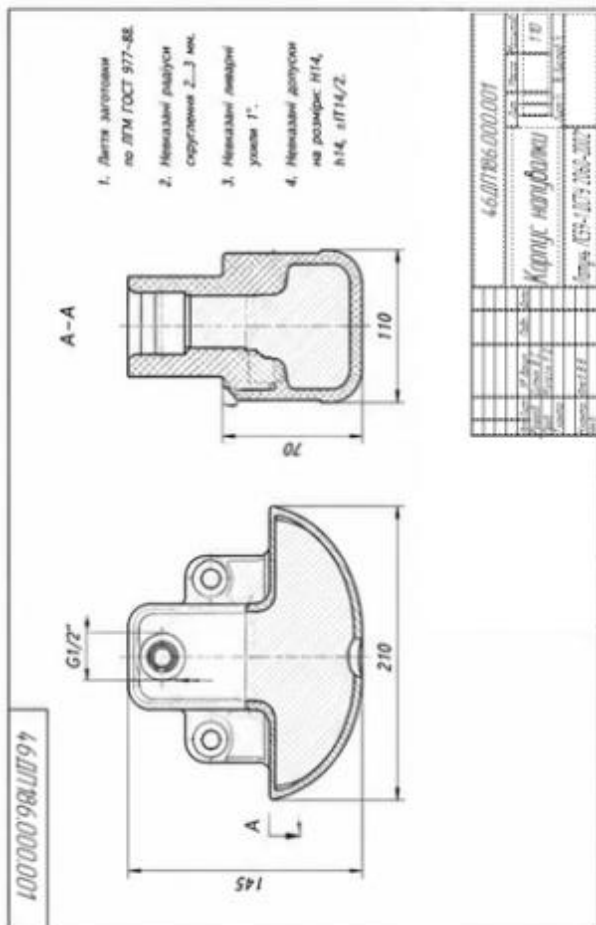
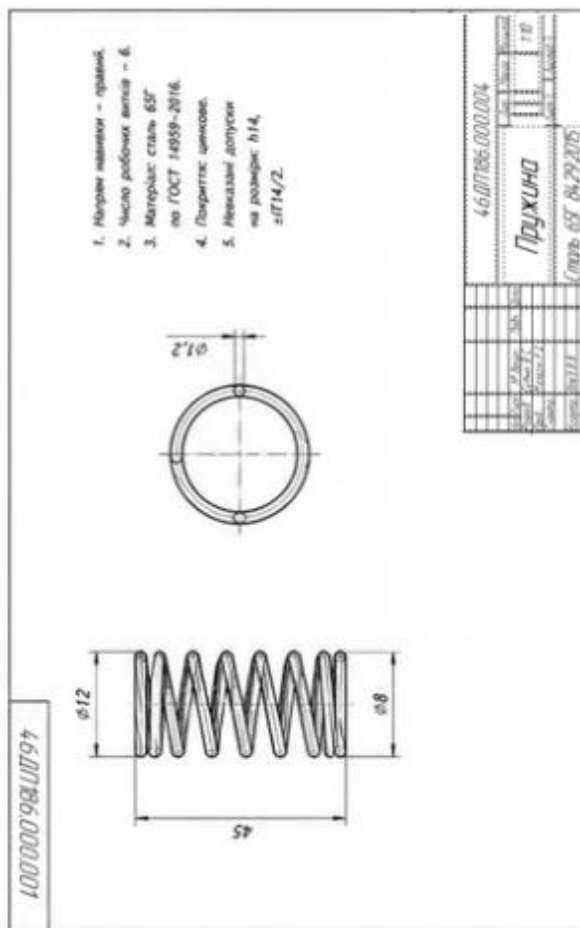
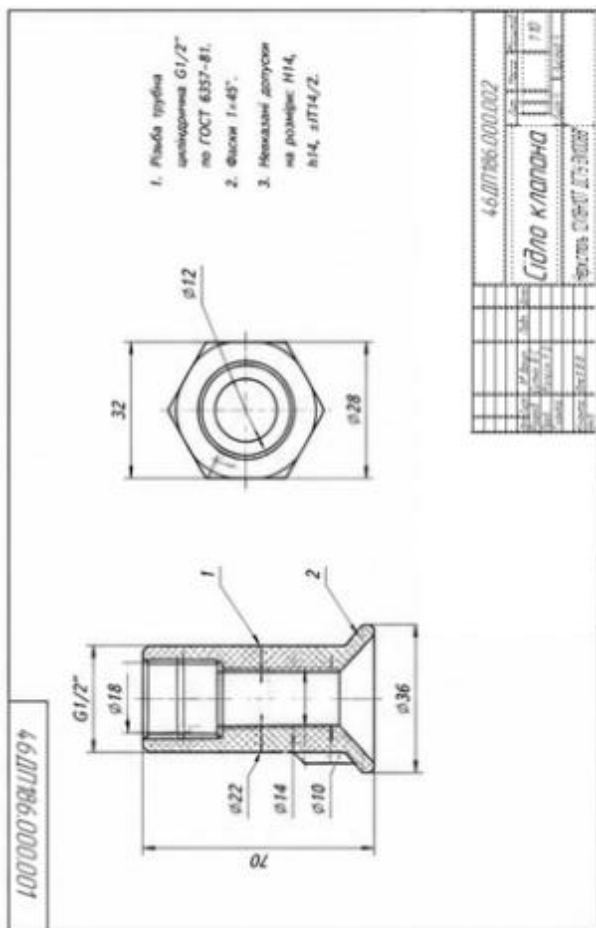


3 ФІЛЬТР МЕХАНІЧНИЙ		
3.1	Корпус фільтра	Латунь 1
3.2	Колода	Нерж. сталь 1
3.3	Фільтруючий елемент	Нерж. сталь 1
3.4	Кріплення	Латунь 1
3.5	З'єдн. пробка	Латунь 1

10 ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ КЛАПАН		
10.1	Корпус	Латунь 1
10.2	Спринг	Нерж. сталь 1
10.3	Катушка	Електроізоляція сталь 1
10.4	Пружина	Нерж. сталь 1
10.5	Ущільнювальне	ВРМ 1
10.6	Патрубок	Латунь 2

11 НАПУВАЛКА (НАШКОВА)		
11.1	Корпус чашки	Нерж. сталь 1
11.2	Кріплення	Нерж. сталь 1
11.3	Кліпін голчастий	Нерж. сталь 1
11.4	Сідло клапана	Латунь 1
11.5	Шпиль клапана	Нерж. сталь 1
11.6	Поперек	Пластик 1
11.7	Висхід	Нерж. сталь 1
11.8	Пружина	Нерж. сталь 1

46 ДП 186.000.000		
Назва: НАПУВАЛКА (НАШКОВА)	Масштаб: 1:15	Масштаб: 1:15
Виробник: НАПУВАЛКА (НАШКОВА)	Масштаб: 1:15	Масштаб: 1:15
Масштаб: 1:15	Масштаб: 1:15	Масштаб: 1:15



№ п/п	Формат	Позначення		Найменування		Кількість	Номер аркуша	71 Примітка
					<u>Документи</u>			
1	A4	46ДП186.000.000		Вигляд загальний				
					<u>Складальні одиниці</u>			
2		46ДП186.000.0000		Корпус напувалки		1		
3		46ДП186.000.0000		Сідло клапана		1		
4		46ДП186.000.0000		Клапан запорний		8		
5		46ДП186.000.0000		Пружина		1		
6		46ДП186.000.0000		Шток клапана		1		
7		46ДП186.000.0000		Ущільнювач		1		
8		46ДП186.000.0000		Прокладка		1		
9		46ДП186.000.0000		Гайка накидна		1		
10		46ДП186.000.0000		Патрубок підведення води		1		
11		46ДП186.000.0000		Чаша напувалки		1		
12		46ДП186.000.0000		Кріпильна планка		2		
13		46ДП186.000.0000		Гвинт кріпильний		1		
14		46ДП186.000.0000		Обмежувач потоку		1		
15		46ДП186.000.0000		Фільтр-сітка		1		
16		46ДП186.000.0000		Заглушка		1		
					46ДП186.000.000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розробив		Ситник			Система напування		л	арк
Перевірів		Малєгін						арку
Т. контр							3	64
Н. контр.		Івлєв					, ДДАЕУ	
Затверд.		Дудін						