



**Захаренко М.О., Поляковський В.М.
Михальська В.М., Соломон В.В.**

ПРАКТИКУМ З ГІГІЄНИ ТВАРИН

Навчальний посібник

Київ-2026

УДК 636.083:614.9

*Рекомендовано до видання рішенням вченої ради
Національного університету біоресурсів і природокористування України
(Протокол № 11 від 23 квітня 2026 року)*

Рецензенти:

Людмила ЧЕПІЛЬ – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри технологій у тваринництві Національного університету біоресурсів і природокористування України;

Віталій УХОВСЬКИЙ – доктор ветеринарних наук, професор, заступник директора з контролю якості ветеринарних імунобіологічних засобів Державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи;

Володимир НЕДАШКІВСЬКИЙ – доктор сільськогосподарських наук, перший проректор, проректор з організаційної роботи, професор Білоцерківського національного аграрного університету.

Навчальний посібник Практикум з гігієни тварин. Навчальний посібник / М.О. Захаренко, В.М. Поляковський, В.М. Михальська, В.В. Соломон. Київ: НУБіП України, 2026. 236 с.

ISBN 978-617-8928-82-7

Зміст навчального посібника відповідає навчальній програмі дисципліни: «Гігієна тварин». Посібник буде корисний здобувачам вищої освіти НУБіП України, а також для спеціальності Н 6 «Ветеринарна медицина», аспірантам та фахівцям галузі виробництва продукції тваринництва.

УДК 636.083:614.9

© Захаренко М.О.
Поляковський В.М.
Михальська В.М.
Соломон В.В., 2026
© НУБіП України 2026

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ



ЗАХАРЕНКО Микола Олександрович

доктор біологічних наук, член-кореспондент НААН України, професор кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів факультету харчових наук, нутриціології та управління якістю. Викладач дисциплін «Гігієна тварин», «Проектування тваринницьких підприємств», «Промислова екологія переробних підприємств». Автор понад 420 наукових праць, у тому числі 2 підручників, 18 посібників, 12 монографій, 35 авторських свідоцтв і патентів, 16 рекомендацій виробництву, 4 нових лікувально-профілактичних препаратів.

Напрямок наукових досліджень: проблеми екологічної біохімії, вплив забруднювачів довкілля на водні екосистеми, гігієнічні

аспекти функціонування тваринницьких підприємств та об'єктів ветеринарної медицини.

Електронна адреса: sangin1996@ukr.net.



ПОЛЯКОВСЬКИЙ Василь Михайлович

кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри гігієни тварин і харчових продуктів ім. професора А.К. Скороходька. Викладач дисциплін «Гігієна тварин», «Етологія та благополуччя тварин», «Гігієна утримання екзотичних і хутрових звірів», «Гігієна утримання собак і котів». Автор понад 200 наукових праць, у тому числі 18 навчальних посібників, 9 монографій, 1 типової програми, 5 словників, 13 авторських свідоцтв, 9 науково-практичних рекомендацій виробництву.

Напрямок наукових досліджень: вивчення механізмів адаптації тварин до факторів зовнішнього середовища.

Електронна адреса: pvam@ukr.net

**МИХАЛЬСЬКА Віта Михайлівна**

кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри гігієни тварин і харчових продуктів ім. професора А.К. Скороходька. Викладач дисциплін «Гігієна тварин», «Промислова екологія переробних підприємств». Автор понад 170 наукових праць, у тому числі 16 навчальних посібників, 7 монографій, 5 словників, 4 патенти, 6 науково-практичних рекомендацій виробництву.

Напрямок наукових досліджень: роль комплексних сполук міді – гліцинату, лізинату та метіонату в системі профілактики порушень функціонального стану організму сільськогосподарської птиці.

Електронна адреса:

mykhalska.vm@gmail.com

**СОЛОМОН В'ячеслав Віталійович**

кандидат ветеринарних наук, доцент, завідувач кафедри гігієни тварин і харчових продуктів ім. професора А.К. Скороходька. Викладач дисциплін «Гігієна тварин», «Ветеринарна екологія», «Ветеринарна санітарія», «Основи грумінгу».

Автор понад 160 наукових праць, 12 патентів, 7 навчальних посібників, видано 4 науково-практичних рекомендації, 28 методичних рекомендації і методичних вказівок, 1 методичний посібник, 21 робочий зошит для лабораторно-практичних занять.

Напрямок наукових досліджень: розробка, контроль та супровід застосування сучасних дезінфікуючих засобів.

Електронна адреса:

solomon80slava@gmail.com

ЗМІСТ

Передмова	7
Розділ 1. Гігієнічна оцінка стану повітряного середовища.....	9
Тема 1. Визначення атмосферного тиску.....	16
Тема 2. Визначення температури повітря.....	23
Тема 3. Визначення гігрометричних показників повітря тваринницького приміщення. Розрахунок ТВІ тваринницького приміщення.....	29
Тема 4. Визначення швидкості руху і охолоджувальних властивостей повітря.....	40
Тема 5. Визначення освітленості тваринницьких приміщень.....	50
Тема 6. Визначення вмісту вуглекислого газу у повітрі тваринницьких приміщень.	61
Тема 7. Визначення вмісту аміаку у повітрі.....	68
Тема 8. Визначення вмісту сірководню у повітрі тваринницьких приміщень.....	75
Тема 9. Визначення пилу у повітрі тваринницьких приміщень.....	79
Тема 10. Визначення кількості мікроорганізмів (бактеріального забруднення) повітря тваринницьких приміщень.....	85
Розділ 2. Гігієнічна оцінка тваринницьких приміщень.....	88
Тема 11. Проектування тваринницьких приміщень та читання проектної документації.....	88
Тема 12. Розрахунок об'єму вентиляції тваринницьких приміщень.....	97
Тема 13. Методика обчислення теплового балансу тваринницьких приміщень.....	101
Розділ 3. Гігієнічна оцінка кормів і ґрунту.....	105
Тема 14. Оцінка якості зернових кормів.....	105
Тема 15. Оцінка якості силосу і коренебульбоплодів.....	119
Тема 16. Визначення фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунту.....	125
Розділ 4. Гігієнічна оцінка води.....	131
Тема 17. Санітарно-топографічне обстеження джерел водопостачання та санітарно-гігієнічний контроль фізичних властивостей води.....	131
Тема 18. Визначення вмісту амонійного азоту (аміаку) нітратів та нітритів у воді.....	148
Тема 19. Визначення вмісту хлоридів, сульфатів і заліза у воді.....	154
Тема 20. Визначення окиснюваності води.....	161
Тема 21. Санітарно-гігієнічний контроль за концентрацією розчинного у воді кисню..	166
Тема 22. Знезараження води.....	172
Розділ 5. Спеціальна гігієна тварин.....	190
Тема 23. Гігієна праці і особиста гігієна працівників тваринництва і ветеринарної медицини.....	191
Тема 24. Гігієна догляду за тваринами різних видів та вікових груп.....	192
Тема 25. Гігієна догляду та утримання молодняку великої рогатої худоби.....	193

Тема 26. Гігієна великої рогатої худоби та санітарно-гігієнічні заходи на фермах і підприємствах по виробництву молока.....	194
Тема 27. Гігієна свиней, санітарний режим і профілактика захворювань.....	195
Тема 28. Гігієна та ветеринарні вимоги у птахівництві.....	196
Тема 29. Гігієна коней.....	197
Тема 30. Гігієна овець і кіз.....	198
Список використаних джерел.....	199
Предметний покажчик.....	206
Додатки.....	211

ПЕРЕДМОВА

Гігієна тварин – наука про охорону здоров'я тварин, заснована на основі раціональних прийомів утримання, годівлі, догляду і вирощування, покликана вивчати, обґрунтовувати і надавати виробництву оптимальні параметри мікроклімату (клімату обмеженого простору), з тим щоб від тварин можна було отримати максимальну продуктивність.

Гігієна вивчає вплив на організм тварин різноманітних факторів навколишнього середовища, чільне місце серед яких займає вивчення впливу атмосферного повітря, у тому числі повітря виробничої зони.

Вивчення, обґрунтування і рекомендації виробництву оптимальних параметрів мікроклімату дозволяють запобігати негативному впливу на здоров'я тварин несприятливих факторів, пов'язаних із погіршенням складу повітря, і тим самим створювати оптимальні умови утримання сільськогосподарських тварин.

Між гігієною тварин і гігієною людини існує взаємообумовлений зв'язок. Так, створюючи для тварин гігієнічні умови утримання, поліпшуються і гігієнічні умови праці працівників тваринництва. При оптимальних гігієнічних умовах годівлі і утримання тварин, птиці, підвищується біологічна цінність і санітарні якості продуктів харчування людей. Тому вивчення і впровадження гігієнічних способів утримання тварин і догляду за ними, а також заходів з охорони їх здоров'я є нагальною задачею сьогодення.

Для цього необхідний регулярний санітарно-гігієнічний контроль за доглядом і годівлею тварин, якістю кормів і води, експлуатацією і станом мікроклімату тваринницьких приміщень тощо.

Також лікар ветеринарної медицини повинен уміти проводити еколого-санітарну експертизу проекту для будівництва тваринницького об'єкта, приділяти постійну увагу щодо негативного впливу тваринницьких об'єктів на навколишнє середовище та вирішувати ряд інших питань.

Знання і практичні навички з професійних компетентностей важливих питань гігієни тварин здобувач вищої освіти може отримати, ознайомившись з методиками, що запропоновані. Більше того, він знайде конкретні вказівки щодо методичних тонкощів виконання окремих етапів робіт (тем) й оцінки одержаних результатів.

Так, окремі розділи навчального посібника «Утримання дрібних домашніх тварин» були написані:

Розділ 1. Гігієнічна оцінка стану повітряного середовища (Тема 1 – Тема 5), список використаних джерел – професором Захаренком М.О.

Розділ 1 (Тема 6 – Тема 10), Розділ 2. Гігієнічна оцінка тваринницьких приміщень; Розділ 5. Спеціальна гігієна – доцентом Поляковським В.М.

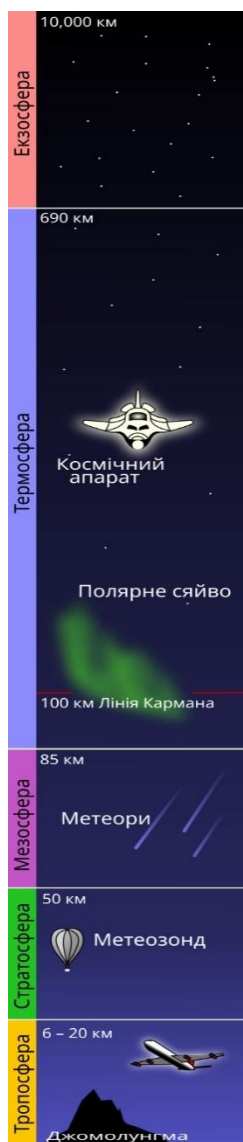
Розділ 4. Гігієнічна оцінка води та Предметний показник – доцентом Михальською В.М.

Розділ 3. Гігієнічна оцінка кормів і ґрунту та добавки – доцентом Соломоном В.В.

Виходячи з вимог навчальної програми дисципліни «Гігієна тварин» для факультету ветеринарної медицини, в навчально-методичному посібнику висвітлені питання, обов'язкові для лікаря ветеринарної медицини, технолога виробництва продукції тваринництва, які повинні організовувати, проводити і контролювати реалізацію передбачених зоогігієнічними нормами і ветеринарно-санітарними правилами всесторонніх оздоровлюючих і профілактичних заходів на фермах, направлених на попередження захворювань тварин і одержання від них продукції високої санітарної якості. У навчальний посібник включено ряд сучасних нормативних документів, предметний покажчик і список літератури, виданої з питань гігієни тварин за останні роки, що сприятиме формуванню в майбутніх спеціалістів широкого світогляду з ефективного використання гігієнічних знань під час вирішення ними практичних профілактичних завдань в умовах виробництва.

РОЗДІЛ 1. ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА

Атмосфера Землі – (від грец. *ατμός* – пар і *σφαῖρα* – сфера) – атмосфера



планети Земля, одна з геосфер, іншими словами суміш газів, що оточують Землю, та не відділяються завдяки силі тяжіння. Тиск атмосфери зменшується зі збільшенням висоти над поверхнею (рис. 1.1).

Атмосфера Землі створює атмосферний тиск, поглинає більшість метеороїдів і ультрафіолетове сонячне випромінювання, нагріває поверхню за рахунок утримання тепла (парниковий ефект), зменшує різницю температур між днем і ніччю. Саме атмосфера дозволяє існувати воді в рідкому стані та життю на Землі.

Майже 75 % маси атмосфери зосереджено у нижньому 10-кілометровому шарі, тобто у межах біосфери. Маса атмосфери становить одну мільйонну частину маси Землі.

Атмосфера забезпечує:

- фотосинтез та дихання;
- захист живих організмів від згубного впливу ультрафіолетового випромінювання, що відбувається завдяки наявності озонового шару;
- перенесення тепла і вологи;
- регулювання сезонного й добового коливання температури (якби не існувало атмосфери Землі, добові коливання температури на поверхні сягали б 200 °C);

Існування атмосфери обумовлює низку складних екзогенних процесів:

- вивітрювання гірських порід,
- активність природних вод, мерзлоти, льодовиків тощо.

Рис. 1.1. Атмосфера [22]

Атмосферне повітря (лат. – *atmosphærico aere*, англ. – *air*, нім. – *Luft f*) – природна суміш газів, з яких складається атмосфера Землі. Воно є джерелом дихання людини, тварини і рослини.

Головними складовими частинами повітря (біля земної поверхні) є азот – 78,08 % об'єму, кисень – 20,96 % об'єму і інертні гази – 0,94 % об'єму, у тому числі аргон – близько 0,9 % об'єму. Кількість цих газів у повітрі не змінюється, тому їх називають постійними складовими частинами повітря.

До складу повітря входять також: діоксид вуглецю CO₂ (вуглекислий газ) – близько 0,03 % об'єму і водяна пара 0,1 – 2,8 % об'єму. Однак їхні кількості залежно від умов можуть сильно змінюватись, тому їх називають змінними складовими частинами повітря.

Крім того, в повітрі можуть бути різні випадкові домішки, наприклад водень H_2 , аміак NH_3 , озон O_3 , сірководень H_2S , чадний газ CO , метан CH_4 , діоксид сірки SO_2 (сульфітний ангідрид) та інші гази, які потрапляють у повітря внаслідок гниття органічних залишків, виверження вулканів, роботи хімічних заводів, викидів тваринницьких об'єктів, роботи різних агрегатів тощо. Серед випадкових домішок у повітрі також нерідко зустрічаються найдрібніші частинки сажі і мінеральних речовин, а також різні мікроорганізми.

Очищене від сторонніх домішок, водяної пари і вуглекислого газу повітря зовсім безбарвне і прозоре. Воно не має ні запаху, ні смаку. Маса 1 дм^3 повітря при 0°C і 760 мм тиску дорівнює $1,293\text{ г}$. Звідси виходить, що його середня грам-молекулярна маса дорівнює 29 г , а середня молекулярна маса $29\text{ в. о. } 22,4\text{ дм}^3 - 1,293\text{ г/дм}^3 = 29\text{ г}$.

Повітря утворює газову оболонку навколо земної кулі товщиною понад 1000 км . Із збільшенням висоти розрідженість повітря безперервно збільшується, а тиск весь час зменшується.

Швидка зміна погоди з різкою зміною параметрів метеорологічних чинників впродовж доби (температура повітря змінюється на $10 - 15^\circ\text{C}$, тиск – на $1,3 - 2,6\text{ кПа}$) настає при проходженні синоптичного фронту, тобто прикордонного шару атмосфери між двома різними за своїми властивостями повітряними масами. Проходження фронту, супроводжуваного зміною повітряних мас, часто поєднується з формуванням одного з двох основних типів синоптичного стану атмосфери – циклону чи антициклону.

Циклон – атмосферний вихор з низьким тиском в центрі (рис. 1.2). Вітри в циклоні в північній півкулі дмуть проти годинникової стрілки, і в нижньому шарі відхиляються до центру, в південній півкулі – за годинниковою стрілкою.



Рис. 1.2. Циклон [23]

Циклони постійно й природно з'являються через обертання Землі, завдяки силі Коріоліса (одна з сил інерції, що існує в системі відліку, що обертається, і виявляється при русі в напрямі під кутом до осі обертання). Проходження циклону пов'язане з утворенням потужної хмарності і випадінням опадів.

Розрізняють два основних види циклонів – позатропічний й тропічний. Перший утворюється в помірних або полярних широтах і має діаметр від тисячі кілометрів на початку розвитку, і до декількох тисяч у випадку так званого центрального циклона. Другий утворюється в тропічних широтах і має менші розміри (сотні, рідко – більше тисячі кілометрів), але великі баричні градієнти й швидкості вітру, що доходять до штормових. Тропічні циклони можуть у процесі свого розвитку перетворюватися у позатропічні.

Нижче $8 - 10^0$ північної й південної широти циклони виникають дуже рідко, а в безпосередній близькості від екватора – не виникають зовсім.

Антициклон – замкнена область підвищеного атмосферного тиску з максимальним тиском в центрі (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Антициклон [24]

Вітри в антициклоні огинають центр за годинниковою стрілкою в північній півкулі і проти годинникової стрілки в південній. Низхідний рух повітря в антициклоні обумовлює відсутність хмарності. Влітку переважає жарка та суха погода, взимку – морозна та ясна. Антициклонами називають області підвищеного тиску в атмосфері, діаметром від кількох сотень до кількох тисяч кілометрів, що характеризуються своєрідними умовами погоди і системою течій повітря. Антициклони разом з якісно протилежними їм циклонами (областями зниженого тиску) є найважливішими вихровими формами загальної циркуляції атмосфери.

Тиск у центрі антициклону на рівні моря підвищується до 1025 – 1040 мбар, а іноді (наприклад, узимку в Азії) – до 1070 мбар (при середньому тиску на рівні моря 1010 – 1015 мбар).

Антициклони повсякденно розвиваються в тропосфері поряд із циклонами. І ті й інші є частинами загальної циркуляції атмосфери, що створює міжширотний обмін повітря. Протягом року над кожною півкулею їх виникає багато сотень. Тривалість існування окремого антициклону – кілька діб, а іноді й тижнів. Як і циклон, антициклон переміщається в напрямку загального переносу повітря в тропосфері, тобто із заходу на схід, відхиляючись при цьому до низьких широт. Середня швидкість переміщення антициклону – близько 30 км/год у північній півкулі й близько 40 км/год у південній, але нерідко антициклон надовго приймає малорухомий стан.

На території України на рік спостерігається біля 40 антициклонів, з яких – 30 % виникає на місці, і 70 % надходить з інших районів: взимку переважно з північного заходу, навесні і восени – з північного заходу і заходу, влітку – з південного заходу.

Переміщення антициклону здебільшого відбувається через південні і східні райони України, де з ними пов'язані бездошові періоди, особливо восени і на початку літа, коли антициклони бувають найчастіше.

У результаті господарської діяльності людини в атмосфері з'являється велика кількість небажаних різноманітних сполук і речовин, які забруднюють її.

Взаємодія атмосферного повітря з водою, ґрунтами, тваринами призводить до його якісних і кількісних змін.

У процесі життєдіяльності організму тварин одночасно з вуглекислотою виділяються такі шкідливі продукти як аміак, сірководень, леткі жирні кислоти та ін. Змінюються також і фізичні властивості повітря – підвищується його температура і вологість, повітря може забруднюватись пилом і різними мікроорганізмами, з'являються неприємні запахи. Таким чином утворюється складний комплекс взаємопов'язаних фізичних, хімічних, біологічних і механічних факторів, що впливають на фізіологічні функції організму, стан здоров'я, продуктивність і відтворювальну здатність організму тварин.

Уява про основні фізичні, хімічні, біологічні і механічні властивості повітря необхідна для пізнання процесів, що відбуваються у повітряному середовищі під впливом зовнішніх факторів, тому одним із методів запобігання можливим негативним наслідкам їх дії є організація систематичного контролю за вказаними факторами.

Погода – сукупність фізичних та хімічних властивостей приземного шару атмосфери за відносно короткий проміжок часу (години, добу, тижні). **Клімат** – це багаторічний закономірно повторюваний у даній місцевості режим погоди.

Мікроклімат (від мікро- і клімат) – клімат приземного шару повітря, обумовлений мікромасштабними відмінностями земної поверхні усередині місцевого клімату. **Макроклімат** – клімат великих географічних територій. На створення й характер мікроклімату впливають всі чинники навколишнього

середовища: фізичний стан повітря, газовий склад, сонячна радіація, наявність рослинності, водойм, рельєф місцевості тощо.

У тваринництві під мікрокліматом розуміють клімат тваринницьких приміщень, який визначають як сукупність фізичного стану повітряного середовища (температура, вологість, швидкість руху повітря, наявність природного, штучного освітлення, опромінення, шуму тощо), газового складу (наявність азоту, кисню, вуглекислого газу, аміаку, сірководню тощо), а також наявність пилу і мікроорганізмів з урахуванням фізичного, механічного та хімічного стану елементів всього приміщення та технологічного устаткування.

Мікроклімат приміщень для тварин може бути штучним. Його створення залежить від клімату місцевості, теплозахисних якостей елементів приміщення будинку, вентиляції, опалення, каналізації, щільності розміщення, технології утримання тварин і т.д.

Мікроклімат в робочій зоні визначається діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості і швидкості руху повітря, а також температурою навколишніх поверхонь. За ступенем впливу на тепловий стан людини мікрокліматичної умови поділяють на оптимальні та допустимі. Оптимальні мікрокліматичні умови – це поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності (табл. 1.1).

Таблиця 1.1. Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура повітря	Відносна вологість	Швидкість руху, м/сек.
Холодний період року	Легка Ia	22 – 24	60 – 40	0,1
	Легка Ib	21 – 23	60 – 40	0,1
	Середньої важкості IIa	19 – 21	60 – 40	0,2
	Середньої важкості IIб	17 – 19	60 – 40	0,2
	Важка III	16 – 18	60 – 40	0,3
Теплий період року	Легка Ia	23 – 25	60 – 40	0,1
	Легка Ib	22 – 24	60 – 40	0,2
	Середньої важкості IIa	21 – 23	60 – 40	0,3
	Середньої важкості IIб	20 – 22	60 – 40	0,3
	Важка III	18 – 20	60 – 40	0,4

Допустимі мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Величини показників, які характеризують допустимі мікрокліматичні умови, встановлюються для постійних і непостійних робочих місць (табл. 1.2). Нормовані параметри мікроклімату: температура, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря в приміщенні встановлюються з урахуванням періоду року та категорії робіт по енергозатратам. Так, розрізняють теплий та холодний період року.

Таблиця 1.2. Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура, °C				Відносна вологість (%)	Швидкість руху (м/сек.)
		Верхня межа		Нижня межа			
		на постійних робочих	на непостійних робочих місцях	на постійних робочих	на непостійних робочих місцях		
Холодний період руху	Легка Ia	25	26	21	18	75	не > 0,1
	Легка Ib	24	25	20	17	75	не > 0,2
	Середньої важкості IIa	23	24	17	15	75	не > 0,3
	Середньої важкості IIб	21	23	15	13	75	не > 0,4
	Важка III	19	20	13	12	75	не > 0,5
Теплий період року	Легка Ia	28	30	22	20	55 при 28 °C	0,2 – 0,1
	Легка Ib	28	30	21	19	60 при 27 °C	0,3 – 0,1
	Середньої важкості IIa	27	29	18	17	65 при 26 °C	0,4 – 0,2
	Середньої важкості IIб	27	29	15	15	70 при 25 °C	0,5 – 0,2
	Важка III	26	28	15	13	75 при 24 °C	0,6 – 0,5

Теплий період року – період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього середовища вище +10 °C.

Холодний період року – період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря, що дорівнює +10 °C і нижче.

Всі роботи, що виконуються людиною, залежно від енерговитрат на їх виконання поділяються на три категорії:

Легкі фізичні роботи (категорія I) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 105 – 140 Вт (90 – 120 ккал/год.) – категорія Ia та 141 – 175 Вт (121 – 150 ккал/год.) – категорія Ib. До категорії Ia належать роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження. До категорії Ib належать роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням.

Фізичні роботи середньої важкості (категорія II) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 176 – 232 Вт (151 – 200 ккал/год.) – категорія IIa та 233 – 290 Вт (201 – 250 ккал/год.) – категорія IIб. До категорії IIa належать роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи і потребують певного фізичного напруження. До категорії IIб належать роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

Важкі фізичні роботи (категорія III) охоплюють види діяльності, при яких витрати енергії становлять 291 – 349 Вт (251 – 300 ккал/год.). До категорії III належать роботи, пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль.

Нормалізація параметрів мікроклімату здійснюється за допомогою комплексу заходів та засобів колективного захисту, які включають будівельно-планувальні, організаційно-технологічні, санітарно-гігієнічні та медико-біологічні. Для профілактики перегрівань та переохолоджень робітників використовуються засоби індивідуального захисту. Так, будівельно-планувальні та організаційно-технологічні включають заходи та засоби, які пов'язані з: раціональним плануванням приміщень, оптимальним розміщенням устаткування, механізацією та автоматизацією виробництва, використанням теплозахисних екранів.

До комплексу санітарно-гігієнічних заходів та засобів нормалізації параметрів мікроклімату відносять вентиляцію, опалення та кондиціонування повітря. Медико-біологічні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату включають: режим праці та відпочинку, медичні огляди працівників, профілактика водно-сольового балансу. Важливе значення для профілактики перегрівання мають індивідуальні засоби захисту. Для захисту голови від теплового опромінення застосовують дюралеві, фіброві каски; очей – окуляри; обличчя – маски з відкидним прозорим екраном. Захист від дії зниженої температури досягається використанням теплового спецодягу, а під час опалів – плащів та гумових чобіт.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Що таке атмосферне повітря?
2. Що входить до складу повітря?
3. Яке санітарно-гігієнічне значення циклону?
4. Яке санітарно-гігієнічне значення антициклону?
5. Яка тривалість існування окремого антициклону на території України?
6. Яка тривалість існування окремого циклону на території України?
7. Які шкідливі продукти виділяються у процесі життєдіяльності організму тварин?
8. Які види діяльності охоплюють легкі фізичні роботи?
9. Які види діяльності охоплюють фізичні роботи середньої важкості?
10. Які види роботи охоплюють важкі фізичні роботи?
11. Що відносять до комплексу санітарно-гігієнічних заходів та нормалізації параметрів мікроклімату?

ТЕМА 1. ВИЗНАЧЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ТИСКУ

(ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень; ДСТУ 4693:2006 Мікроклімат тваринницьких приміщень. Терміни та визначення понять; ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT); ДСТУ 7823:2015 Ферми тваринницькі. Вимоги до параметрів мікроклімату тваринницьких приміщень)

Мета роботи: навчитись визначати атмосферний тиск у приміщенні та навколишньому середовищі.

Матеріали та обладнання: барометр, барометр-анероїд, таблиця переводу атмосферного тиску.

Атмосферний тиск та його гігієнічне значення: Атмосферне повітря має вагу і тисне на поверхню Землі. За нормальних умов атмосферне повітря давить на 1 см поверхні Землі із силою 1033 г. **Атмосферний (барометричний) тиск** – це тиск атмосферного повітря поверхню Землі і всі тіла, що на ній розташовані. Добові коливання атмосферного тиску на поверхні Землі становлять 4 – 5 мм рт. ст., а річні – 20 – 30 мм рт.ст. Значні коливання атмосферного тиску впливають на організм тварин, особливо при перегоні тварин на високогірні пасовища. Так, по мірі підйому тварин в гори, тобто підвищення над рівнем моря, атмосферний тиск повітря знижується, що впливає на вміст газів, особливо кисню в повітрі. Змінюється атмосферний тиск і при роботі вентиляційної системи тваринницьких приміщень, а саме коли видається повітря більше, ніж його надходить.

За низького атмосферного тиску у повітрі знижується парціальний тиск кисню. Вдихання такого повітря тваринами викликає кисневе голодування організму. При різкому підйомі тварин у гори розвивається **гірська (висотна) хвороба**. Основною клінічною ознакою гірської хвороби у тварин є прискорення частоти пульсу (тахікардія), кисневе голодування (гіпоксія) головного мозку та тканин. Одним із способів запобігання гірської хвороби у тварин є адаптація організму до зміни висоти над рівнем моря, що може тривати від 7 – 10 днів до місяця, залежно від функціонального стану органів і систем організму.

Зміна атмосферного тиску негативно впливає і на організм людини. Небезпечним для здоров'я людини може бути різкий перехід із середовища нормального атмосферного тиску у середовище з високим тиском і навпаки. Відомо, що на кожні 10 м тиск підвищується на 1 атмосферу, що впливає на розчинність газів (кисню) у крові. При підйомі на поверхню води без декомпенсації в людини виникає **кесонна хвороба**, як результат того, що азот, який розчинився у крові у процесі занурення (зниження тиску) бурхливо виділяється з неї, й не встигає дифундувати через легені назовні. У легкій і помірній своїй формі кесонна хвороба проявляється у вигляді м'язового болю, свербіння шкіри, носових кровотеч. У тяжкій формі може настати параліч кінцівок, ураження легень і серця.

Вимірюють атмосферний тиск повітря при встановленні висоти над рівнем моря, для прогнозу погоди, а також при розрахунку ряду фізичних показників мікроклімату.

Наявність атмосферного тиску експериментально довів італійський фізик Е. Торрічеллі в 1644 р. Скляну трубку, завдовжки близько 100 см, запаяну з одного кінця він заповнив ртуттю, а відкритий кінець занурив у посудину з цим металом. Якщо тиск атмосферного повітря зростає, рівень ртуті в трубці піднімався, а коли знижувався то падав. Середня висота ртутного стовпчика на рівні моря становила близько 760 мм. Відтоді атмосферний тиск виражають у міліметрах ртутного стовпчика (мм рт.ст.). Ця одиниця застосовується також відносно тиску газів: атмосфери, водяної пари, вакууму (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Барометр Торрічеллі [25]

Пізніше атмосферний тиск почали виражати в мілібарах (мбар). Один мбар дорівнює тиску 0,7501 мм рт.ст., а один бар відповідає тиску 750,06 мм рт.ст.

У 1960 р. Генеральна конференція з мір та ваги прийняла рішення про запровадження єдиної міжнародної системи одиниць виміру – Системи інтернаціональної (СИ). У системі «СИ» за одиницю тиску прийнято **паскаль (Па)** – на честь французького фізика Б. Паскаля. Один **Па** дорівнює атмосферному тиску, що створюється силою в 1 Н (0,102 кг), рівномірно розподіленою на площі 1 м². У метеорології барометричний тиск виражають у гектопаскалях (**гПа**).

Тиск атмосфери, що зрівноважує стовпчик ртуті заввишки 760 мм при температурі 0 °С на рівні моря і географічній широті 45 °, дорівнює 1013 гПа, прийнято називати **нормальним тиском (760 мм рт.ст.)**.

Для вимірювання атмосферного тиску використовують ртутні барометри та металеві барометри-анероїди (анероїд від грецького діючий без води, рідини) (рис. 1.5). Ртутні барометри бувають сифонні і чашкові. Вони найбільш точні, але потребують обережного використання і майже не витримують транспортування.



Рис. 1.5. Барометр-анероїд [26]

Барометри-анероїди визначають атмосферний тиск при температурі повітря від 0 до +40 °С і відносній вологості – до 80 %. Вони дають менш точні

показники, але вони портативні, транспортабельні і при регулярній перевірці за ртутним барометром їх широко використовують для гігієнічних досліджень.

Сприймаюча частина барометра-анероїда – металева гофрована коробка (датчик), заповнена розрідженим повітрям (до 50 – 60 мм рт.ст.), яка при збільшенні атмосферного тиску стискається досередини, а при зменшенні вигинається назовні. Через систему важелів ці зміни передаються на фіксуючу частину, в якій стрілка-показчик фіксує атмосферний тиск у гПа. Для перерахунку з одних одиниць виміру в інші існують поправочні коефіцієнти: $1 \text{ гПа} = 1 \text{ г/см} = 0,75 \text{ мм рт.ст. (дод. 1)}$.

Барометр-анероїд зберігають у закритому футлярі у горизонтальному положенні. Показники записують після легкого постукування пальцем по склу, щоб усунути тертя у важелях передачі. Робоче положення приладу – горизонтальне, шкалою вверху.

Окрім барометрів-анероїдів для визначення атмосферного тиску в приміщеннях також використовуються чашкові барометри (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Чашковий барометр [27]

Межі вимірювань атмосферного тиску чашкового барометра: 960 гПа – 1060 гПа (720 мм рт.ст – 790 мм рт.ст.). Ціна поділки: 2 гПа (1 мм рт.ст). Діаметр шкали: 90 мм.

Для тривалих спостережень за змінами атмосферного тиску та їх графічної реєстрації протягом заданого інтервалу часу всередині приміщення або зовні використовують барографи.

Барограф М-22 А – чутливим елементом якого є блок анероїдних коробок, які через систему важелів передають зміни тиску на стрілку з пером, яке заповнене чорнилом. Перо викреслює на розграфленій стрічці барабана криву

коливань атмосферного тиску за добу чи за тиждень (залежно від приладу – добовий чи тижневий). Барабан приводиться в рух годинниковим механізмом.

Принцип роботи барографа ґрунтується на здатності анероїдних коробок звужуватись або розширюватись (деформуватися) при зміні атмосферного тиску повітря. Якщо атмосферний тиск збільшується, коробки прогинаються усередину, якщо зменшується – вигинаються назовні (рис. 1.7).



Рис. 1.7. Барограф М-22А [28]

Зміни атмосферного тиску записуються на діаграмному бланку, укріпленому на барабані. Барабан приводиться в обертання годинниковим механізмом. Барографи виготовляються наступних типів:

- барограф М-22АД – добовий, тривалість фіксації змін атмосферного тиску на діаграмному бланку протягом 26 год;
- барограф М-22АТ – тижневий, тривалість фіксації змін атмосферного тиску на діаграмному бланку протягом 208 год;
- барограф М-22АМ – місячний, тривалість фіксації змін атмосферного тиску на діаграмному бланку протягом 832 год.

Порядок роботи з барографом:

1. Відкрити футляр приладу. 2. За допомогою важеля відвести стрілку від барабана. 3. Вийняти барабан. 4. З барабана зняти пружину, яка фіксує діаграмний бланк, і на ньому записати дату і час початку роботи. 5. Завести годинниковий механізм. 6. На барабан одягти діаграмний бланк і закріпити його пружиною. 7. Барабан надіти на вісь. Спеціальним чорнилом заправити перо. 8. Визначити тиск на момент початку дослідження за ртутним барометром чи барометром-анероїдом і виставити стрілку. 9. Закрити футляр і виставити прилад для фіксування змін атмосферного тиску на *горизонтальну* площину.

Барограф М-22 А реєструє зміни атмосферного тиску у межах 780 – 1060 ГПа, при температурі повітря навколишнього середовища від –10 до +50 °С, з похибкою вимірювання $\pm 1,0$ гПа.

Комбінований прилад – **термогігробарометр GFTB200** (рис. 1.8), який визначає атмосферний тиск у межах від 10,0 до 1100,0 мбар, відносну вологість повітря 0,0 – 100,0 % та температуру $-25,0^{\circ}\text{C}$ – $+70,0^{\circ}\text{C}$, абсолютну (г/м³) та відносну (%) вологості, точку роси, вміст водяної пари (г/кг) у тваринницьких приміщеннях.

Завдяки високоточному датчику, і автоматичної компенсації висоти над рівнем моря, даний прилад забезпечує більш точні параметри ніж аналогові прилади, протягом щохвилинного фіксування перерахованих показників. Швидкість зчитування датчика можна налаштувати в конфігураціях приладу (1 раз в 1 сек або в 1 хв.), що дозволить використовувати пристрій не вимикаючи його на тривалий період часу. Відображення максимального/мінімального значення і функція утримання значення на дисплеї допоможуть в щоденному контролі мікроклімату приміщення. Барометр оснащений функцією стеження за атмосферним тиском і відображає тенденцію його змін за останні 4 години (падіння або підвищення атмосферного тиску). Термогігрометр має функцію зсуву значень від -5,0 до +5,0 одиниць або зсуву шкали в діапазоні від -5,0 % до + 5,0 % що дозволяє калібрувати прилад «під себе».



Рис. 1.8. GFTB200 [29]

Сигнал тривоги сповістить про перевищення максимальних або мінімальних діапазонів заданих оператором.

Термогігробарометр Greisinger GFTB 200 можна підключати до ПК за допомогою USB кабелю і записувати значення за допомогою програмного забезпечення. Великий діапазон робочих температур дозволяє використовувати гігрометр в найскладніших погодних умовах.

Промисловість випускає також різні модифікації барометрів та комбінованих приладів (рис. 1.9 – 1.18), які дають змогу одночасно точно визначати декілька показників.



Рис. 1.9. Барометр [30]



Рис. 1.10. Барометр-анероїд [31]



Рис. 1.11. Термобарометр [32]



Рис. 1.12. Барометр [33]



Рис. 1.13. Термогігробарометр [34]



Рис. 1.14. Термогігробарометр [35]



Рис. 1.15. Барометр [36]

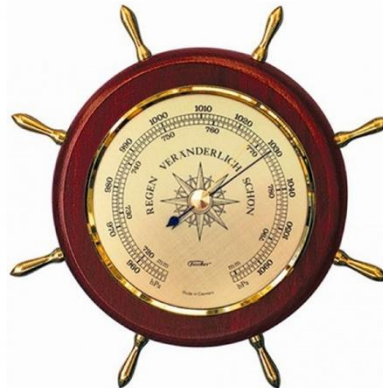


Рис. 1.16. Барометр [37]



Рис. 1.17. Погодна станція [38]



Рис. 1.18. Погодна станція [39]

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Яке гігієнічне значення атмосферного тиску для тварин?
2. Скільки мм рт.ст становлять добові коливання тиску біля поверхні Землі?
3. Скільки мм рт.ст становлять річні коливання тиску біля поверхні Землі?
4. У яких випадках розвивається гірська (висотна) хвороба?
5. У яких випадках кесонна (декомпресійна) хвороба?
6. Хто вперше довів існування атмосферного тиску?
7. У якому році Генеральна конференція з мір та ваги прийняла рішення про запровадження єдиної міжнародної системи одиниць виміру?
8. У яких одиницях прийнято визначати тиск у системі «СІ»?
9. Який тиск прийнято називати нормальним?
10. При якій температурі і відносній вологості повітря визначають атмосферний тиск барометри-анероїди?
11. На чому ґрунтується принцип роботи барографа?
12. Який порядок роботи з барографом?
13. Як влаштовані чашкові барометри?

ТЕМА 2. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ

(ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень; ДСТУ 4693:2006 Мікроклімат тваринницьких приміщень. Терміни та визначення понять; ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT); ДСТУ 7823:2015 Ферми тваринницькі. Вимоги до параметрів мікроклімату тваринницьких приміщень)

Мета роботи: навчитись визначати температуру повітря у приміщенні та навколишньому середовищі.

Матеріали та обладнання: таблиці з нормативами температури для різних видів та статево-вікових груп тварин, термометри різних модифікацій.

Температура повітря та її гігієнічне значення: Температура повітря поряд з його вологістю, рухом, барометричним тиском, а також освітленістю є основними факторами, що характеризують стан повітряного середовища і погоди, визначають клімат та мікроклімат тваринницького приміщення.

Температура повітря впливає на тварин змінюючи температуру їх тіла, обмін речовин, інтенсивність теплопродукції. Вона визначає стан здоров'я і продуктивність тварин. При тривалій дії низької температури повітря для підтримання збалансованого теплообміну тварини споживають більше корму, що призводить до його перевитрат і збільшує собівартість продукції.

Для різних видів тварин існують нижня і верхня температурні межі, за якої в організмі спостерігається збалансований теплообмін, постійна температура тіла, яка підтримується за мінімальних зусиль з боку теплорегуляторних механізмів. Цю зону називають *індиферентною*, або зоною комфорту. Вона позитивно впливає на здоров'я та продуктивність тварин. *Верхню* (теплову) і *нижню* (холодову) температурні точки зони комфорту називаються критичними температурами.

У тварин, основними органами, які забезпечують віддачу тепла організмом у навколишнє середовище є шкіра та легені. Втрата тепла через шлунково-кишковий тракт порівняно незначна. Тепловіддача у тварин відбувається також з сечею, калом, продукцією. На частку шкіри при високій зовнішній температурі припадає в середньому до 85 – 87 % всього тепла, яке віддається, а на частку легень, порівняно незначна кількість. Віддача тепла (**фізична терморегуляція**) у тварин через шкіру забезпечується *конвекцією, випромінюванням, випаровуванням та проведенням (кондукцією)*. Велику роль у цьому процесі відводять потовим залозам шкіри.

Потові залози найбільш розвинені в шкірі коня, вівці, людини. У великої рогатої худоби і свиней вони знаходяться переважно в шкірі морди. У собак, кішок потові залози знаходяться на вільних від волосся ділянках лап. У кролів, щурів, мишей і кіз потові залози шкіри відсутні.

Оцінюють температуру повітря у приміщенні для тварин шляхом порівняння фактичної температури із встановленими зоогігієнічними нормативами (дод. 4 – 9).

Температуру повітря в приміщенні вимірюють також при визначенні його вологості, швидкості руху, газового складу, запиленості, дослідженні теплотехнічних властивостей будівельних матеріалів і будівельних конструкцій, оцінці якості води, теплових властивостей ґрунту і визначенні температури тіла тварин.

Дослідженнями, проведеними з метою вивчення впливу клімату на надої й склад молока лактуючих корів, основну увагу приділяють температурним режимам, оскільки лактуючі корови надзвичайно чутливі до надмірного тепла. Для дійних корів зовнішня температура T_a , понад $+20^{\circ}\text{C}$ викликає дискомфорт, який супроводжується стресом і спричиняє знижене споживання корму, сповільнення процесів ферментації в рубці та істотне зниження надоїв.

Для вимірювання температури повітря використовують різні види термометрів та комбінованих приладів. За конструкцією і будовою термометри поділяють на ртутні, спиртові (рідинні), самописні та електричні. За призначенням вони бувають – нормальні, максимальні, мінімальні і комбіновані, максимально-мінімальні. В наукових дослідженнях інколи використовують термопари (рис. 1.19, 1.20, 1.21, 1.22).



Рис. 1.19. Ртутний термометр [40]



Рис. 1.20. Спиртовий термометр [41]

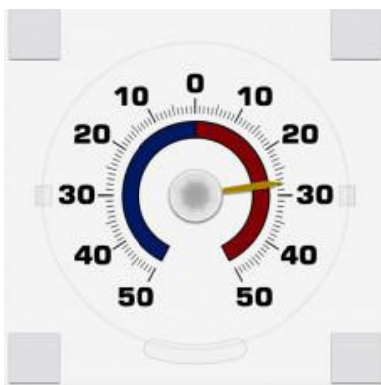


Рис. 1.21. Біметалевий побутовий термометр [42]



Рис. 1.22. Термопара ТХА-2088 [43]

Ртутні термометри відрізняються великою точністю, дозволяють вимірювати температуру в межах від -39°C до $+1000^{\circ}\text{C}$, але при температурах нижчих від $-39,4^{\circ}\text{C}$ ртуть замерзає. Спиртові термометри менш точні, але дають можливість вимірювати низькі температури (до -130°C).

Точність таких термометрів – $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$. Головна причина погрішності ртутного термометра пов'язана з поступовими необоротними змінами пружних властивостей скла. Вони призводять до зменшення об'єму скла й підвищенню точки відліку. Крім того, помилки можуть виникати в результаті неправильного зчитування показань або через розміщення термометра в місці приміщення, де температура не відповідає зовнішній температурі повітря.

Погрішності спиртових і ртутних термометрів подібні. Додаткові помилки можуть виникати через сили зчеплення між спиртом і скляними стінками трубки, тому при швидкому зниженні температури частина рідини втримується на стінках. Крім того, спирт на світлі зменшує свій об'єм.

Крім звичайних ртутних та спиртових термометрів, використовують термометри спеціальних конструкцій – для вимірювання температури плоских поверхонь (стін, підлог, поверхні тіла тощо), захищені футляром з черпаком для визначення температури води, для вимірювання температури ґрунту, для визначення температури при різних хімічних реакціях, ртутні з градуванням від $+30$ до $+40^{\circ}\text{C}$ для інкубаторів. Температура $37,5^{\circ}\text{C}$ відмічена червоним кольором як оптимальна в процесі інкубації, ціна поділки шкали – $0,1^{\circ}\text{C}$ (рис. 1.23, 1.24, 1.25, 1.26).



Рис. 1.23. Термометр для м'яса [44]



Рис. 1.24. Термометр для ґрунту [45]



Рис. 1.25. Термометр для рідин [46]



Рис. 1.26. Термометр для інкубатора [47]

Біметалевий термометр складається із двох тонких пластинок металу, наприклад мідної й залізної, які при нагріванні розширюються в різному ступені (рис. 1.27). Їхні плоскі поверхні щільно прилягають одна до одної. Така біметалева пластинка скручена в спіраль, один кінець якої жорстко закріплений. При нагріванні або охолодженні спіралі обидва метали розширюються або стискаються по-різному, а спіраль або розкручується, або тугіше скручується. За покажчиком, прикріпленим до вільного кінця спіралі, судять про величину цих змін.



Рис. 1.27. Термометр кімнатний [48]

Прикладом біметалевих термометрів є кімнатні термометри із круглим циферблатом (див. рис. 1.27). В останній час поширено застосування **електричних термометрів** та **гігрометрів** (рис. 1.28, 1.29), принцип роботи яких ґрунтується на використанні напівпровідникових термоелементів – терморезисторів.

Вони відрізняються великою точністю і бувають різних типів. Правила роботи з електричними термогігрометрами викладені у спеціальних інструкціях, що додаються до приладів.

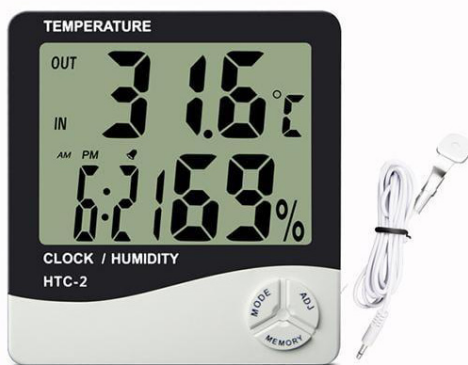


Рис. 1.28. Електричний термогігрометр [49]



Рис. 1.29. Електричний термогігрометр [50]

Безконтактний інфрачервоний термометр ThermoSpot (рис. 1.30) – прилад для безконтактного визначення температури поверхні тіла. Вбудована сенсорна вимірювальна головка сприймає інфрачервоне випромінювання, що виходить з кожної поверхні тіла, яка відрізняється залежно від матеріалу. Лазерний промінь вказує на місце, де проводиться вимірювання температури. На екрані висвічується максимальне значення температури вимірюваної поверхні.

На екрані також висвічується останнє значення заміру. Визначення температури можна проводити в $^{\circ}\text{C}$ та в $^{\circ}\text{F}$. Межі визначення від -20° до $+315^{\circ}\text{C}$ з точністю $\pm 2^{\circ}\text{C}$. При визначенні температури необхідно слідкувати за тим, щоб між приладом і вимірювальною поверхнею не було перешкод у вигляді пари, газу, пилу, скла.

Окружність лазерного променя служить для прицілювання і наглядного відображення місця інфрачервоного вимірювання.

Вимірювання температури відбувається тільки на поверхні в межах окружності лазерного променя. **Суворо забороняється** направляти лазерний промінь приладу в очі людям. Промисловість випускає комбіновані прилади, які дають можливість одночасно визначати декілька параметрів.

Термоанемометр типу АТТ1004 (рис. 1.31), портативний переносний прилад, який використовується для вимірювання температури в межах від 0 до +50 °С з точністю 0,1 °С та погрідністю 0,8 °С, швидкості руху повітря від 0,2 до 20,0 м/с з точністю 0,1 м/с і швидкості повітряних потоків від 0,7 до 72,0 км/год з точністю 0,1 км/год.

Термогігрометр Fluke 971 (рис. 1.32) – легкий, міцний, компактний та зручний прилад у користуванні, який дозволяє досить швидко та одночасно визначати температуру та відносну вологість повітря.

Визначає точку роси та температуру по вологому термометрі. Пам'ять приладу дозволяє зберігати до 99 результатів вимірювань.



Рис. 1.30. Безконтактний інфрачервоний термометр ThermoSpot



Рис. 1.31. Термоанемометр [51]



Рис. 1.32. Термогігрометр PCE-444 [52]

Також зберігає мінімальні, максимальні та середні значення. Ергономічний дизайн із убудованим затиском для кріплення до поясного ремня й захисним футляром. Дисплей з одночасною індикацією двох параметрів і фоновим підсвічуванням. Гвинтовий захисний ковпачок. Індикатор низького рівня заряду батареї.

Температура повітря у приміщенні для тварин залежить від їх виду, віку, способу утримання і типу приміщення.

Триста років тому з'ясували, що температура суміші води й льоду постійна, через 50 років складув **Фаренгейт** установив, що температура кип'ятіння також залишається постійною (за постійного тиску). Ці дві постійні точки дали можливість відкалібрувати (розмітити) термометр. Ми користуємось термометрами, градуйованими у градусах **Цельсія** (°С), який запропонував поділити

відстань між цими точками на 100 відрізків. Шкалою Цельсія користуються вже понад 200 років, поділки на шкалі називають градусами. Відомі й інші температурні шкали: у термометрах із шкалою **Реомюра** ($^{\circ}\text{R}$) точка танення льоду -0° , а точка кипіння води -80° ; у термометрах із шкалою **Фаренгейта** ($^{\circ}\text{F}$) точка танення льоду $+32^{\circ}$, а точка кипіння води $+212^{\circ}$. Отже, 1° шкали Цельсія еквівалентний $0,8^{\circ}$ шкали Реомюра і $1,8^{\circ}$ шкали Фаренгейта.

Для переведення однієї температурної шкали в іншу визначено такі коефіцієнти:

$$1^{\circ}\text{C} = 4/5^{\circ}\text{R} \text{ або } 9/5^{\circ}\text{F};$$

$$1^{\circ}\text{R} = 5/4^{\circ}\text{C} \text{ або } 9/4^{\circ}\text{F};$$

$$1^{\circ}\text{F} = 5/9^{\circ}\text{C} \text{ або } 4/9^{\circ}\text{R}.$$

Приклад. 1. Температура тіла тварини 38°C . Це становить $\frac{38^{\circ}\text{C} \times 4}{5} = 30,4^{\circ}\text{R}$, або $\frac{38^{\circ}\text{C} \times 9}{5} = 100,4^{\circ}\text{F}$.

2. Температура повітря 10°R . Це становить $\frac{10^{\circ}\text{R} \times 5}{4} = 12,5^{\circ}\text{C}$, або $\frac{10^{\circ}\text{R} \times 9}{4} + 32 = 54,5^{\circ}\text{F}$.

3. Температура тіла людини 98°F . Це становить $\frac{(98^{\circ}\text{F} - 32) \times 4}{9} = 29,33^{\circ}\text{R}$, або $\frac{(98^{\circ}\text{F} - 32) \times 5}{9} = 36,7^{\circ}\text{C}$.

За нульову точку в температурній шкалі **Кельвіна** прийнято температуру $-273,16^{\circ}\text{C}$ (температура абсолютного нуля).

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Яке основне гігієнічне значення температури повітря для організму тварин?
2. Як впливає температура повітря на організм тварин?
3. Що відбувається при тривалій дії низької температури повітря на організм тварини?
4. Яка зона називається індиферентною?
5. Які температури зони комфорту називаються критичними?
6. Через які основні органи організму забезпечується віддача тепла у навколишнє середовище?
7. Як визначають температуру безконтактним інфрачервоним термометром?

ТЕМА 3. ВИЗНАЧЕННЯ ГІГРОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПОВІТРЯ ТВАРИННИЦЬКОГО ПРИМІЩЕННЯ. РОЗРАХУНОК ТВІ ТВАРИННИЦЬКОГО ПРИМІЩЕННЯ

(ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень; ДСТУ 4693:2006 Мікроклімат тваринницьких приміщень. Терміни та визначення понять; ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT); ДСТУ 7823:2015 Ферми тваринницькі. Вимоги до параметрів мікроклімату тваринницьких приміщень; ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція, кондиціювання»)

Мета роботи: ознайомлення з будовою та роботою приладів контролю гігromетричних показників, та методами визначення вологості повітря та ТВІ тваринницьких приміщень.

Матеріали та обладнання: термометр ртутний або спиртовий, барометр-анероїд, секундомір, дистильована вода, піпетка, штативи, таблиця Максимальна пружність водяних парів, мм рт.ст., статичний психрометр Августа, динамічний аспіраційний психрометр Ассмана.

Вологість повітря та її гігієнічне значення: Вологість повітря впливає на тваринний організм прямо (безпосередньо на шкіру, слизові оболонки, волосяний покрив, органи дихання а також на процеси тепловіддачі), і опосередковано – змінюючи інші фактори повітря приміщення (охолоджувальну здатність повітря, накопичення шкідливих газів, бактеріальне та пилове забруднення повітря, теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій приміщення, якість кормів та води).

Холодне вологе повітря є більш теплоємним і теплопровідним. За таких умов у тварин збільшується тепловіддача, знижується температура поверхні тіла, з'являються простудні захворювання.

За вологого повітря у тварин знижується потовиділення, погіршується тепловіддача, що призводить до порушення процесів теплообміну в організмі, погіршення апетиту, зниження продуктивності.

Встановлено гігієнічні норматив, щодо оптимальних значень гігromетричних показників повітря у приміщеннях для тварин:

абсолютна вологість повітря (e)	– 5 – 10 г/м ³ ;
дефіцит насичення (Д)	– 0,4 – 4,5 г/м ³ ;
точка роси (t °C)	не більш 3,0 °C
відносна вологість повітря (R)	60 – 70 % (не більше 85 %)

Абсолютна вологість повітря (e) – маса у г, або пружність водяної пари у мм рт.ст. в 1 м³ повітря за даної температури і атмосферного тиску.

Максимальна вологість повітря (E) – це максимальний вміст (г) або пружність водяної пари (мм рт.ст.) за даних умов у г/м^3 . Визначають максимальну вологість повітря за показниками «сухого» та «вологого» термометрів, використовуючи спеціальну таблицю (дод. 10).

Відносна вологість повітря (R) – відношення абсолютної вологості до максимальної, вираженої у відсотках:

$$R = \frac{e}{E_{tc}} \times 100 \quad \%.$$

де: **R** – відносна вологість повітря, %;

e – абсолютна вологість повітря, г/м^3 ;

E_{tc} – максимальна вологість повітря, г/м^3 (за показником «сухого» термометра (дод. 10)).

Дефіцит насичення (D) – різниця між максимальною і абсолютною вологістю при певній температурі, виражена в г/м^3 або мм рт.ст.:

$$D = E_{tc} - e.$$

де: **D** – дефіцит насичення, г/м^3 ;

E_{tc} – максимальна вологість повітря, г/м^3 (за показником «вологого» термометра (дод. 10));

e – абсолютна вологість повітря, г/м^3 .

Точка роси (t °C) – температура повітря, при якій водяна пара досягає повної насиченості, абсолютна вологість наближується до максимальної, і при зниженні цієї ж температури хоча б на 1 °C, водяна пара конденсується у вигляді крапель.

Фізіологічні показники вологості – абсолютна вологість повітря, максимальна вологість повітря, відносна вологість повітря, дефіцит насичення та точка роси при температурі поверхні тіла тварин.

Визначення абсолютної вологості повітря

Абсолютну вологість повітря визначають за допомогою статичного психрометра Августа (рис. 1.47) або динамічного (аспіраційного) психрометра Ассмана (**аспірація** від лат. – дихання, відсмоктування).

Статичний психрометр Августа (гігрометр психрометричний ВІТ-1 і ВІТ-2) (рис. 1.47) складається із пластмасової основи, на якій закріплено два спиртових термометри (ціна поділки 0,2 °C), які змонтовані на відстані 5 см один від одного. Резервуар одного термометра («вологого») обгорнутий знежиреним батистом (марлею) у 2 – 3 шари, а вільний кінець батисту опущений в середину скляного резервуара (скляна трубка) з дистильованою або двічі прокип'яченою водою. Води для дослідження беруть 1 – 1,5 мл.

Діапазон вимірювання температури «сухим» термометром статичного психрометра ВІТ-1 – 0 – (+)25 °C, а ВІТ-2 – (+)15 – (+)40 °C.



Рис. 1.47. Загальний вигляд психрометра Августа (ВІТ-1 і ВІТ-2) [68]

При проведенні досліджень психрометр Августа підвішують на штативі в точці дослідження і через 10 – 15 хвилин знімають показання термометрів.

Внаслідок випаровування води з поверхні «вологого» термометра він буде більше охолоджуватись і його показники будуть нижчі, ніж «сухого». Чим нижче відносна вологість, тим більше різниця показань термометрів. При 100 % вологості повітря різниці показань термометрів не буде, вони будуть однакові.

Знімають показники температури «сухого» і «вологого» термометрів, які використовують для розрахунку абсолютної вологості повітря (e). При цьому враховують поправку на швидкість руху повітря у приміщенні. Абсолютну вологість повітря визначають за формулою:

$$E = E_{\text{тв}} - \alpha (T_{\text{с}} - T_{\text{в}}) \times B,$$

де e – абсолютна вологість повітря, г/м³;

$E_{\text{тв}}$ – максимальна вологість повітря за показниками вологого термометра (визначають за таблицею, дод. 10), г/м³;

α – психрометричний коефіцієнт, залежить від швидкості руху повітря у приміщенні;

0,0013 – у закритому приміщенні і вимкненій вентиляції;

0,0011 – за звичайних умов, коли вентиляція увімкнена;

0,0007 – за великих швидкостей руху повітря в атмосфері;

$T_{\text{с}}$ – температура повітря за сухим термометром, °C;

$T_{\text{в}}$ – температура повітря за вологим термометром, °C;

B – барометричний тиск повітря у момент дослідження, мм рт.ст.

Наприклад: якщо $T_{\text{с}} = 8$ °C; $T_{\text{в}} = 6$ °C; $B = 750$; $\alpha = 0,0011$, тоді за даними додатку 2 – $E_{\text{тв}} = 8,02$ г/м³, а $E_{\text{тв}} = 7,0$ г/м³.

$$e = 7,0 - [0,0011 \times (8 - 6) \times 750] = 5,35 \text{ г/м}^3.$$

Знаючи показники абсолютної і максимальної вологості повітря, розраховують відносну вологість повітря за формулою:

$$R = e/E_{tc} \times 100 \text{ \%}.$$

Приклад. Відносна вологість повітря буде:

$$R = \frac{5,35}{8,02} \times 100 = 66,7 \text{ \%}$$

Знаючи показники максимальної і абсолютної вологості повітря, розраховують дефіцит насичення повітря за формулою:

$$D = E_{tc} - e.$$

$$D = 8,02 - 5,35 = 2,67 \text{ г/м}^3.$$

За одержаними показниками можна розрахувати значення точки роси. Точку роси у приміщенні визначають за таблицею максимальної пружності повітря (дод. 10). Якщо відома абсолютна вологість повітря (у прикладі $5,35 \text{ г/м}^3$), за таблицею знаходять значення температури, яка відповідає або близька до абсолютної вологості повітря, і визначають за якої температури вона перетворюється на максимальну. У даному випадку точка роси = $2,1^\circ\text{C}$.

Аспіраційний (динамічний) психрометр Ассмана (рис. 1.48) складається із металевого корпусу, в який вмонтовано два ртутних термометри та пристрій для збудження (руху) повітря, який приводиться у дію пружиною вентилятора. Резервуари термометрів вміщені в металеві гільзи, що захищають їх від променевої енергії. Один з термометрів «вологий», його резервуар обгорнутий батистом або марлею, який змочують спеціальною піпеткою, а другий термометр – «сухий».



Рис. 1.48. Загальний вигляд психрометра Ассмана [69]

Порядок роботи з приладом. Перед початком вимірювань вологості повітря змочують дистильованою водою батист «вологого» термометра, і заводять пружину вентилятора до кінця та встановлюють прилад на штативі в точці дослідження. Показання температури знімають через 3 – 5 хв. після зупинки роботи вентилятора психрометра.

Внаслідок випаровування вологи з батисту, «вологий» термометр буде швидше охолоджуватись, і його показники будуть нижчі, ніж «сухого» термометра.

Випаровування вологи зупиниться за максимального насичення повітря водяною парою навколо приладу.

Психрометр Ассмана є більш точним порівняно із психрометром Августа. У ньому ртутні резервуари термометрів захищені від дії зовнішніх факторів, а вентилятор забезпечує постійну швидкість руху повітря – 4 м/с. Тому психрометричний коефіцієнт постійний і становить 0,5. Використовуючи показники «вологого» і «сухого» термометрів приладу розраховують абсолютну вологість повітря за формулою:

$$e = E_{\text{тв}} - 0,5 \times (T_{\text{с}} - T_{\text{в}}) \times B/755,$$

де e – абсолютна вологість повітря, г/м³;

$E_{\text{тв}}$ – максимальна вологість повітря за показниками вологого термометра (визначають за таблицею, дод. 11), г/м³;

0,5 – психрометричний коефіцієнт;

$T_{\text{с}}$ – температура повітря за сухим термометром, °С;

$T_{\text{в}}$ – температура повітря за вологим термометром, °С;

B – барометричний тиск повітря у момент дослідження, мм рт.ст.;

755 – середнє значення барометричного тиску повітря, мм рт.ст.

Абсолютну вологість повітря можна визначити також ваговим або хімічним методом. Використовують також психрометри з електроелементами. Однак ці методи складні і не використовуються у гігієнічних дослідженнях.

На практиці для вимірювання відносної вологості повітря найчастіше застосовують психрометри Августа. Розраховують відносну вологість повітря за різницею температур приладу за допомогою спеціальної таблиці, яка наведена на корпусі приладу (табл. 1.3).

Таблиця 1.3. Психрометрична таблиця

Показання вологого термометра, °С	Різниця показників сухого і вологого термометрів, °С											
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
6	92	85	78	72	67	61	56	50	45	41	35	33
7	92	86	79	73	68	62	57	52	47	43	39	35
8	93	86	80	74	68	63	58	54	49	45	41	37
9	93	86	81	75	70	65	60	55	51	57	43	39
10	94	86	82	76	71	66	61	57	53	48	45	41
11	94	88	82	77	72	67	62	58	55	50	47	43
12	94	88	82	78	73	68	63	59	56	52	48	44
13	94	88	84	78	73	68	63	59	57	53	50	46
14	94	89	83	79	74	70	66	62	58	54	51	47
15	94	89	84	80	75	71	67	63	59	55	52	49
16	95	90	84	80	75	72	67	64	60	57	53	50
17	95	90	84	81	76	73	68	65	61	58	54	52
18	95	90	85	81	76	74	69	66	62	59	56	53
19	95	91	85	82	77	74	70	66	63	60	57	54
20	95	91	86	82	78	75	71	67	64	61	58	55
21	95	91	86	83	79	75	71	68	65	62	59	56

Встановлені **оптимальні межі вимірювання** відносної вологості повітря статичним психрометром Августа (ВІТ-1 і ВІТ-2) – **20 – 90 %**.

Визначення абсолютної вологості повітря психрометром Августа можливе лише при температурах повітря, які вказані на шкалі термометрів, але не нижче – 5 °С. При використанні психрометра Ассмана значення температури повітря не повинно бути нижче –10 °С.

Якщо визначення вологості повітря здійснюється за його мінусових температур, тоді батист, яким обгорнуто резервуар мокрого термометра, підрізують нижче нитки перев'язки. Змочують її дистильованою водою кімнатної температури, і витирають краплі води, що стікають з тканини. Через 30 хв. знімають показники температури «сухого» і «вологого» термометрів. При цьому відмічають покритий льодом чи лише змочений водою резервуар термометра. Відповідно до цього за таблицями визначають величину максимальної пружності водяної пари.

Прилади для визначення відносної вологості повітря

Відносну вологість повітря визначають за допомогою класичних та сучасних гігрометрів та їх комбінацій із іншими приладами. Чутливим елементом гігрометрів є знежирене волосся, яке при збільшенні вологості повітря видовжується, а при її зниженні скорочується.

Найбільш простим є волосяний гігрометр типу МВ-1, М-19 (рис. 1.49). Він складається з металевого корпусу, шкали та стрілки, що з'єднана з волосиною.

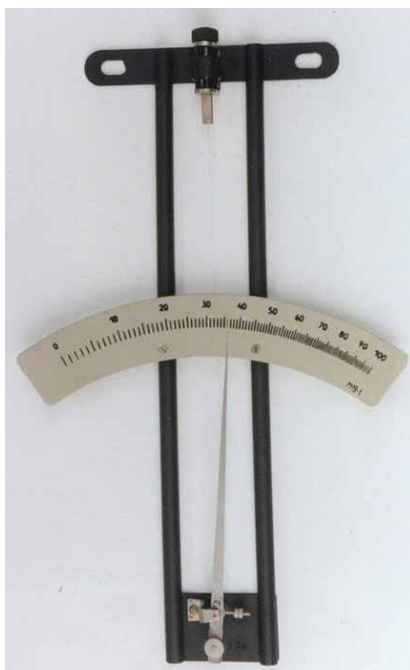


Рис. 1.49. Загальний вигляд волосяного гігрометра типу М-19 [70]

Принцип роботи приладу заснований на властивості знежиреного людського волосся змінювати довжину залежно від відносної вологості повітря.

Довжина підготовленого в такий спосіб волосся має майже логарифмічну залежність від відносної вологості повітря в діапазоні від 20 до 100 %. Час,

необхідний для реакції волосся на зміну вологості, залежить від температури повітря (чим нижче температура, тим він більший). Прилад встановлюють у точці дослідження вертикально і через 15 хв знімають показання шкали, на якій наведено значення відносної вологості повітря.

Для визначення відносної вологості повітря використовують також *гігрометр волосяний в круглій оправі М-68* (рис. 1.50) та *BARIGO 420MS* (рис. 1.51), що мають металевий або пластмасовий корпус і шкалу з поділками від 0 до 100.



Рис. 1.50. Гігрометр М-68 [71]

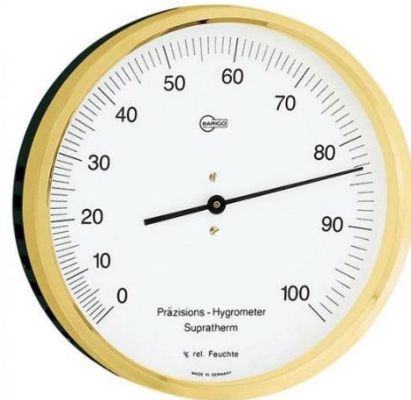


Рис. 1.51. Гігрометр BARIGO 420MS [72]

Для реєстрації відносної вологості протягом доби чи тижня використовують також різні види *гігрографів* (рис. 1.52).



Рис. 1.52. Гігрограф М-21А [73]

Сприймаючим елементом гігрографа є знежирений пучок волосся. Перед початком роботи визначають відносну вологість повітря психрометром Ассмана і за допомогою регулюючого гвинта виставляють на стрічці барабана гігрографа. Заправляють барабан спеціальною стрічкою а перо – чорнилом, заводять годинниковий механізм та встановлюють прилад у точці вимірювання. Показники відносної вологості знімають через добу, тиждень чи місяць.

Портативний вимірювач погоди Kestrel 3000 (рис. 1.53) – прилад для вимірювання фізичних властивостей повітря навколишнього середовища, таких

як поточна швидкість руху повітря, максимальний порив вітру, середня швидкість руху повітря, температура повітря, охолоджуюча здатність вітру, відносна вологість повітря, індекс теплового навантаження та точка роси.

Крім того, прилад має водонепроникний корпус, що дозволяє визначати температуру води та снігу.

Недотримання параметрів мікроклімату (температура, відносна вологість, швидкість руху повітря) у тваринницьких приміщеннях, особливо в літній період, може призвести до виникнення теплового стресу у тварин.

Тепловий стрес – стан організму тварини, який виникає під дією утримання, на протязі певного періоду часу, в середовищі, температурні показники якого перевищують значення верхньої (оптимальної) межі для даного виду тварин. За показником температури та вологості повітря у приміщенні визначають ступінь теплового стресу корів.



Рис. 1.53. Комбінований прилад Kestrel 3000 [74]

Основними клінічними ознаками теплового стресу у лактуючих корів є підвищення ректальної температури, прискорення дихання, зміна поведінки, виникнення респіраторного алкалозу, порушенням репродуктивної функції, випадання язика. При цьому в молоці знижується вміст нежирних сухих речовин, білка, лактози й жиру. Діагностика теплового стресу у корів передбачає визначення температури та відносної вологості повітря у приміщенні.

Вказані показники застосовуються для визначення **температурно-вологісного індексу (TBI Temperature humidity index)** (дод. 10). TBI дає змогу оцінити стан здоров'я тварин та розробити систему заходів для попередження теплового стресу у корів.

При профілактиці теплового стресу у корів важливо знати значення TBI та застосовувати відповідні заходи з охолодження повітря приміщення.

Розрахунок температурно-вологісного індексу (TBI) проводять за формулою (вітчизняний варіант):

$$TBI = T_{c.t.} + 0,36 \times T_{т.р.} + 41,2;$$

де $T_{c.t.}$ – температура сухого термометра, $^{\circ}C$;

$T_{т.р.}$ – температура точки роси, $^{\circ}C$.

$$T_{т.р.} = T_{c.t.} - T_{в.т.},$$

де $T_{c.t.}$ – температура сухого термометра, $^{\circ}C$.

За показниками TBI встановлюють ступінь стресу у лактуючих корів:

TBI 70 і нижче – норма;

71 – 78 (тривожний стан);

79 – 83 (небезпечний стан);

83 і більше (критичний стан).

Температурно-вологісний індекс (**TBI**) розраховують за формулами (зарубіжний варіант):

$$\mathbf{TBI = 0,8 \times Ta + RH \times (Ta - 14,4) + 46,4;}$$

або

$$\mathbf{TBI = 0,8 \times Ta + RH/100 \times [(Ta - 14,4) + 46,4];}$$

де **Ta** – температура повітря, °C;

RH – відносна вологість, %.

За показниками **TBI** встановлюють ступінь стресу у лактуючих корів:

TBI > 64 (тепловий стрес мінімальний);

> 72 (тепловий стрес помірний);

> 77 (тепловий стрес сильний);

> 84 (тепловий стрес загрозливий).

За дії низької температури повітря на лактуючих корів може виникати **холодовий стрес**, якщо її значення знижується до -5°C і нижче.

Для оцінки холодового стресу у корів використовують індекс охолоджувальної здатності повітря **WCT-індекс** (Wind chill temperature), який розраховують за формулою:

$$\mathbf{WCT = 13,72 + 06215 \times Ta - 13,17 \times V^{0,16} + 0,3965 \times (Ta \times V^{0,16});}$$

де **Ta** – температура повітря, °C;

V – швидкість руху повітря, км/год.

Незважаючи на те, що в сучасних стандартах відправною точкою вважається значення індексу **TBI** 72 до початку процесу охолодження, дослідження показують, що фізіологічні параметри й надой молока починають змінюватися при показниках, нижчих за 72 (рис. 1.54). Тому для чистоти дослідження обрали діапазон значень 65 – 72.

До недавнього часу показник **TBI** 72 вважався моментом, коли тепло та вологість починали напружувати молочних корів. Дослідники університету Арізони виявили, що показник **TBI** 68 є кращим показником (звісно, при відповідній продуктивності стада).

Оскільки показник **TBI** відображає комбінований вплив температури і вологості повітря вже за температури 20°C при 100-відсотковій відносній вологості, його значення може становити 68. Саме тому дуже важливо управляти вказаними параметрами мікроклімату, а не лише за показником температури. У таблиці показано **TBI** для діапазону температур та відносної вологості, та умовно як вони впливають на лактуючих корів (рис. 1.54).

Заходи по зниженню впливу високих температур (охолодження) необхідно планувати і вживати заздалегідь, щоб не допустити зайвого нагрівання, а тим більш перегрівання, тварин (рис. 1.55).

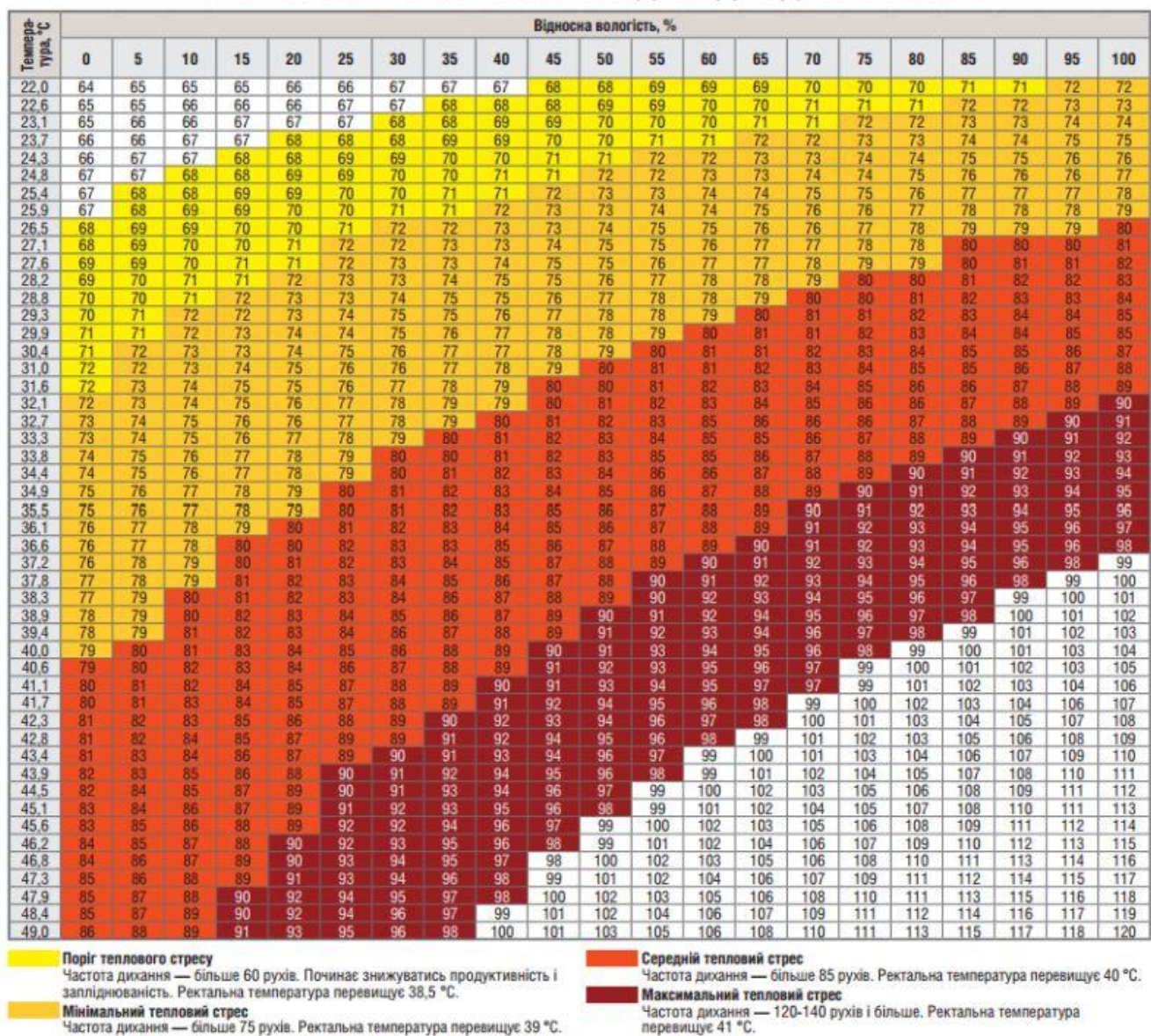


Рис. 1.54. Температурно-вологісний індекс для лактуючих корів

Крім зовнішнього охолодження, для зниження негативного впливу теплового стресу на тварин важливо давати їм правильно підібраний і збалансований корм у спекотний період. Наприклад, кормові добавки, що містять у своєму складі органічні кислоти, знижують активність бактерій у кормі й запобігають його зігріванню. Завдяки цьому вдається уникнути неприємного запаху корму, зберегти його смакові властивості й таким чином підтримати належне споживання корму, що особливо важливо в літній період.

Наявність у кормових добавках бетаїну сприяє підтриманню водного балансу в клітинах, оскільки він накопичується в них і захищає їх від осмотичного стресу та зневоднення, підтримуючи водний та іонний баланс. Таким чином у періоди осмотичного стресу зберігається нормальна робота клітин. Підтримання водного балансу в клітинах – це енергозатратний процес, однак наявність бетаїну в раціоні нормалізує роботу печінки, кишкового епітелію та інших органів і зберігає обмінну енергію для росту тварин.



Рис. 1.55. Застосування системи зволоження повітря для підвищення охолоджувальної здатності [81]

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Яке основне гігієнічне значення температури повітря для організму тварин?
2. Як впливає температура повітря на організм тварин?
3. Що відбувається при тривалій дії низької температури повітря на організм тварини?
4. Яка зона називається індиферентною?
5. Які температури зони комфорту називаються критичними?
6. Які органи організму забезпечують віддачу тепла у навколишнє середовище?
7. Як відбувається віддача тепла проведенням?
8. Як називається прилад для визначення температури?
9. У яких одиницях прийнято визначати температуру у системі «СІ»?
10. Які межі визначення ртутним термометром?
11. Які межі визначення спиртовим термометром?
12. Як визначають температуру безконтактним інфрачервоним термометром?

ТЕМА 4. ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ І ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОВІТРЯ

(ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень; ДСТУ 4693:2006 Мікроклімат тваринницьких приміщень. Терміни та визначення понять; ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT); ДСТУ 7823:2015 Ферми тваринницькі. Вимоги до параметрів мікроклімату тваринницьких приміщень; ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція, кондиціювання»)

Мета роботи: ознайомлення з будовою та роботою приладів та методами визначення швидкості руху повітря та його охолоджувальних властивостей повітря. Визначення швидкості руху та охолоджувальних властивостей повітря у тваринницьких приміщеннях.

Матеріали та обладнання: термометр ртутний або спиртовий, барометр-анероїд, секундомір, кататермометр, гаряча вода ($65 - 70^{\circ}\text{C}$), суха серветка, анемометр чашковий, анемометр крильчастий, штатив.

Рух повітря і його гігієнічне значення. Атмосферне повітря рухається безперервно: воно піднімається (висхідний рух), опускається (низхідний рух) та переміщується в горизонтальному напрямку (вітер). Загальна циркуляція повітряних мас залежить від: сонячної енергії (нерівномірне нагрівання земної поверхні), географічної широти, різниці атмосферного тиску.

Рух повітря характеризується швидкістю та напрямом. Швидкість вітру виражається в метрах за секунду або в балах; напрямок – визначається за назвою тієї частини горизонту, звідки дме вітер і позначається в румбах (головні румби: північ (Пн), південь (Пд), схід (С), захід (З)). Швидкість та напрямок вітру необхідно враховувати при виборі місця розташування населеного пункту, влаштуванні на його території лікарень, шкіл, спортивних споруд, житлових об'єктів, які слід розміщувати з навітряного боку по відношенню до промислових та тваринницьких підприємств.

Визначення напрямку вітру. Напрямок вітру визначають за тією стороною горизонту, звідки він дме. Якщо, наприклад, вітер дме із заходу, його називають західним. Це означає, що повітря переміщується із заходу на схід.

Швидкість вітру залежить від атмосферного тиску. Чим більша різниця атмосферного тиску між різними ділянками земної поверхні, тим сильніший вітер. Вона вимірюється у метрах за секунду. Біля земної поверхні вітри найчастіше дмуть зі швидкістю $4 - 8$ м/с. У давні часи, коли ще не було приладів, швидкість і силу вітру визначали за місцевими ознаками: в морі – за дією вітру на воду і вітрила суден, на суходолі – за верхівками дерев, відхиленням диму з труб.

Найсильніші вітри біля земної поверхні дмуть в Антарктиді – 87 м/с (окремі пориви сягали 90 м/с). Найбільша швидкість вітру в Україні зафіксована в Криму на горі Ай-Петрі – 50 м/с.

Роза вітрів – це графічне зображення панівних напрямків вітру на певній території за тривалий період часу (місяць, рік). Будують розу вітрів за напрямками сторін горизонту. Підраховують, скільки днів протягом місяця було з північним вітром, південним і ін. На лініях відповідних напрямків від центра відкладають кількість відрізків-днів з вітрами цього напрямку. Наприклад, умовно один день приймають за відрізок у 0,5 см. Якщо північний вітер дув шість разів, то на лінії з півночі відкладають 6 відрізків по 0,5 см ($6 \times 0,5 \text{ см} = 3 \text{ см}$), якщо північно-західний дув 4 рази, то на лінії з північного-заходу відкладають 2 см і т.д. (рис. 1.56).

Точки, позначені на лініях, послідовно з'єднують. У центрі розміщують кружок, в якому записують число днів без вітру.

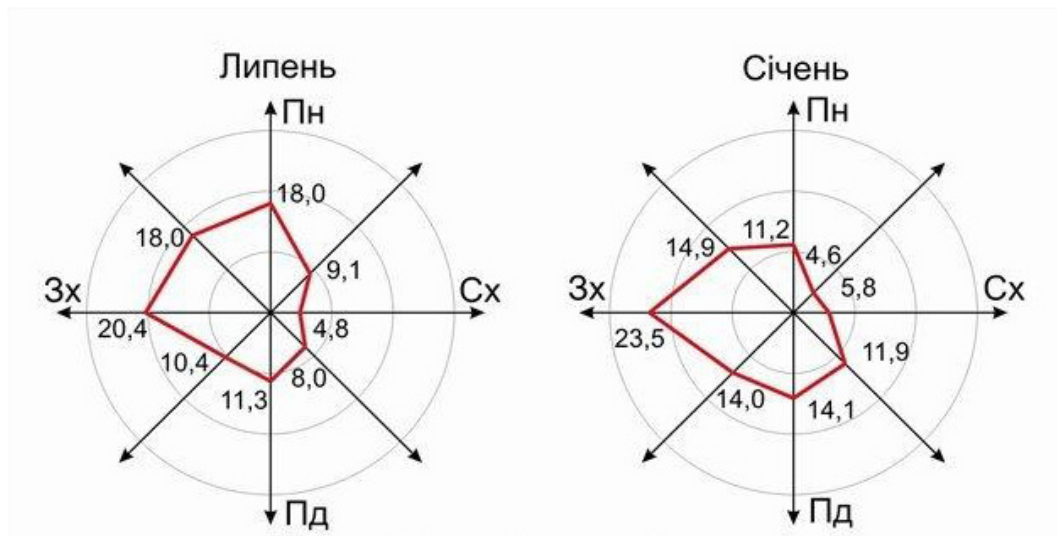


Рис. 1.56. Роза вітрів [75]

Графічне зображення напрямів повітряних потоків всередині приміщення називають **аерорумбограмою** (рис. 1.57). Вона представляє собою схему розподілу припливного і витяжного повітря по горизонталі, вертикалі і нахилу до горизонту.

З допомогою цієї схеми можна визначити нерухомі, чи закріплені «мертві» зони повітряного середовища – **аеростази**, та дати оцінку вентиляції за розподілом чистого повітря у приміщенні.

Причини виникнення в приміщеннях підвищеного руху повітряних мас:

- неправильне розміщення приміщення щодо пануючих вітрів;
- пошкодження цілісності огорожуючих конструкцій (стіни, вікна, двері);
- невідрегульована робота вентиляційного обладнання;
- низька наповненість приміщень тваринами;
- відсутність утеплення огорожуючих конструкцій, що володіють найвищою теплопровідністю (вікна, стеля, двері).

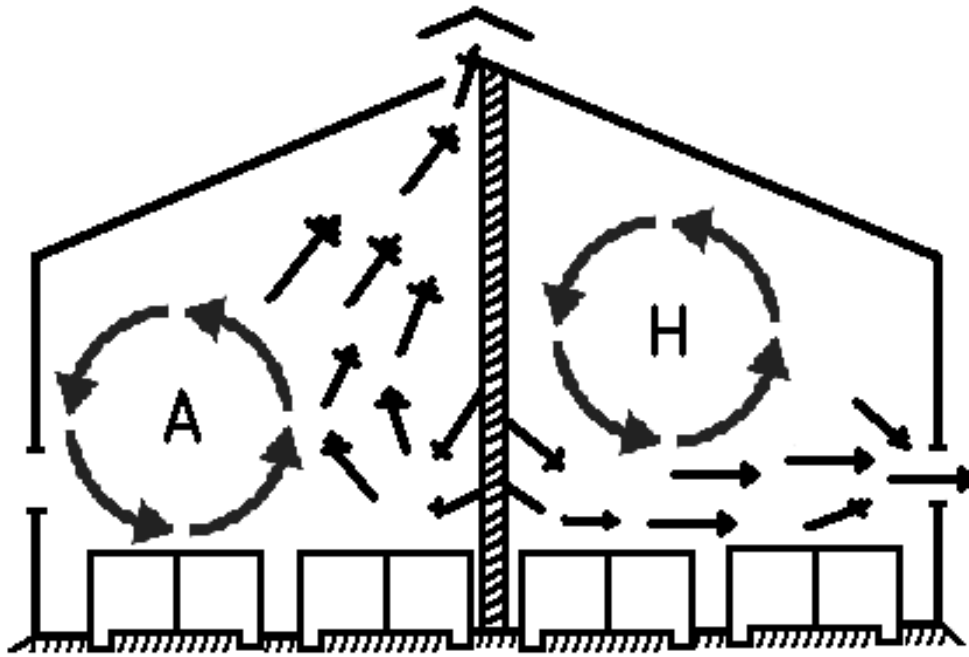


Рис. 1.57. Аерорумбограма

А – закільцьований аеростаз; Н – нормальна аерорумбограма після реконструкції припливно-витяжної вентиляції

Гігієнічне значення швидкості руху повітря:

1. Рух повітря впливає на віддачу тепла з поверхні тіла тварини (шкіри) шляхом конвекції (пряма дія). Чим швидший рух повітря, тим більше тепла втрачається (табл. 1.4).

2. Втрати тепла у тварин збільшуються у середовищі (приміщенні) із підвищенням швидкості руху повітря.

3. Вплив швидкості руху повітря на тварин залежить від його температури та вологості.

4. За низької температури повітря у приміщенні повітряні потоки викликають простудні захворювання у тварин, оскільки володіють значною охолоджувальною здатністю. Як приклад, корови та вівці можуть замерзнути за умови комбінації вітру та низьких температур, оскільки вітер швидкістю понад 11 м/с робить їх волосяний покрив неефективним для захисту від холоду.

4. За оптимальної швидкості руху повітря в приміщенні відбувається видалення шкідливих газів, пилу, мікроорганізмів, надлишкового тепла, водяних парів тощо. Повітрообмін забезпечує введення в приміщення чистого атмосферного повітря, що створює відповідний мікроклімат.

Таким чином рух повітря забезпечує оптимальні параметри мікроклімату в приміщенні. Надмірний рух повітря в приміщенні сприяє зниженню температури в приміщенні, особливо в холодний період року, що веде до нераціонального використання кормів.

Швидкість руху повітря вимірюється відстанню, пройденою його масою за одиницю часу і виражається в метрах за секунду, м/с, або км/год.

**Таблиця 1.4. Оптимальна швидкість руху повітря
і його охолоджувальна здатність за різних температур повітря**

Вид та вікова група тварин	Температура повітря, °C	Швидкість руху повітря, м/с	Охолоджувальна здатність повітря, мкал/см²/с
Телята	15	0,1 – 0,2	7 – 8
Нетелі, корови	10	0,1 – 0,25	8 – 11
Нетелі, корови	20	>0,20	6
Нетелі, корови	30	>0,50	3
Поросята до 30 днів	34 – 18	0,2 – 0,1	1 – 6
Поросні свинюматки і свині на відгодівлі	15 – 20	0,1 – 0,6	5 – 11
Інші вікові групи свиней	15 – 20	0,1 – 0,4	5 – 10
Курчата	32 – 15	0,1 – 0,3	1 – 9
Дорослі кури	10 – 25	0,1 – 0,6	8 – 9
Ягнята	10 – 17	0,1 – 0,6	8 – 11
Інші вікові групи овець	8 – 20	0,1 – 0,3	7 – 8

Примітка. Охолоджувальна здатність повітря в 1 мкал/см²/с відповідає 36 ккал/м²/год.

Для створення оптимальних умов при утриманні сільськогосподарських тварин нормами технологічного проектування передбачено підтримувати швидкість руху повітря у зимовий період у приміщеннях, що не опалюються, від **0,15 до 0,3 м/с**, що опалюються – **0,5 м/с**; в літній період – від **0,5 до 1,0 м/с** (в окремих випадках – до **1,5 м/с**).

Швидкість руху повітря визначають за допомогою анемометрів (*anemas* від грец. – вітер, *metron* – міра) і кататермометрів (*kata* від грец. – рух вниз). В метеорології для визначення напрямку вітру використовується найпростіший тип анемометра – флюгер.

Анемометри залежно від конструкції сприймаючого (робочого) пристрою бувають крильчасті і чашкові (рис. 1.58, 1.59).



Рис. 1.58. Крильчастий анемометр [76]



Рис. 1.59. Чашковий анемометр [77]

У крильчастих анемометрах основним робочим органом є легкі алюмінієві крильця, змонтовані як крильчатки (вентилятор) з кутом нахилу до площини 45° , закріплені перпендикулярно до осі. Крильчатка вміщена в широке металеве кільце (рис. 1.60).



Рис. 1.60. Крильчастий анемометр [78]

Анемометр з виносною прецизійною крильчаткою **Wavetek Meterman TMA 10** – призначений для вимірювання середньої швидкості, об'ємної витрати і температури спрямованих повітряних потоків у вентиляційних системах (повітроводах, каналах, коробах) промислових і цивільних будівель, а також для вимірювання середньої швидкості вітру і температури навколишнього повітря при метеорологічних спостереженнях (рис. 1.61).

Швидкість руху повітря вимірюють також за допомогою анемометра TMA 10, який сертифіковано за міжнародними стандартами ISO 9001.

Прилад зручний і простий в експлуатації і обслуговуванні, має високу чутливість і низьку похибку вимірювань. Він багатофункціональний і дає можливість вимірювати швидкість руху повітря, об'ємні витрати і температуру повітряного потоку.



Рис. 1.61. Анемометр TMA 10 [79]

Анемометр **DT-318 (ST-318)** (рис. 1.62) – представляє собою крильчастий анемометр, що дає можливість вимірювати швидкість руху повітря в м/с, футах/хв., км/год., милях/год., вузлах а також температуру повітря в $^{\circ}\text{C}$ та $^{\circ}\text{F}$.

Діапазон вимірювання швидкості руху повітря 0,60 – 30,0 м/с (похибка $\pm 3\% \pm 0,20$ м/с).

Діапазон вимірювання температури повітря – $(-10 - (+)60\text{ }^{\circ}\text{C}$ (похибка $\pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Прилад складається із сприймаючої частини вітрового потоку (крильчатка), термістора, а також фіксуючої частини, до якої входять РК-дісплей та кнопки регуляції роботи приладу.



Рис. 1.62. Анемометр DT-318 (ST-318) [80]



Рис. 1.63. Чашковий анемометр [81]

Сприймаючою частиною у чашковому анемометрі є чотири порожнисті напівкулі (чашки) з тонкої латуні, повернуті випуклістю в один бік (рис. 1.63).

На протилежному кінці вісі чашкового чи крильчастого анемометра знаходиться черв'ячкова передача, яка аретиром уводиться у зчеплення з головною шестернею, з'єднаною послідовно з двома іншими у співвідношенні обертів 1:100:1000. На осі шестерень закріплені стрілки.

Рух стрілок контролюється окремими шкалами, розміщеними з лицьового боку приладу, що дозволяє одержувати показники обертів вісі в одиницях, десятках, сотнях і тисячах (рис. 1.64).

Принцип роботи обох анемометрів ґрунтується на тиску повітряних мас, що рухаються прямолінійно, і перетворенні його в обертний рух. На шкалах приладів одержуємо показники в обертах. Їх кількість за одиницю часу прямо пропорційна швидкості руху повітря.

Крильчастий анемометр дозволяє визначити швидкість руху повітря від **0,5 до 5 м/с**, а чашковий – від **1 до 20 м/с**.

У гігієнічних дослідженнях крильчастим анемометром вимірюють швидкість руху повітря у припливних і витяжних каналах штучних вентиляційних систем з природною тягою, а чашковий – у системах із механічною тягою, а також у вільній атмосфері.

Напрямок руху повітря у приміщеннях визначають за напрямком диму, який одержуємо від спалювання будь-якої речовини. Використовують фумігатор (від лат. – димлю, обкурюю).

Для вимірювання швидкості руху повітря в межах від 0 до 5 м/с використовують напівпровідникові термоанемометри типу ЕА-1М і ЕА-2М і електричні анемометри різних систем.

Правила роботи з динамічними анемометрами

1. Записати показники обертів, що є на шкалах (рис. 1.64).

2. Відключити за допомогою аретира (петля, важіль), розміщеного збоку циферблата, сприймаючу частину приладу від реєструючої.

3. Встановити прилад на місці дослідження циферблатом до обличчя дослідника, вісь крильчастого анемометра повинна збігатись з напрямом руху повітря, а чашкового – знаходитись у вертикальному положенні. Дати приладу попрацювати 1 – 2 хв на холостому ході.

4. Одночасно увімкнути лічильник обертів (аретиром) та секундомір, які вимикають через 100 с теж одночасно. Спостереження в одній точці проводять 2 – 3 рази.

5. Зняти показання всіх трьох шкал приладів, від них відняти початкові, отримуючи кількість обертів вісі приладу.

6. Поділити отриману кількість обертів на час роботи приладу в секундах, (одержують показання в обертах за секунду, об/с).



Рис. 1.64. Шкали анемометра [77]

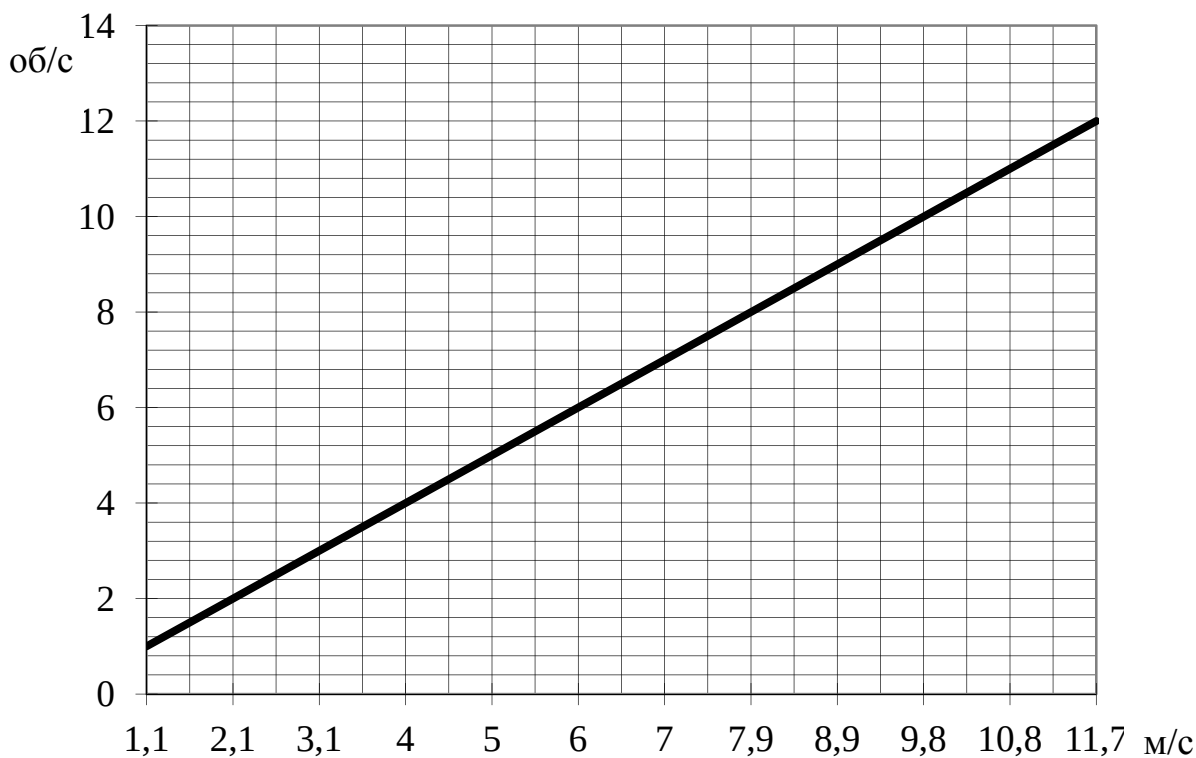


Рис. 1.65. Графік визначення швидкості руху повітря за показниками анемометра, м/с

7. Швидкість руху повітря (м/с) визначити за таблицею 1.5 чи графіком (рис. 1.65), що додається до кожного приладу.

**Таблиця 1.5. Визначення швидкості руху повітря
за показниками анемометра, м/с**

Кількість обертів, с	Швидкість, м/с	Кількість обертів, с	Швидкість, м/с
1	1,1	7	7,0
2	2,1	8	7,9
3	3,1	9	8,9
4	4,0	10	9,8
5	5,0	11	10,8
6	6,0	12	11,7

8. Отриманій кількості обертів за 100 секунд дорівнюватиме певна швидкість руху повітря у м/с.

Робота з кататермометрами

Для вимірювання швидкості руху повітря у приміщенні для тварин, використовують кататермометр. Прилад дає можливість вимірювати швидкість руху повітря нижче 2 м/с.

З цією метою використовують **кульковий кататермометр** (рис. 1.66), що являє собою спиртовий термометр із шкалою від +33 до +40 °С. Цей інтервал температур дає можливість визначити охолоджувальну здатність повітря наприклад, при температурах, близьких до середньої температури тіла тварин.

Для визначення охолоджувальної здатності та швидкості руху повітря за різних температур використовують кататермометри з низькоградусною (поділ від 0 до 24 °С), середньоградусною (33 до 40 °С) та високоградусною шкалами (поділ шкали для температур вище 30 °С).

Принцип роботи кататермометра ґрунтується на акумулюванні наповнювачем термометра тепла і віддачі його у навколишнє середовище, тобто на охолоджувальній здатності повітря. Тому при вимірюванні швидкості руху повітря на показання приладу впливає не тільки швидкість, а також температура і вологість повітря.

При проведенні вимірювань швидкості руху повітря кататермометром, не слід допускати дії на нього теплової радіації (сонячних променів, джерел тепла).

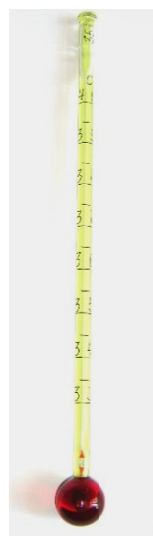


Рис. 1.66. Кульковий кататермометр

Особливості будови кулькових кататермометрів

1. Кататермометр представляє собою скляний термометр, який має резервуар у вигляді кулі діаметром 25 – 27 мм.

2. Основа приладу виготовлена із товстостінного скла з капіляром посередині, що має шкалу від +33 до +40 °С. Капіляр має два ампулоподібні розширення: нижнє та верхнє.

3. На внутрішній стороні капіляра наведено значення фактора кататермометра (позначений символом F), значення якого наносять при проведенні експериментальних розрахунків.

Фактор кататермометра (F) вказує на кількість тепла у мілікалоріях, що втрачається з 1 см² поверхні резервуара при охолодженні приладу на 1 °С.

Правила роботи з кульковим кататермометром

Для визначення швидкості руху повітря в приміщенні для тварин спочатку визначають його охолоджувальну здатність. Для цього спиртовий резервуар приладу занурюють у чашку з гарячою водою (+65 – +70 °С) та витримують до того часу, поки спирт заповнить $\frac{1}{3}$ верхній ампулоподібний резервуар капіляра кататермометра. Потім його виймають з води, витирають насухо та підвішують у точці дослідження на дерев'яному штативі. Внаслідок охолодження приладу спирт із верхнього резервуару опускається по капіляру вниз.

Після того як стовпчик спирту опуститься до позначки «40 °С», включають секундомір та встановлюють час, за який спирт опуститься до мітки «33 °С». Одержане значення часу секундоміра записують. Вимірювання цього показника повторюють 5 разів. Дані першого вимірювання, які менш точні, відкидають і знаходять середньоарифметичне значення часу охолодження кататермометра (А) в секундах.

Одночасно з вимірюванням визначають показники температури повітря у приміщенні на початку і в кінці дослідження.

Охолоджувальну здатність повітря (**Н**) розраховують за формулою:

$$H = \frac{F/3 \times (T_1 - T_2)}{A},$$

де **Н** – охолоджувальна здатність повітря (**катаіндекс**). Це кількість тепла в мілікалоріях, з 1 см² поверхні резервуара кататермометра за 1 с., мкал/см²/с.;

F/3 – фактор (на зворотній стороні кататермометра);

T₁ – T₂ – верхня та нижня поділки шкали приладу (40 та 33 °С);

А – середній час охолодження кататермометра (від 40 до 33 °С), с.

Для визначення швидкості руху повітря необхідно спочатку розрахувати середню теплоємність приладу (**Q_{ср.}**), виражену в °С (36,5 °С). Для цього використовують формулу:

$$Q_{ср.} = T_1 - T_2/2 = \frac{QUOTE +}{2},$$

де **T₁ – T₂** – верхня (**40 °С**) та нижня (**33 °С**) температурні межі шкали кататермометра.

Різницю (**Q_{р.}**) між середніми показниками теплоємності приладу (36,5 °С) та середньою температурою повітря в приміщенні під час дослідження:

$$Q_{р.} = Q_{ср.} - \frac{T_{п} + T_{к}}{2},$$

де **Q_{ср.}** – теплоємність приладу, °С;

T_п – температура повітря на початку дослідження;

T_к – температура повітря в кінці дослідження, °С.

Беручи до уваги значення показника охолоджувальної здатності повітря (**H**)

та показник **Q_p** знаходять частку від ділення $\frac{H}{Q_p}$. Одержане значення використовують для визначення швидкості руху повітря за спеціальною таблицею (дод. 11). Швидкість руху повітря у приміщеннях для тварин вимірюють протягом 2 – 3-х днів 1 – 2 рази на сезон.

Швидкість вітру оцінюється візуально при спостереженні його впливу на навколишні предмети. У 1805 році Френсіс Бофорт для характеристики сили вітру на морі розробив 12-бальну шкалу. В 1926 році до неї були додані оцінки швидкості вітру на суші. У 1955 році, щоб розрізняти ураганні вітри різної сили, шкала була розширена до 17 балів. Сучасний варіант шкали Бофорта дозволяє оцінювати швидкість вітру без використання будь-яких приладів.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Якими показниками характеризується рух повітря?
2. Для чого у тваринництві враховують швидкість та напрямок вітру?
3. Від чого залежить швидкість вітру в атмосфері?
4. Що таке роза вітрів?
5. Яке основне гігієнічне значення аерорумбограми?
6. Що таке аеростази, як вони впливають на організм тварин?
7. Як впливає швидкість руху повітря на організм тварин?
8. Яке гігієнічне значення швидкості руху повітря?
9. Якими приладами визначають швидкість руху повітря?
10. Чим проводять визначення напрямку вітру?
11. На чому ґрунтується принцип роботи обох анемометрів?
12. Які основні правила роботи з динамічними анемометрами?
13. На чому ґрунтується принцип роботи кататермометра?
14. Що таке фактор кататермометра?
15. Які основні правила роботи з кульковим кататермометром?

ТЕМА 5. ВИЗНАЧЕННЯ ОСВІТЛЕНOSTІ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

(ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень; ДСТУ 4693:2006 Мікроклімат тваринницьких приміщень. Терміни та визначення понять; ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT); ДСТУ 7823:2015 Ферми тваринницькі. Вимоги до параметрів мікроклімату тваринницьких приміщень; ДБН В.2.5-28-2018 "Природне і штучне освітлення"; ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція, кондиціювання»)

Мета роботи: ознайомлення з будовою та роботою приладів та методами визначення освітленості. Визначення освітленості у тваринницьких приміщеннях.

Матеріали та обладнання: рулетка звичайна (3 – 5 м), рулетка електронна, лінійка, термометр ртутний або спиртовий, барометр-анероїд, люксметр типу Ю-116.

Освітленість тваринницьких приміщень та її гігієнічне значення. Світло має високу біологічну дію і позитивно впливає на регулювання життєвих функцій організму. Основний шлях, яким світло діє на організм тварин: око-кора головного мозку-епіфіз-гіпоталамус-ендокринні залози. В основі цього лежить складний ланцюг нервово-рефлекторних та гуморальних реакцій.

Серед відомих джерел і видів променистої енергії найбільше значення має енергія Сонця. Промениста енергія – це електромагнітне випромінювання з різною довжиною хвилі (від 2300 до 180 нм і менше) і частотою коливань, які несуть найменші частинки (кванти і фотони). Така енергія поширюється прямолінійно із швидкістю 300000 км/с джерелом енергії Сонця є ядерні реакції. Щосекунди на Сонці близько 500 млн т водню перетворюється на гелій. При цьому, перетворення 1 г водню дає стільки енергії, скільки отримують від згоряння 15 т бензину. Запаси водню на Сонці становлять близько 50 % його маси.

Нормоване освітлення тваринницьких та птахівницьких приміщень є суттєвим фактором збереження здоров'я, високої продуктивності та відтворювальної здатності тварин. Усіх тварин відповідно до залежності статевої функції від тривалості світлового дня поділяють на чотири групи:

1. **Довгоденні** (коні, велика рогата худоба, свині, кролі і птиця): статеві активність у них спостерігається навесні, коли тривалість світлового дня збільшується.
2. **Короткоденні** (вівці, кози, верблюди): статеві активність проявляється восени, коли тривалість світлового дня зменшується.
3. **Проміжна** група (норки і вівці дорсетської породи).
4. **Нейтральна** фотоперіодична група (ховрахи, кажани).

Кількість енергії сонця, що приходить за рік до поверхні атмосфери Землі, складає величину $1,57 \cdot 10^{18}$ кВт·год. Із цієї кількості 45 % енергії сонця припадає

на видиме світло довжини хвиль якого 400 – 700 нм, 45 % – складає інфрачервоне (теплове) випромінювання, і 10 % – на ультрафіолетові промені.

Велике гігієнічне значення мають **видимі промені** (рис. 1.68): по-перше вони забезпечують функціонування у тварин найбільш чутливого аналізатора – органа зору, а по-друге, у приміщеннях вони потрібні для здійснення технологічного процесу, наведення порядку, оформлення робочого місця.

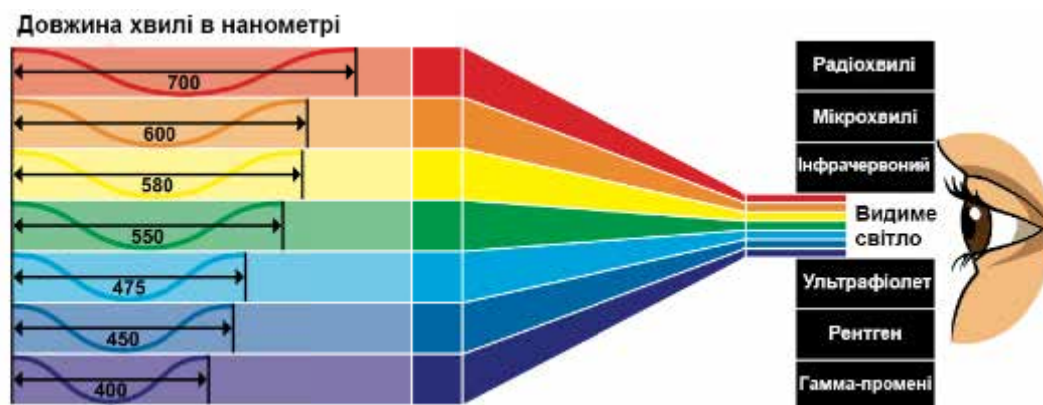


Рис. 1.68. Видимі промені сонячного спектру [82]

Довжина хвиль цих променів коливається в межах від 700 до 400 нм. До їх складу входять червоні, оранжеві, жовті, зелені, блакитні, сині і фіолетові промені (рис. 1.69).

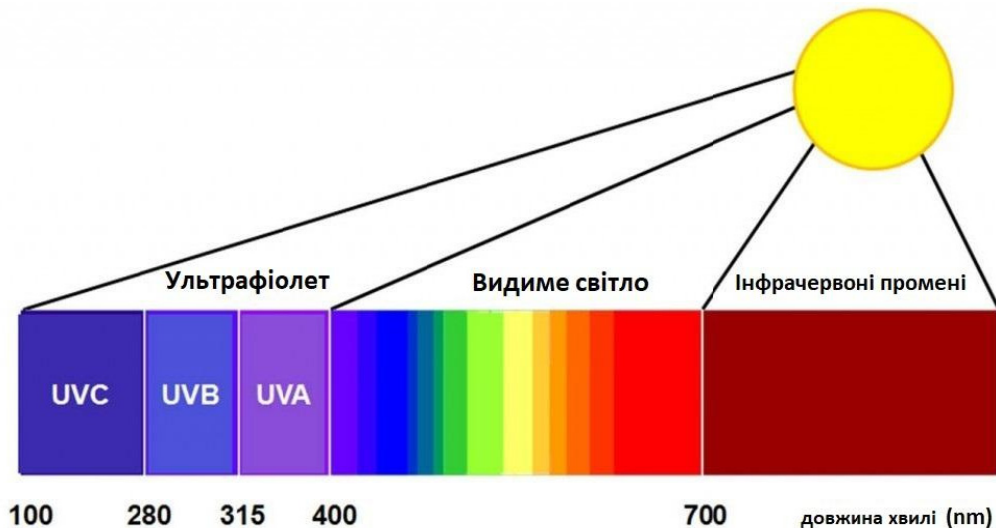


Рис. 1.69. Сумарний склад променистої енергії сонця [83]

Встановлена специфічна дія цих променів на організм. Наприклад:
червоні є носіями енергії, яка потрібна для лікування хвороб крові;
оранжеві – джерело енергії, необхідної для процесу травлення, засвоєння поживних речовин корму і кисню, що надходить у дихальні шляхи;
жовті – джерело енергії, потрібної для видалення з організму продуктів обміну;
зелені – необхідні нервовій системі та органам кровообігу;

блакитні і фіолетові – позитивно діють на нервову систему;
сині – забезпечують функціонування органів голови (очі, ніс, вуха, горло).
Ультрафіолетові промені (розташовані в спектрі за фіолетовими) належать до хімічних і є невидимими (рис. 1.70).

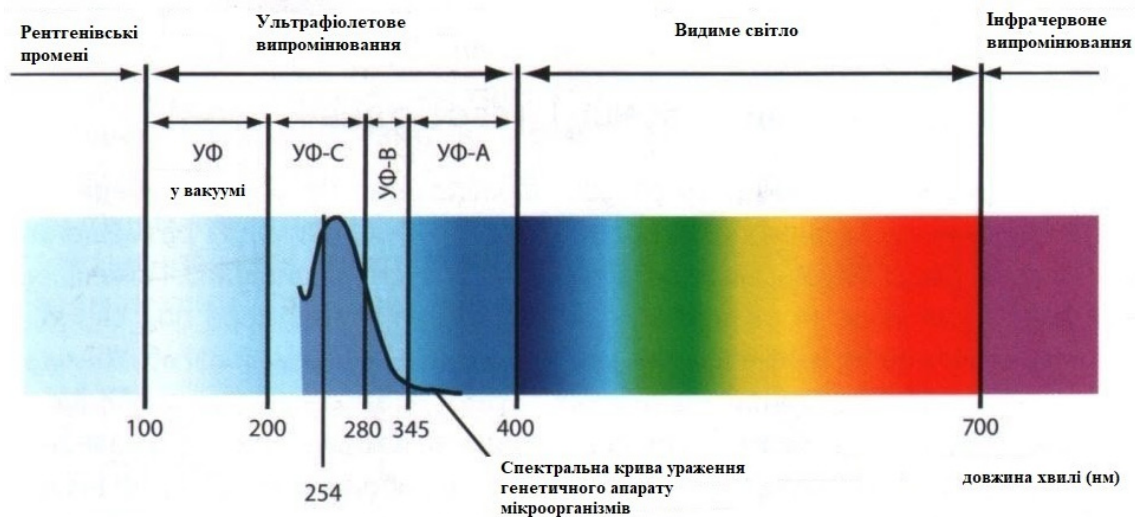


Рис. 1.70. Спектр сонячного проміння [84]

Їх поділяють на чотири області:

- 1 – довгохвильову А з довжиною хвилі від 400 до 315 нм;
- 2 – середньохвильову В – від 315 до 280 нм;
- 3 – короткохвильову С з довжиною хвилі від 280 до 200 нм;
- 4 – вакуумні промені з довжиною хвилі від 200 до 100 нм поглинаються у стратосфері озonom (рис. 1.71).

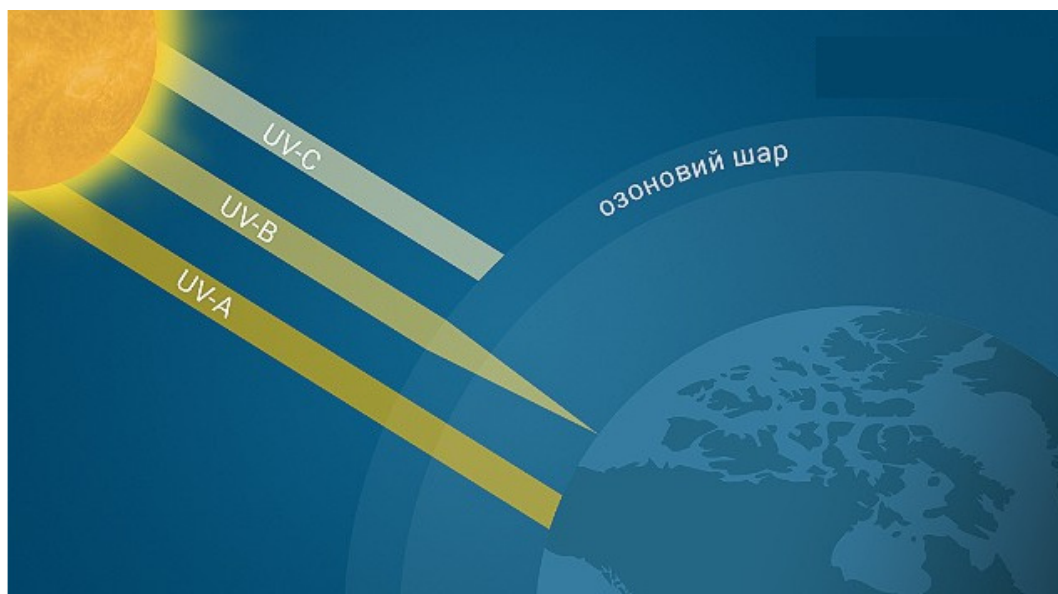


Рис. 1.71. Поглинання УФ-променів озonomим шаром [85]

Інфрачервоні промені у спектрі сонячного проміння розташовані перед червоними. Це невидимі теплові промені і застосовуються для локального обігріву молодняку.

Короткохвильові теплові промені (700 – 1400 нм) посилюють біохімічні процеси і функції організму.

Довгохвильові теплові промені (1400 – 2300 нм) викликають почервоніння поверхні шкіри (рис. 1.72).



Рис. 1.72. Інфрачервоні промені сонячного проміння [86]

Для вивчення впливу світла на організм тварин прийнята певна фізична система світлових величин та одиниць.

Світловий потік – частина потоку променевої енергії, яка сприймається оком як світлове відчуття. За одиницю світлового потоку прийнята умовна одиниця **люмен** (від лат. – світло), яка випромінюється певним випромінювачем (абсолютно чорним тілом) при температурі затвердіння платини з площі $5305 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2$ та позначається (лм).

За одиницю **сили світла** прийнята **кандела** (від лат. – свічка) – сила світла джерела, яке випромінює світловий потік в 1 лм та позначається (кд).

Освітленість – відношення світлового потоку до площі освітленої ним поверхні. За одиницю освітленості беруть люкс (від лат. – світло) – освітленість 1 м^2 поверхні світловим потоком в 1 лм та позначається (лк). Існує два основних методи нормування природного освітлення: непрямий – **геометричний** і прямий – **світлотехнічний**.

Під час проектування і будування тваринницьких та птахівницьких об'єктів використовують геометричний метод, за яким освітленість приміщень вимірюють за наступними показниками:

Світловий коефіцієнт (СК) – відношення площі світлових прорізів (заскленої площі без площі переплетення вікон) до площі підлоги приміщення (площу вікон при цьому приймають за одиницю). Світловий коефіцієнт нормується в межах **1:6** до **1:30**. Встановлено, що освітленість у приміщенні зменшується в міру віддалення від зовнішніх стін до центрального повздовжнього проходу. У типових приміщеннях для тварин площа вікон становить $\frac{1}{3}$ зовнішніх стін. Робочою точкою для вивчення освітленості доцільно вважати ті місця, які

мають бути добре освітленими: рівень годівниці, зона знаходження вимені корови.

Приклад. Корівник на 200 гол. Його розміри 69×18 м, кількість вікон – 60, скляна поверхня одного вікна $0,8 \times 1,0$ м. Отже, площа приміщення $69 \times 18 = 1242 \text{ м}^2$, а поверхня вікон $(0,8 \times 1,0) \times 60 = 48 \text{ м}^2$. Площа вікон завжди береться за 1, а площа підлоги приміщення за X.

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

Світловий коефіцієнт (СК) буде дорівнювати $(1242 : 48 = 25,8)$, тобто 1:26.

Контроль за освітленістю в окремих ділянках одного і того ж приміщення здійснюють визначенням кута падіння і кута отвору (рис. 1.73).

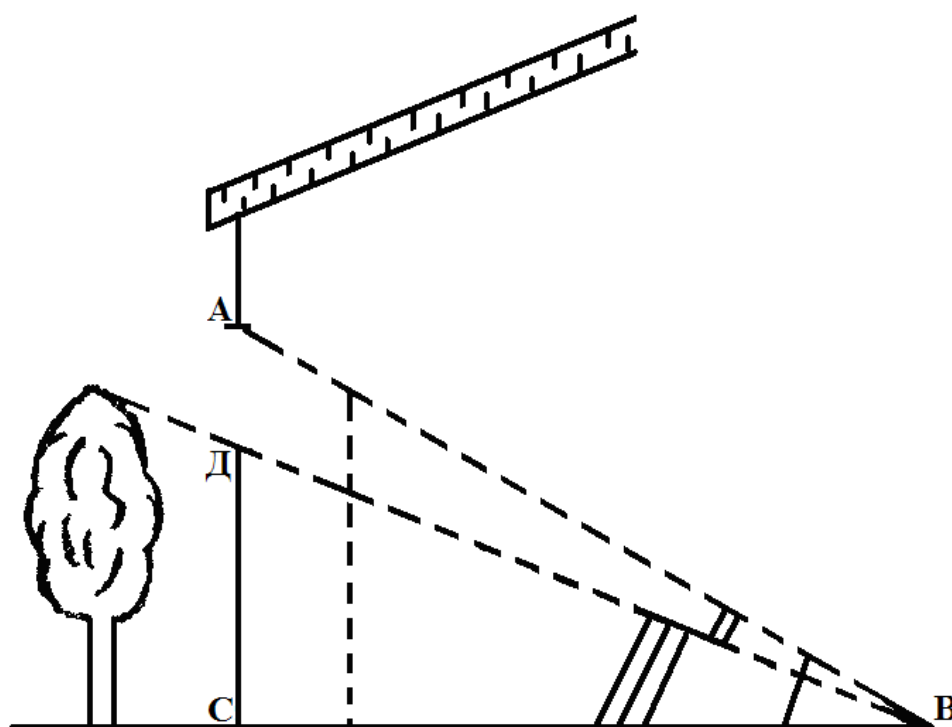


Рис. 1.73. Визначення кутів падіння та отвору

Кут падіння (ABC) утворюється двома умовними лініями, що йдуть від певного місця (стійла, проходу, ясел, клітки та ін.), одна з ліній горизонтально по підлозі до вікна, друга – до верхнього краю заклої частини вікна. Чим більший кут падіння, тим краща освітленість. За нормою, кут падіння має бути не менше 27° .

Для визначення кута падіння у тваринницькому приміщенні потрібно знати: відстань від точки дослідження до вікна або до стіни під вікном (BC); висоту вікна по верхньому рівню освітленості (CA), тобто два катети прямокутного трикутника. Відношення величини вертикального катета AC до величини горизонтального катета BC дає величину тангенса кута, за яким визначають величину кута падіння (кут ABC).

Приклад. Відстань від центра годівниці до вікна по горизонталі (BC) становить 3,5 м. Висота від верхнього краю вікна по вертикалі до підлоги (CA) – 1,7 м. Відношення одного катета до іншого $1,7 : 3,5 = 0,5$ (тангенс кута). Кут падіння становить 27° .

Кут отвору (ABД) утворюється двома уявними лініями: одна з них проводиться від точки дослідження до верхнього зашкленого краю вікна, друга – від цієї ж точки, до верхнього краю протилежної будівлі або предмета. Кут отвору повинен бути не менше 5° .

Приклад. Відстань від центру годівниці до краю вікна (по горизонталі) – 3,5 м. Висота від нижнього краю вікна до перехрещення з уявною лінією, що йде від точки дослідження до верхнього краю протилежної будівлі – 1,6 м (CD). Відношення катетів буде дорівнювати $1,6 : 3,5 = 0,46$. За таблицею (дод. 18) це відповідає приблизно 25° (CD : BC). Віднімаючи одержану величину кута від величини кута падіння, отримуємо кут отвору $27 - 25 = 2^{\circ}$. Отже, кут падіння в межах норми, а кут отвору недостатній. Визначення норми освітленості за геометричним методом не точне, тому що не враховуються світлокліматичні особливості різних кліматичних зон. Оптимальний світловий режим можна створити за умови, якщо природне освітлення буде проектуватися з урахуванням конструктивних особливостей та призначення будівлі, а також технології утримання та експлуатації тварин.

Вимірювання можна проводити мірною лінійкою, рулетками стандартною та електронною – **LaserRange-Master 40** (рис. 1.74).

LaserRange-Master 40 – (електронна рулетка) прилад-далекомір, який може здійснювати точні вимірювання довжини, площі та об'єму. Діапазон вимірювань – від 30 см до 40 метрів. Точність вимірювань – ± 3 мм.



Рис. 1.74. LaserRange-Master 40:

- 1 – вимірювання; 2 – прямий вибір – площа, об'єм, «Піфагор»; 3 – перемикач плоскості зпереді/ззаді;
- 4 – включення/виключення/скид; 5 – сумування значень довжини, площі, об'єму; 6 – виклик останніх результатів вимірювання; 7 – віднімання значень довжини, площі, об'єму; 8 – одиниці вимірювання: м/мм/дюйм/фут.

Правила роботи з LaserRange-Master 40. Для включення приладу необхідно натиснути кнопку «ON/OFF/CLR» (4) один раз. Щоб почати визначення необхідно натиснути кнопку «READ» (1). Лазер вказує точку, до якої виконується вимірювання. Повторне натискання кнопки «READ» дозволяє почати вимірю-

вання. При короткочасному натисканні кнопки «ON/OFF/CLR» витирається останній результат вимірювання. Неможна щоб при вимірюванні довжини чи ширини приміщення на шляху лазерного променя знаходились предмети. Рівень дозволяє точно виставити прилад по горизонталі при вимірюванні. Лазерний промінь не проходить через скло. Для визначення необхідно використовувати тільки плоскі поверхні. При вимірюванні на вулиці необхідно враховувати, що дощ, туман і сніг можуть впливати на результат вимірювання.

Всі ці особливості можуть бути враховані при нормуванні освітленості за так званим **світлотехнічним** або прямим методом. Перевага його порівняно з геометричним методом полягає у тому, що він об'єктивно характеризує фактичну освітленість у приміщенні при тому чи іншому світловому кліматі (середня горизонтальна освітленість по годинах дня протягом всього року по місяцях). При певному світловому кліматі даного місця та коефіцієнті природного освітлення даної робочої точки можна передбачити, чи буде освітленість даної поверхні достатньою в ті чи інші години протягом року. Використовуючи цей метод, проводять розрахунок коефіцієнта природної освітленості (КПО).

КПО – величина, яка визначає відношення горизонтальної освітленості у приміщенні (O_{Π}) до одночасно визначеної освітленості під відкритим небом (O_3) у люксах, виражена у відсотках:

$$\text{КПО} = \frac{O_{\Pi}}{O_3} \times 100 \%$$

де **КПО** – коефіцієнт природної освітленості, %;

O_{Π} – освітлення у приміщенні, лк;

O_3 – освітлення поза приміщенням, лк.

Приклад. Зовнішня освітленість O_3 становить 6000 лк, а внутрішня — 60 лк. Тоді $\text{КПО} = (60 \times 100) : 6000 = 1 \%$.

У різних точках приміщення освітлюваність буває неоднаковою, тому визначення необхідно проводити вздовж кожного ряду стійл, кліток, станків у найбільш світлій та темній їх частині. При цьому для кожної точки визначають КПО і беруть середній арифметичний показник кожного ряду стійл, кліток, станків. Для розрахунку КПО приміщень користуються формулою

$$\text{КПО} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + B + C + D}{a + z},$$

де H_1, H_2, H_3, H_4 – середній арифметичний КПО розміщення тварин у рядах, %;

B – КПО на підлозі у центрі приміщення, %;

C – КПО на висоті 1 м від підлоги у центрі приміщення, %;

D – КПО на висоті 1,6 м у центрі приміщення, %;

a – кількість рядів стійл або кліток, що розміщені у приміщенні;

z – кількість замірів КПО у центрі приміщення.

Приклад. Величина H першого ряду дорівнює 1,5 %, другого – 0,5 %, третього – 0,4 %, четвертого – 2 %. $B = 0,4 \%$, $C = 0,3 \%$, $D = 0,2 \%$, $a = 4$ і число

замірів КПО у центрі приміщення – 3. Підставляючи отримані дані у формулу, отримаємо

$$\text{КПО} = \frac{1,5 + 0,5 + 0,4 + 2 + 0,4 + 0,3 + 0,2}{4 + 3} = 0,76 \%$$

Коефіцієнт, природної освітленості для окремих видів тварин та птиці нормується в межах від **0,35 до 2 %**.

Люксметр фотоелектричний типу Ю-116 – переносний прилад, призначений для вимірювання освітленості, створюваної лампами розжарення та природним денним світлом. Вимірювання проводять у приміщенні у точці дослідження, а поза приміщенням – на відстані 10 м від будівлі при розсіяному світлі небосхилу. Люксметр складається з лічильного пристрою – амперметра та фотоелектричного елемента (рис. 1.75).



Рис. 1.75. Люксметр типу Ю-116

Принцип дії ґрунтується на явищі фотоелектричного ефекту. При освітленні поверхні фотоелемента у замкненому колі виникає струм. Сила струму, а отже, і відхилення стрілки вимірювача, пропорційна освітленості на робочій поверхні фотоелемента.

Люксметр типу Ю-116 використовують для вимірювання природної та штучної освітленості. Складається з вимірювача – селенового фотоелемента з трьома насадками – фільтрами, що знижують інтенсивність світла у 10, 100 і 1000 разів. На передній панелі вимірювача розташовані кнопки перемикача і табличка зі схемою, яка зв'язує дію кнопок і наявних насадок. Прилад має дві шкали – на 100 і на 30 лк.

Приклад. На фотоелементі встановлена насадка 100. Стрілка на шкалі – 30 лк показує 15 лк. Звідси, освітленість дорівнює $15 \times 100 = 1500$ лк.

Штучне освітлення. Освітленість тваринницьких приміщень та використання світлового режиму незалежно від погодних умов і часу доби регулюють

штучним світлом. Основним джерелом штучного світла є лампи розжарювання і люмінесцентні лампи.

Для визначення та використання штучної освітленості підраховують кількість ламп у приміщенні, визначають загальну їх потужність у ватах (Вт) (табл. 1.6). Одержане значення ділять на площу підлоги (м^2) приміщення і знаходять питому потужність ламп ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Для переведення освітленості приміщення в люкси (лк) показник кількості $\text{Вт}/\text{м}^2$ множать на відповідний коефіцієнт, якому відповідає питома потужність ламп, рівна $1 \text{ Вт}/\text{м}^2$. У результаті отримуємо штучну освітленість у люксах.

Таблиця 1.6. Значення коефіцієнта

Потужність лампи, Вт (напруга в мережі 220 В)	Лампи розжарювання	Люмінесцентні лампи
До 100	2,0	6,5
100 і вище	2,5	8,0

Приклад розрахунку. Отже площа корівника 650 м^2 , освітлюється 25 лампами розжарювання по 100 Вт, напруга у мережі 220 В. Таким чином, питома потужність становитиме $(25 \times 100) : 650 = 3,8 \text{ Вт}/\text{м}^2$. Штучна освітленість приміщення $3,8 \times 2,5 = 8,5 \text{ лк}$.

Багатофункціональний прилад для вимірювання фізичних показників повітряного середовища DT-8820 (рис. 1.76) – дозволяє вимірювати рівень шуму, освітленість, вологість та температуру.



Рис. 1.76. Багатофункціональний прилад DT-8820

Елементи приладу:

РК-дисплей; кнопка включення/виключення приладу; кнопка **SELECT** – вибір діапазону, одиниць виміру; кнопка **MAX** відображення максимальних

значень; кнопка **HOLD** – утримання показників на дисплеї; перемикач режимів роботи; конденсаторний мікрофон; фотодетектор; датчики температури та вологості; вхідне гніздо для підключення термопар.

Визначення фізичних показників повітряного середовища:

1. Визначення шуму. Функція вимірювання рівня шуму використовується для проведення вимірів на заводах, фабриках, у школах, офісах, аеропортах, житлових приміщеннях, аудиторіях.

Послідовність вимірювання рівня шуму.

1. Переведіть перемикач режимів роботи в положення «dB».
2. Направте мікрофон в горизонтальному положенні до джерела звуку.
3. За допомогою кнопки **SELECT** виберіть тип фільтра і діапазон вимірювання звуку: Lo A, Hi A, Lo C, Hi C, Lo A, Hi A і т.д.
4. Зніміть показники з дисплея.

Примітка: Сильний вітер (10 м/с) може призвести до отримання помилкових значень вимірювання. Тому мікрофон необхідно ізолювати вітровим екраном.

2. Визначення освітленості. Функція виміру рівня освітлення використовується для вимірювання освітленості навіть в польових умовах. Точно вимірює рівень освітлення що потрапляє на прилад під кутом. Світлочутливий компонент, що використовується в приладі – дуже стабільний силіконовий діод.

Послідовність вимірювання освітленості:

1. Переведіть перемикач режимів роботи у положення «Lux».
2. Розмістіть фотодатчик в горизонтальному положенні на місці вимірювання освітленості, повернувши датчик до джерела світла.
3. За допомогою кнопки **SELECT** виберіть діапазон вимірювання світла: 0,1...20 лк, 0,1...200 лк, 0,1...2000 лк, 0,1...20000 лк.
4. Зніміть показники з дисплея.

Примітка: У випадку якщо прилад показує «1» – сигнал надто сильний, слід вибрати більший діапазон вимірювання.

Крива спектральної чутливості приладу майже повністю відповідає кривій Міжнародної комісії по освітленню.

3. Визначення температури і вологості. Функція вимірювання температури і вологості забезпечується напівпровідниковим сенсором і термопарою К-подібного типу.

Діапазон вимірювання:

Вологість: від 25 % до 95 % RH.

Температура: від $-20,0^{\circ}\text{C}$ до $+50,0^{\circ}\text{C}$ (K-type) – термопара: від $-20,0^{\circ}\text{C}$ до $+200,0^{\circ}\text{C}$, від -20°C до $+750^{\circ}\text{C}$.

Час реакції сенсора вологості біля 6 хв.

Послідовність вимірювання вологості:

1. Переведіть перемикач режимів роботи у положення «%RH».
2. Зніміть показники з дисплея.

Примітка: При зміні вологості навколишнього середовища необхідно зачекати поки показники приладу не стабілізуються.

Послідовність вимірювання температури:

1. Переведіть перемикач режимів роботи у положення «ТЕМП».
2. За допомогою кнопки **SELECT** виберіть межі і одиниці вимірювання температури: $^{\circ}\text{C}$ чи $^{\circ}\text{F}$.
3. Зніміть показники з дисплея.
4. Для вимірювання температури за допомогою ХА-термопар підключіть термопару до гнізда 10.
5. Помістіть кінець термопар в область випромінювання, температуру якої необхідно виміряти або торкніться його поверхні.

Фіксування показників на дисплеї.

Для фіксування показника на дисплеї під час проведення вимірювань натисніть кнопку **HOLD**: з'явиться індикатор **DATA HOLD**.

Для того, щоб повернутися до звичного режиму вимірювання, натисніть **HOLD** повторно.

Відображення максимальних значень.

Під час проведення вимірювань натисніть кнопку **MAX**: на екрані з'явиться індикатор **MAX HOLD**, і буде зафіксовано найбільше значення, яке буде залишатися на дисплеї до моменту реєстрації більш сильного сигналу.

Для того, щоб повернутися до звичного режиму вимірювання, натисніть **MAX** повторно.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Яке основне гігієнічне значення освітленості приміщення тварин?
2. Як впливає освітленість на організм тварин?
3. Що відбувається при тривалій дії низької освітленості на організм тварини?
4. Які види тварин належать до довгоденних?
5. Які види тварин належать до короткоденних?
6. Які види тварин належать до проміжної групи?
7. Яке гігієнічне значення мають видимі промені?
8. Яке гігієнічне значення мають ультрафіолетові промені?
9. Яке гігієнічне значення мають інфрачервоні промені?
10. Що таке світловий потік?
11. Що таке світловий коефіцієнт?
12. На чому ґрунтується принцип дії люксметра типу Ю-116?

ТЕМА 6. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ У ПОВІТРІ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

(ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень; ДСТУ 4693:2006 Мікроклімат тваринницьких приміщень. Терміни та визначення понять; ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT); ДСТУ 7823:2015 Ферми тваринницькі. Вимоги до параметрів мікроклімату тваринницьких приміщень; ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія; ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція, кондиціювання»)

Мета роботи: опанування методами визначення вмісту вуглекислого газу у повітрі, опрацювання меж припустимих концентрацій вуглекислого газу у повітрі тваринницьких приміщень.

Матеріали та обладнання: термометр ртутний або спиртовий, барометр-анероїд, портативний аналізатор повітря Bosean T-Z01-Pro, універсальний газовий аналізатор УГ-2.

Атмосферне повітря забруднюється шкідливими газами, що надходять від викидів вихлопних газів автомобілів, промислових підприємств, тваринницьких об'єктів та господарсько-побутових викидів. Тому до уваги береться рівень вмісту CO₂ понад концентрації у зовнішньому повітрі для людей (табл. 1.7).

Таблиця 1.7. Рівні концентрації CO₂ у приміщенні, ppm

Умови мікроклімату	Рівень концентрації CO ₂ у приміщенні	
	діапазон	значення
Підвищено оптимальні	≤ 400	350
Оптимальні	400 – 600	500
Допустимі	600 – 1000	800
Гранично допустимі	≥ 1000	1200

Примітка:

оптимальні умови мікроклімату – найкраще самопочуття та найбільш продуктивна робота з максимальною концентрацією уваги;

підвищено оптимальні умови – для людей з ослабленим здоров'ям з більшою чуйністю до параметрів мікроклімату та чистоти повітря;

допустимі умови – сукупність параметрів мікроклімату, що потребують напруги та адаптації організму, з дискомфорними відчуттями та ослабленням працездатності;

обмежено допустимі – умови мікроклімату у приміщеннях, експлуатованих обмежений період – до 4 місяців на рік.

Концентрацію газів, що містяться в повітрі в одиниці об'єму – вимірюють у ppm.

Одиниця виміру «ppm» (англ. – parts per million) – дорівнює кількісній частці будь-якого газу в мільйоні частинок повітряної суміші. Значення 1000 ppm означає, що 0,1 % об'єму становить частка, займана певним газом у загальному об'ємі повітря.

При збільшенні вмісту двоокису вуглецю в повітрі людина відчуває задуху, у неї частішає пульс, збільшується стомлюваність, знижується концентрація уваги та продуктивність роботи. Нестача свіжого повітря може призвести до непритомних станів, появи нудоти, головного болю, зростаючої інтоксикації та розвитку синдрому хронічної втоми.

При різних рівнях концентрації двоокису вуглецю у вдихуваному повітрі, людина почувається:

- **350 – 400 ppm** (або 350 см³ двоокису вуглецю в 1 м³ повітря): умови зовнішнього повітря, умови перебування людини поза домом на свіжому повітрі. (400 ppm – норма концентрації CO₂ для міста);
- **500 – 600 ppm**: оптимальні та якісні умови для перебування та роботи в приміщенні, найбільш продуктивні та здорові умови;
- **600 – 1000 ppm**: знижується продуктивність праці, концентрація уваги падає майже на 30 %, потрібні зусилля для сприйняття інформації, з'являються головні болі;
- **1000 – 1500 ppm**: з'являється апатія та млявість, сильно знижується уважність, важко приймати рішення, розвивається хронічна втома;
- **від 1500 ppm**: з'являється головний біль та інші нездужання, немає бажання працювати або мислити, можливі хронічні захворювання носоглотки.

Для тваринницьких приміщень шкідливими газами повітря є вуглекислий газ, аміак, сірководень, метан, аміни. Негативний вплив газів на організм тварин залежить від виду, віку, фізіологічного стану, рівня годівлі тощо. У концентраціях, які перевищують максимально допустимі гігієнічні нормативи, шкідливі гази через дихальну систему надходячи у кров, взаємодіють з гемоглобіном і блокують перенесення кисню до клітин та вуглекислого газу від клітин до легень.

При взаємодії аміаку із гемоглобіном крові з утворюється *лужний гематин*, із сірководнем – *сірчисте залізо*, з вуглекислим газом – *карбгемоглобін*, з чадним газом – *карбоксигемоглобін*. Шкідливі гази повітря таким чином знижують утворення оксигемоглобіну, що спричинює анемію у тварин.

Санітарно-гігієнічний стан повітряного середовища оцінюють за ступенем впливу шкідливих газів і розраховують за формулою:

$$C_1/C_{1\text{мпк}} + C_2/C_{2\text{мпк}} + \dots + C_n/C_{n\text{мпк}} \leq 1,$$

де C_1, C_2, C_n – фактична кількість шкідливих газів виявлена у повітрі;

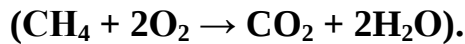
$C_{1\text{мпк}}, C_{2\text{мпк}}$ – межі припустимих концентрацій.

Якщо сума значень > 1 , обов'язково проводять заходи з очищення повітря до рівня допустимої концентрації шкідливих газів.

Вуглекислий газ (діоксид вуглецю, двоокис вуглецю, вугільний ангідрид, вуглекислота) (CO₂) – малотоксичний, безбарвний газ, з ледь відчутним кислуватим запахом та смаком. Щільність його при 0 °С та 760 мм рт.ст. – 1,9769 кг/м³ (повітря – 1,293 кг/м³), 1 мг займає об'єм 0,509 см³. При температурі +20 °С і тиску 760 мм рт.ст. у 100 мл води розчиняється 88 см³ CO₂. При нормальному атмосферному тиску досить швидко переходить із твердого стану в газоподібний, майже не існує у рідкому стані. При підвищеному атмосферному

тиску й звичайних температурах вуглекислий газ переходить у рідину, що використовується для його зберігання.

Джерелами вуглекислого газу у тваринницьких приміщеннях є видихуване повітря тварин, аеробні процеси розкладу органічних речовин, обігрів приміщень газовими установками:



Межі припустимих концентрацій (МПК) вуглекислого газу (CO_2) у житлових приміщеннях різного призначення встановлена в межах **0,07 – 0,1 %**, у виробничих приміщеннях – до **1 – 1,5 %**.

Межі припустимих концентрацій (МПК) газу у повітрі тваринницьких приміщень: для племінних і високопродуктивних тварин, сільськогосподарської птиці, у профілакторіях та родильних відділеннях – до **0,15 %**, для інших тварин – до **0,25 – 0,30 %**. В атмосферному повітрі CO_2 міститься до 0,03 – 0,04 %, у видихуваному – біля 1,0 – 4,0 %. Вуглекислий газ легко пропускає ультрафіолетові промені і відбиває інфрачервоні.

При концентрації CO_2 понад 4 % дихати таким повітрям смертельно небезпечно, тому саме концентрація вуглекислого газу була прийнята в якості **індикатора якості повітря**. Вже за умов концентрації вуглекислого газу вище 0,1 % (1000 ppm) виникає відчуття задухи: загальний дискомфорт, слабкість, головний біль, зниження концентрації уваги.

При тривалому перебуванні в приміщеннях з надмірною кількістю вуглекислого газу відбуваються зміни в кровоносній, центральній нервовій, дихальній системах, розумовій діяльності, ускладнюється та порушується сприйняття, знижується увага тощо.

Людина за відсутності фізичних навантажень у спокійному стані споживає близько 25 л кисню за годину і видихає біля 22 л вуглекислого газу. За активної діяльності, чи то робота за комп'ютером, або хода, спорт чи робота по дому, частота вдихів і видихів у людини збільшується, відповідно зростає і кількість виділеного вуглекислого газу.

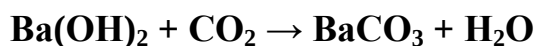
При концентрації вуглекислого газу в повітрі приміщення вище 800 – 1000 ppm, люди, які працюють або навчаються в такому приміщенні, відчувають **«синдром хворого будинку» (СХБ)**, а самі будівлі називають **«хворими»**.

При тривалому вдиханні тваринами повітря із підвищеною концентрацією вуглекислого газу, гемоглобін крові перетворюється на **карбгемоглобін** що викликає гіпоксію. Вміст CO_2 у повітрі 1,0 % і більше прискорює дихання, гальмує окислювальні процеси та знижує температуру тіла тварини.

Вміст вуглекислого газу у повітрі визначають наступними методами: газометрії, титриметрії (Суботіна-Нагорського), за Прохоровим, фотоколориметрії, спектрофотометрії.

А. Визначення концентрації CO_2 в повітрі за способом Суботіна-Нагорського

Цей метод ґрунтується на здатності розчину барію гідроксиду поглинати в еквівалентних кількостях вуглекислий газ із утворенням нерозчинної сполуки BaCO_3 :



Вміст CO_2 у повітрі в даному випадку розраховують за різницею титрів Ba(OH)_2 до та після поглинання газу.

Обладнання: калібрований скляний бутель на 5 – 6 л, з притертим гумовим корком з отвором; калібрований малий скляний флакон на 100 – 125 см³; дві бюретки по 50 мл, закриті зверху корком, що містить вапно; термометр, барометр-анероїд, колби на 50 мл, піпетки, гумова груша.

Реактиви: 1. Титрований розчин барію гідроксиду (Ba(OH)_2), 1 мл якого здатний зв'язати 1 мг CO_2 .

2. Титрований розчин щавлевої кислоти, 1 мл якого еквівалентний 1 мг CO_2 .

3. Індикатор – 1 %-й спиртовий розчин фенолфталеїну, який у лужному середовищі дає інтенсивне малинове забарвлення, але залишається безбарвним у кислому.

Визначення першого титру Ba(OH)_2 .

У колбу наливають 10 мл щавлевої кислоти, додають 2 краплі фенолфталеїну, перемішують і титрують розчином барію гідроксиду з бюретки до появи стійкого слабо-рожевого забарвлення. Кількість мілілітрів баритового розчину, витраченого на титрування 10 мл щавлевої кислоти, є титром баритового розчину.

Розрахунок титру Ba(OH)_2 . На титрування 10 мл щавлевої кислоти витрачено 12 мл баритового розчину. Отже перший титр розчину Ba(OH)_2 дорівнює 12, тобто 12 мл цього розчину зв'язують 10 мл щавлевої кислоти, що відповідає 10 мг CO_2 .

Для дослідження концентрації CO_2 використовують скляний бутель, який наповнюють досліджуванним повітрям і закривають притертим корком. Паралельно визначають температуру і барометричний тиск повітря у приміщенні.

Заповнюють малий калібрований флакон розчином Ba(OH)_2 (120 мл) який переливають у скляний бутель із повітрям і енергійно струшують протягом 1 – 2 хв. Малий флакон не від'єднують від скляного бутля. Розчин барію гідроксиду у бутлі набуває каламутно-білого кольору, внаслідок утворення нерозчинного у воді барію карбонату (BaCO_3). Таким чином розчин Ba(OH)_2 поглинає вуглекислий газ у досліджуваному об'ємі повітря.

Одержаний розчин BaCO_3 переливають із скляного бутля у малий флакон, закривають корком і залишають відстоятися на 15 – 20 хв.

Об'єм скляного бутля приводять до нормальних умов (0 °C та 760 мм рт.ст.), що необхідно для одержання порівняльних значень (1 мг CO_2 за нормальних умов займає об'єм 0,509 см), використовуючи формулу Бойля-Маріотта та Гей-Люссака:

$$V_{760}^0 = \frac{V_t \times B}{(1 + \alpha t) \times 760},$$

де V_{760}^0 – об'єм, повітря за нормальних умов;

V_t – об'єм проби повітря за даних умов;

$\frac{B}{760}$ – поправка на барометричний тиск;

α – коефіцієнт розширення газів, що дорівнює $1/2738$, або $0,003667$;

t – температура досліджуваного повітря;

B – атмосферний тиск під час відбору проби.

Приклад. Об'єм бутля (V_1) дорівнює 5490 см^3 , температура повітря 21°C , атмосферний тиск – 745 мм рт.ст. Тоді:

$$V_{760}^0 = \frac{5490 \times 745}{(1 + 0,003667 \times 21) \times 760}$$

Для спрощень обчислення, використовують спеціальну таблицю (дод. 21), в

якій наведені готові числові значення для $(1 + \alpha t)$ та $\frac{B}{760}$

Формула набуде такого вигляду:

$$V_{760}^0 = \frac{5490 \times 745}{(1 + 0,003667 \times 21) \times 760} = \frac{5490 \times 0,9803}{1,0770} = 4997 \text{ мл/см}^3.$$

Визначення другого титру $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

Баритовий розчин, з малого флакона переливають у чисту бюретку, так, щоб осад BaCO_3 залишився на дні.

Потім у колбу об'ємом 50 мл відмірюють 10 мл титрованого розчину щавлевої кислоти, додають 2 краплі фенолфталеїну і титрують з бюретки розчином $\text{Ba}(\text{OH})_2$ до появи стійкого слабо-рожевого забарвлення. Встановлюють кількість розчину $\text{Ba}(\text{OH})_2$ витраченого на титрування. У даному випадку баритового розчину піде більше, ніж при визначенні першого титру.

Приклад. Перший титр розчину $\text{Ba}(\text{OH})_2$ становить $T_1 = 12 \text{ мл}$ (див. вище), а другий титр – $T_2 = 14 \text{ мл}$. З урахуванням об'єму малого флакона (120 мл) одержимо, якщо 12 мл розчину $\text{Ba}(\text{OH})_2$ здатні зв'язати 10 мг CO_2 , то 120 мл зв'яжуть – $X \text{ мг CO}_2$

$$X_1 = \frac{120 \times 10}{12} = 100 \text{ мг CO}_2, \text{ що є остаточним значенням першого титру}$$

$\text{Ba}(\text{OH})_2$.

Розраховуємо остаточне значення другого титру $\text{Ba}(\text{OH})_2$:

$$X_2 = \frac{120 \times 10}{14} = 85,7 \text{ мг CO}_2$$

Різниця титрів $T_1 - T_2 = 100 - 85,7 = 14,3 \text{ мг CO}_2$. Відсотковий вміст CO_2 у досліджуваному повітрі визначають спочатку переводячи вагові величини в об'ємні (1 мг CO_2 за нормальних умов займає об'єм $0,509 \text{ см}^3$, звідси $14,3 \times 0,509 = 7,28 \text{ см}^3 \text{ CO}_2$. Після чого обчислюють відсотковий вміст CO_2 у повітрі за формулою:

$$X = \frac{7,28 \times 100}{4997} = 0,14 \%$$

Б. Визначення CO_2 експрес-методом

Принцип методу ґрунтується також на зв'язуванні CO_2 розчину $\text{Ba}(\text{OH})_2$ з утворенням барію карбонату (див. вище), але дозволяє швидко отримати результат.

Обладнання та реактиви. розчин барію гідроксиду 0,005 н (з 1 % спиртовим розчином фенолфталеїну). Хімічні пробірки з гумовими корками, через які проходять дві ін'єкційні голки, коротка і довга. Використовують шприц для ін'єкцій на 5 – 10 см³.

Хід роботи. Пробірку за допомогою шприца добре продувають досліджуваним повітрям. Після цього додають 2 мл розчину Ba(OH)₂ і енергійно струшують розчин 30 – 60 с. Якщо рожевий колір розчину не зник, за допомогою шприца вводять ще порцію досліджуваного повітря (не більше 2,5 мл). Розчин знову струшують впродовж 30 – 60 с. Процедуру продовжують до повного знебарвлення розчину Ba(OH)₂. Встановлюють загальний об'єм досліджуваного повітря пропущеного через розчин Ba(OH)₂.

$$V_{\text{заг.}} = V_1 + V_2 + V_2 + V_n$$

Знаючи об'єм пропущеного досліджуваного повітря і титр баритового розчину, розраховують вміст CO₂ у повітрі користуючись таблицею (табл. 1.7).

Таблиця 1.7. Визначення концентрації вуглекислого газу

Об'єм проби повітря, мл	На 1 мл 0,01 н розчину HCl витрачено мл розчину Ba(OH) ₂									
	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
Відсоток вуглекислого газу в повітрі										
20	0,70	0,66	0,62	0,59	0,56	0,52	0,51	0,49	0,47	0,45
25	0,56	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,41	0,39	0,37	0,36
Об'єм проби повітря, мл	На 1 мл 0,01 н розчину HCl витрачено мл розчину Ba(OH) ₂									
	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5
30	0,47	0,44	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,31	0,30
35	0,40	0,38	0,35	0,34	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26
40	0,35	0,33	0,31	0,29	0,28	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22
45	0,31	0,29	0,28	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20
50	0,28	0,26	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,19	0,19	0,18
55	0,25	0,24	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16
60	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15
65	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14
70	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13
75	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	0,12
80	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11	0,11
85	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10
90	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10
95	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09
100	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09
105	0,13	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09
110	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08
115	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08
120	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07

Визначення вуглекислого газу Bosean T-Z01-Pro. З цією метою використовують портативний аналізатор повітря Bosean T-Z01-Pro (рис. 1.77). Прилад складається із корпусу, шкали налаштування та різних електронних датчиків, за допомогою яких визначають вміст шкідливих газів та ряд фізичних констант повітря: концентрацію формальдегіду (HCHO); концентрацію зважених твердих мікрочастинок і найдрібніших крапельок рідини (PM2.5); концентрацію летких органічних сполук (TVOC); концентрацію чадного газу (CO); концентрацію вуглекислого газу (CO₂); відносну вологість повітря (R); температуру повітря (t).

Прилад дає можливість встановити загальний індекс якості повітря **AQI** і відображає всю отриману інформацію на великому кольоровому LCD екрані в режимі реального часу. При перевищенні меж припустимої концентрації шкідливих речовин у повітрі включається спеціальний сигнал. Прилад дає змогу побачити динаміку зміни показників PM2.5, HCHO, TVOC, температури і вологості повітря за останні 8 годин. Крім того у приладі можна налаштувати: одиниці вимірювання температури, межі припустимої концентрації для звукового сигналу, час автоматичного вимкнення екрана, яскравість екрана, стиль відображення інформації, звуковий супровід натискання кнопок.

Можливість автономної роботи від вбудованого акумулятора 1500 мАг або від USB блоку живлення.



Рис. 1.77. Аналізатор повітря Bosean T-Z01-Pro

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Що є джерелом вуглекислого газу у повітрі тваринницького приміщення?
2. Як впливає вуглекислий газ на фізіологічні процеси в організмі тварин?
3. Перелічіть фізичні властивості вуглекислого газу?
4. Яка сполука утворюється при взаємодії гемоглобіну крові з аміаком?
5. Яка сполука утворюється при взаємодії гемоглобіну крові із сірководнем?
6. Яка сполука утворюється при взаємодії гемоглобіну крові із вуглекислим газом?
7. Яка сполука утворюється при взаємодії гемоглобіну крові з чадним газом?
8. Що спричинює анемію у тварин?
9. Яку щільність при 0 °C та 760 мм рт.ст. займає 1 мг вуглекислого газу?
10. Який об'єм вуглекислого газу розчиняється у 100 г води при температурі +20 °C і тиску 760 мм рт.ст.?
11. Які межі припустимих концентрацій вуглекислого газу для племінних і високопродуктивних тварин, сільськогосподарської птиці?
12. Які межі припустимих концентрацій вуглекислого газу для робочих тварин?

ТЕМА 7. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ АМІАКУ У ПОВІТРІ

(ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень; ДСТУ 4693:2006 Мікроклімат тваринницьких приміщень. Терміни та визначення понять; IDT); ДСТУ 7823:2015 Ферми тваринницькі. Вимоги до параметрів мікроклімату тваринницьких приміщень; ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція, кондиціювання»)

Мета роботи: опанування методами контролю визначення вмісту аміаку у повітрі, опрацювання меж припустимих концентрацій аміаку у повітрі тваринницьких приміщень.

Матеріали та обладнання: термометр ртутний або спиртовий, барометр-анероїд, багатоканальний детектор Honeywell MultiRAE Lite (США), Honeywell BW Solo NH₃, універсальний газовий аналізатор УГ-2.

Аміак – один із шкідливих газів, що містить повітря тваринницьких приміщень. Джерелами аміаку у повітрі тваринницьких приміщень є сеча, кал, підстилка та гній. Вміст аміаку у повітрі є прямим показником його чистоти.

Аміак – безбарвний газ, токсичний, з характерним запахом (нашатирного спирту), який відчувається тваринами при концентрації 1,5 – 2 мг/м³ повітря. Він вдвічі легший за повітря і відноситься до отруйних газів. За нормальних умов щільність аміаку становить 0,7714 кг/м³, а 1 мг займає об'єм 1,314 см³. При температурі 20 °С і тиску 760 мм рт.ст. в 100 г води розчиняється 52,6 см³ аміаку.

У тварин аміак є одним із проміжних та кінцевих продуктів обміну речовин. Він високотоксичний для організму, і перетворюється в **орнітиновому** циклі печінкою у менш токсичну сполуку – сечовину, яка виводиться нирками із сечею.

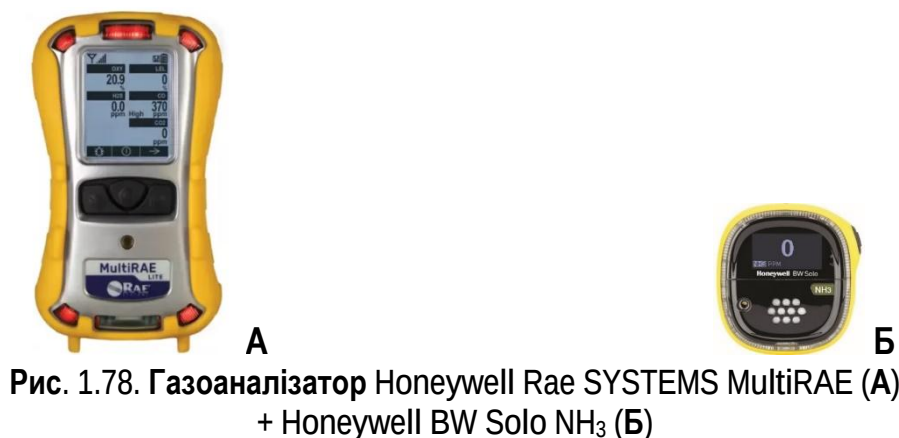
Межі припустимих концентрацій (МПК) аміаку у повітрі тваринницьких приміщень – до **20 мг/м³**, або 0,026 ‰ (проміле). Для племінних, високопродуктивних тварин, молодняку та птиці МПК становить не більше **10 мг/м³**.

Токсична дія аміаку пов'язана із впливом на слизові оболонки очей та дихальних шляхів (переважно), а також кишково-шлунковий тракт. Аміак із повітря всмоктується і потрапляє у внутрішнє середовище організму у вигляді розчину. У крові він з'єднується з гемоглобіном еритроцитів утворюючи **лужний гематин** – сполуку, яка не здатна переносити кисень і викликає гіпоксію. Аміак у концентрації 1 – 3 мг/л повітря викликає сильне збудження нервової системи, судоми і параліч центру дихання.

Хронічна дія. Аміак розчиняючись у воді, накопичується на поверхні слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, кон'юнктиви очей та подразнює їх. При запальних процесах він викликає морфологічні й функціональні зміни у клітинах цих органів. Дія аміаку в концентраціях, що наближені до граничних, призводить до зниження загальної опірності організму тварин щодо дії несприятливих факторів зовнішнього середовища. Виникають умови для проникнення інфекції. Тварини втрачають у рості, знижується їх продуктивність.

Розроблені та використовуються декілька методів визначення концентрації аміаку у повітрі.

Для визначення концентрації шкідливих газів у навколишньому повітрі, у тому числі і повітрі тваринницьких приміщень використовується **багатоканальний детектор Honeywell MultiRAE Lite (США) (А)** з вбудованим насосом. **MultiRAE Lite** дає змогу контролювати наявність та вміст різних шкідливих речовин та газів у повітрі, серед яких – кисень, горючі гази (природний газ, метан, етан, етилен, пропан та інші), чадний газ, аміак, сірководень, діоксид сірки (сірчистий газ) тощо (рис. 1.78).



Прилад дозволяє контролювати концентрацію шкідливих газів у повітрі в режимі реального часу. Одержана інформація надсилається на центральний комп'ютер, що дозволяє вчасно реагувати на підвищення того чи іншого газу в повітрі. Вмонтовані у пристрій датчики, а також автоматичне тестування і калібрування дозволяють здійснювати контроль за концентрацією шкідливих газів.

Використання: Перед проведенням вимірювань газоаналізатор тестують з метою перевірки датчиків і системи тривоги. Тестують і калібрують газоаналізатор в умовах чистого повітря.

Розпочинають роботу з приладом з натискання і утримування клавіші [⏻], поки не припиниться звуковий сигнал. Під час включення приладу проходить перевірка акумулятора, зумера, вібраційного сигналу і світлодіодів. **MultiRAE Lite** проводить самоперевірку також і інших функцій. Поява на головному екрані інформації, вказує на готовність приладу до проведення вимірювань.

Вимикають газоаналізатор натисканням і утриманням кнопки [⏻] впродовж 5-секунд. Прилад вважається вимкненим, коли на екрані з'явиться напис «Unit Off».

Для визначення концентрації аміаку в повітрі використовують також портативний прилад **Honeywell BW Solo NH₃** (рис. 1.79). Він обладнаний екраном та однією кнопкою (ввімкнення/вимкнення, перегляду параметрів і програмування функцій) для управління роботою приладу. При натисканні на кнопку ввімкнення (5 секунд), яка розміщена збоку приладу, вмикається підсвічування дисплея та відбувається автоматичне калібрування. Після цього прилад готовий до проведення вимірювання концентрації NH₃ у повітрі.

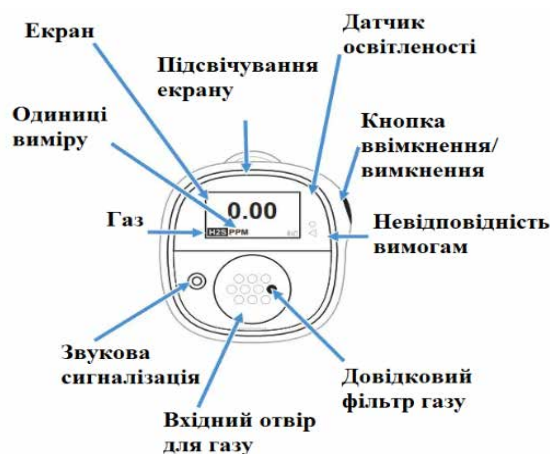


Рис. 1.79. Передня частина Honeywell BW Solo NH₃

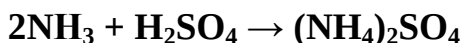
Для завершення роботи приладу, необхідно натиснути на кнопку вимкнення (5 секунд).

Якісна реакція на аміак. Наявність аміаку у повітрі досліджують, використовуючи зволожений рожевий лакмусовий папір, який у присутності аміаку синіє. Використовують також зволожений жовтий папір, забарвлений бромтимолблею, який за наявності аміаку зеленіє або синіє. Пари соляної кислоти при контакті з повітрям, що містить аміак, утворюють білий туман внаслідок реакції:



Кількісне визначення аміаку в повітрі. Для визначення концентрації аміаку в повітрі використовують титриметричний і колориметричний методи, а також універсальний газоаналізатор УГ-2.

А. Визначення концентрації аміаку титриметричним методом. Принцип методу ґрунтується на здатності розчину сірчаної кислоти зв'язувати аміак, утворюючи сполуку – амонію сульфат:



Реактиви: 0,1 н розчин H_2SO_4 , 1 мл якого здатний зв'язати 1,7 мг аміаку; 0,1 н розчин NaOH , 1 мл якого нейтралізує 1 мл 0,1 н розчину H_2SO_4 ; індикатор – 1 %-й розчин метилоранжу.

Обладнання: аспіратори (2 бутлі об'ємом 5 – 6 дм³); поглинач (трубки Петрі, склянка Тищенко або Дрекслея), що з'єднані послідовно й заповнені 0,1 н розчином сірчаної кислоти; бюретки об'ємом 50 мл; колби на 50 мл.

Хід аналізу. Для визначення концентрації аміаку в повітрі необхідно встановити титр сірчаної кислоти. У колбочку піпеткою набирають 30 мл 0,1 н розчину сірчаної кислоти, вносять 2 краплі метилоранжу і титрують з бюретки 0,1 н розчином натрію їдкого до появи стійкого слабожовтого забарвлення. Кількість мл розчину NaOH , яка пішла на титрування 0,1 н сірчаної кислоти і буде її першим титром.

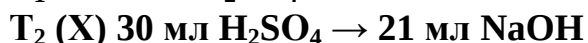
Готують до роботи поглинач, наливаючи 30 мл 0,1 н сірчаної кислоти. Пропускають через розчин 40 – 60 л досліджуваного повітря із швидкістю 1 л/хв.

Вмістиме поглинача переносять у чисту колбу, вносять 2 краплі індикатора метилоранжу і перемішують. Розчин титрують 0,1 н сірчаною кислотою до стійкого слабожовтого забарвлення. Встановлюють кількість мл 0,1 н розчину сірчаної кислоти, яка пішла на титрування (другий титр). За різницею першого і другого титрів визначають кількість зв'язаної аміаком сірчаної кислоти. За встановленою різницею обчислюють концентрацію аміаку у повітрі, яку виражають у мг/м^3 або ‰ (промиле).

Приклад розрахунку. Через 30 мл 0,1 н розчину сірчаної кислоти пропущено 45 л досліджуваного повітря при температурі 10°C і барометричному тиску 750 мм рт.ст. Об'єм пропущеного повітря приводять до нормальних умов за формулою Бойля-Маріотта і Гей-Люссака (див. попередню тему).

На титрування 30 мл 0,1 н розчину H_2SO_4 до пропускання повітря витрачено 32 мл 0,1 н розчину NaOH (перший титр). Після пропускання повітря на таку ж кількість 0,1 н розчину H_2SO_4 витрачено 21 мл 0,1 н розчину NaOH (другий титр).

Таким чином, у даному випадку невідомо яку кількість аміаку може зв'язати 1 мл 0,1 н розчину сірчаної кислоти. Якщо б на титрування 30 мл 0,1 н H_2SO_4 пішло 30 мл 0,1 н розчину NaOH , тоді 1 мл титрованого розчину H_2SO_4 зв'яже 1,7 мг NH_3 . Для встановлення кількості 0,1 н розчину H_2SO_4 , яка вступила в реакцію з 0,1 н розчином NaOH при встановленні другого титру (X) проводимо розрахунок:



$$X = \frac{30 \times 21}{32} = 20 \text{ мл } \text{H}_2\text{SO}_4.$$

Отже, в другому випадку (після пропускання повітря через поглинач) у реакцію з 0,1 н розчином NaOH вступило лише 20 мл 0,1 н розчину H_2SO_4 .

Тоді $T_1 - T_2 = 30 - 20 = 10$ мл H_2SO_4 (вступило в реакцію з аміаком). Відомо, що 1 мл 0,1 н розчину H_2SO_4 зв'яже 1,7 мг аміаку. В такому разі 10 мл 0,1 н розчину кислоти зв'яже $1,7 \times 10 = 17$ мг аміаку. Звідси, в пропущеному об'ємі повітря міститься 17 мг аміаку. Масу аміаку переводимо в об'єм, враховуючи, що 1 мг його за нормальних умов займає $1,314 \text{ см}^3$. Об'єм аміаку в даному випадку буде дорівнювати: $V = 17 \times 1,314 = 22,33 \text{ см}^3$.

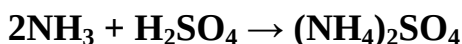
Пропущений через поглиначі об'єм повітря приводимо до нормальних умов:

$$V_{760}^0 = \frac{V_t \times B}{(1 + \alpha t) \times 760} = \frac{45 \times 0,9920}{1,0367} = 43,05 \text{ дм}^3.$$

Отже, якщо в $43,05 \text{ дм}^3$ досліджуваного повітря міститься 17 мг аміаку, то в одному літрі: $n = 17 \text{ мг} : 43,05 \text{ л} = 0,39 \text{ мг/л}$ або 39 мг/м^3 .

В об'ємних одиницях вміст аміаку в повітрі розраховують наступним чином: якщо в $43,05 \text{ л}$ повітря міститься $22,33 \text{ см}^3$ аміаку, то в 1 дм^3 його кількість становитиме: $n = 22,33 \text{ см}^3 : 43,05 \text{ дм}^3 = 0,51 \text{ см}^3/\text{л}$, або $0,51 \text{ ‰}$ (промиле).

Б. Визначення вмісту аміаку в повітрі експрес-методом. Метод ґрунтується на зв'язуванні аміаку 0,0002 н розчином сірчаної кислоти з утворенням сірчаноокислого амонію:



Цей метод дозволяє швидко одержати результат. При цьому необхідно знати: концентрацію розчину сірчаної кислоти, взятої для дослідження, та кількість пропущеного крізь кислоту досліджуваного повітря.

Реактиви та обладнання. 0,0002 н розчин сірчаної кислоти (з індикатором Таширо), 1 мл якої зв'язує 0,0034 мг аміаку. Шприц-поглинач на 100 або 200 см³. Піпетка на 2 см³ або дозатор для відмірювання розчину сірчаної кислоти.

Хід роботи. У поглинач піпеткою або дозатором вносять 2 см³ 0,0002 н робочого розчину сірчаної кислоти і продувають досліджуване повітря (відзначаючи його кількість), доти, поки розчин не забарвиться у зелений колір. Якщо кількість взятого для аналізу повітря відома, то визначають концентрацію аміаку за спеціальною таблицею 1.8.

Приклад розрахунку. Для переходу 2 мл 0,0002 н розчину сірчаної кислоти у зелений колір було пропущено 620 см³ повітря. Тоді концентрація аміаку в повітрі буде становити 11,0 мг/м³.

Таблиця 1.8. Визначення концентрації аміаку у повітрі, мг/м³

Об'єм проби повітря, мл	Об'єм проби повітря, взятого для аналізу, мл				
	0	20	40	60	80
100	68,0	56,6	48,5	42,2	37,7
200	34,0	30,9	28,8	26,1	24,2
300	22,6	21,2	20,0	18,8	17,8
400	17,0	16,2	15,5	14,8	14,2
500	13,6	13,1	12,6	12,1	11,7
600	11,3	11,0	10,6	10,3	10,0
700	9,7	9,4	9,2	8,9	8,7
800	8,5	8,3	8,1	7,9	7,7
900	7,6	7,4	7,2	7,1	6,9

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Що є джерелами аміаку у повітрі тваринницького приміщення?
2. Як аміак впливає на організм тварин?
3. Яка сполука утворюється при взаємодії гемоглобіну крові з аміаком?
4. Яка сполука утворюється при взаємодії гемоглобіну крові із сірководнем?
5. Яка сполука утворюється при взаємодії гемоглобіну крові із вуглекислим газом?
6. Яка сполука утворюється при взаємодії гемоглобіну крові з чадним газом?
7. Який об'єм аміаку розчиняється у 100 г води при температурі +20 °С і тиску 760 мм рт.ст.?
8. Які межі припустимих концентрацій аміаку у повітрі тваринницьких приміщень для племінних і високопродуктивних тварин, сільськогосподарської птиці?
9. Які межі припустимих концентрацій аміаку для робочих тварин?
10. На чому ґрунтується титриметричний метод визначення концентрації аміаку в повітрі?
11. На чому ґрунтується визначення концентрації аміаку в повітрі експрес-методом?

7.1. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ШКІДЛИВИХ ГАЗІВ У ПОВІТРІ УНІВЕРСАЛЬНИМ ГАЗОВИМ АНАЛІЗАТОРОМ УГ-2

Універсальний газовий аналізатор УГ-2 (рис. 1.80) широко використовується для визначення концентрації аміаку, сірководню, вуглекислого та чадного газу, ацетону, бензину тощо у повітрі тваринницьких приміщень.



Рис. 1.80. Універсальний газоаналізатор УГ-2

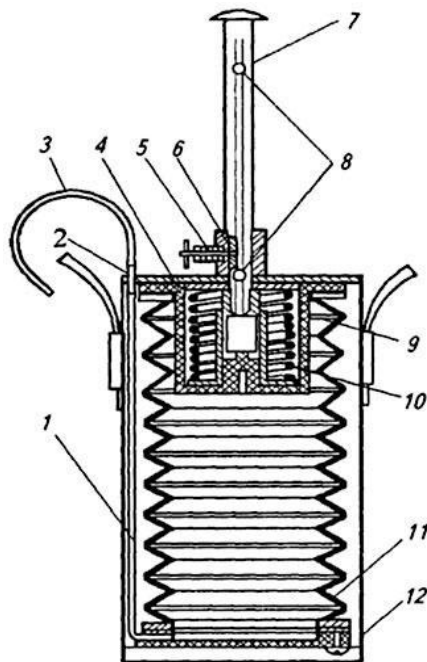


Рис. 1.81. Схема будови універсального газоаналізатора УГ-2 у розрізі:

1, 3 – гумові трубки; 2 – штуцер; 4 – плита; 5 – стопор; 6 – втулка; 7 – шток; 8 – заглиблення канавки; 9 – розпірне кільце; 10 – пружина; 11 – сиффон; 12 – корпус

Принцип визначення концентрації шкідливих газів у повітрі за допомогою УГ-2 ґрунтується на здатності різних індикаторів вступати в реакцію з відповідними газами, змінюючи колір.

У металевому корпусі приладу є дозований сиффонний насос, який на певну величину стискається спеціальним металевим стержнем (штоком). Ступінь стиснення сиффона визначається відстанню між фіксуючими заглибленнями у направляючому рівчачкові штоку. Робочий хід штоку дорівнює відстані між двома фіксуючими заглибленнями. Цим визначається об'єм повітря, який забирається сифоном і проходить через індикаторну трубку (рис. 1.81).

Хід визначення вмісту газів у повітрі. Спочатку необхідно відкрити кришку корпусу приладу. При дослідженні повітря на вміст аміаку, його об'єм повинен становити 250 см^3 , час витримки після зупинки штока – 0,5 хвилини і загальний час одного прокачування – 3 хвилини. Виставити об'єм повітря на штоці (стержень з канавками) і направити його у направляючу втулку. Натиснути рукою на головку штока і опустити його до потрапляння фіксатора у верхнє заглиблення в канавці штока.

Заздалегідь підготовлену скляну трубку з індикатором відкривають з обох сторін і під'єднують до гумової трубки приладу. Відкритий кінець індикаторної трубки розміщують у точці проведення дослідження. Натискають на головку штока, та відпускають фіксатор. Цим вивільняється шток, який починає рухатися уверх, засмоктуючи досліджуване повітря. Відбувається просмоктування (пропускання) повітря через індикаторну трубку. Внаслідок реакції між аміаком (чи іншим газом) з індикатором відбувається хімічна реакція, яка викликає зміну кольору індикатора на певну довжину.

Розрахунок результатів дослідження проводять після від'єднання індикаторної трубки від приладу і порівняння її з стандартною вимірювальною шкалою доданої до приладу. Нижня межа стовпчика індикатора в скляній трубці, зміненого за кольором, повинна збігатися з нульовою поділкою на шкалі, тоді верхній її рівень покаже концентрацію досліджуваного газу у повітрі у мг/м^3 .

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Що є джерелами аміаку у повітрі тваринницького приміщення?
2. Як аміак впливає на організм тварин?
3. Яка сполука утворюється при взаємодії гемоглобіну крові з аміаком?
4. Який об'єм аміаку розчиняється у 100 г води при температурі $+20^{\circ}\text{C}$ і тиску 760 мм рт.ст.?
5. Які межі припустимих концентрацій аміаку у повітрі тваринницьких приміщень для племінних і високопродуктивних тварин, сільськогосподарської птиці, у профілакторіях та родильних відділеннях?
6. Які межі припустимих концентрацій аміаку для робочих тварин?
7. На чому ґрунтується титрометричний метод визначення концентрації аміаку в повітрі?
8. На чому ґрунтується принцип визначення концентрації аміаку в повітрі УГ-2?

ТЕМА 8. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ СІРКОВОДНЮ У ПОВІТРІ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

(ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень; ДСТУ 4693:2006 Мікроклімат тваринницьких приміщень. Терміни та визначення понять; ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT); ДСТУ 7823:2015 Ферми тваринницькі. Вимоги до параметрів мікроклімату тваринницьких приміщень; ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція, кондиціювання»)

Мета роботи: опанування методами визначення вмісту сірководню у повітрі, опрацювання меж припустимих концентрацій сірководню у повітрі тваринницьких приміщень.

Матеріали та обладнання: термометр ртутний або спиртовий, барометр-анероїд, багатоканальний детектор Honeywell MultiRAE Lite (США) + Honeywell ToxiRAE3 H₂S Single Gas Detector, універсальний газовий аналізатор УГ-2.

До шкідливих газів (CO₂, NH₃, метан тощо) повітря тваринницьких приміщень, також відносять сірководень (H₂S).

Сірководень – це безбарвний газ, важчий за повітря, малорозчинний у воді із неприємним запахом (тухлих яєць), який відчувається у повітрі при концентрації 0,0012 – 0,008 мг/м³. За нормальних умов (температура +20 °С і тиск 760 мм рт.ст) щільність сірководню становить 1,5392 кг/м³, а 1 мг його займає об'єм 0,6497 см³. У 100 г води розчиняється близько 291 см³ сірководню. У природних умовах сірководень зустрічається у складі нафти, природного газу, вулканічного газу та в гарячих джерелах води.

У повітря тваринницьких приміщеннях сірководень потрапляє під час гниття органічних речовин, що містять у своєму складі сірку (корми, екскременти), а також з клоачними газами. Сірководень отруйний газ, що за токсичною дією на організм тварин наближається до синильної кислоти. Проникаючи в слизову оболонку дихальних шляхів, сірководень сполучається з лужними елементами тканин, утворюючи *натрію* або *калію сульфід* (Na₂S, K₂S). Потрапляючи в кров вони гідролізуються з утворенням сірководню, який переводить каталітичне залізо крові у заліза сульфід.

Межа припустимої концентрації (МПК) сірководню у повітрі приміщень для високопродуктивних, племінних тварин, молодняку та птиці становить до 5 мг/м³, а для інших тварин – до 10 мг/м³, або в об'ємних одиницях відповідно 0,005 і 0,01% (проміле). У великій кількості сірководню в повітрі, він проявляє токсичну дію на організм тварин. Так, у кількості 1000 мг/м³ викликає загальне отруєння, що супроводжується паралічем дихального та судинорухового центрів, призводить до летального кінця. При тривалому вдиханні дещо підвищених кількостей газу настає загальне ослаблення організму, зниження його захисних

сил, що викликає виникнення вторинних захворювань неінфекційного і інфекційного характеру (метатоксична дія).

Визначення вмісту сірководню у повітрі з допомогою **багатоканального детектора Honeywell MultiRAE Lite (США) (А)**. Цей прилад використовується для визначення концентрації шкідливих газів у повітрі, у тому числі і у тваринницьких приміщеннях. Завдяки більш ніж 25 спеціальним датчикам, **MultiRAE Lite** дає змогу контролювати наявність шкідливих речовин та газів, серед яких – кисень, горючі гази (природний газ, метан, етан, етилен, пропан та інші), чадний газ, сірководень, діоксид сірки (сірчистий газ) тощо (рис. 1.82).

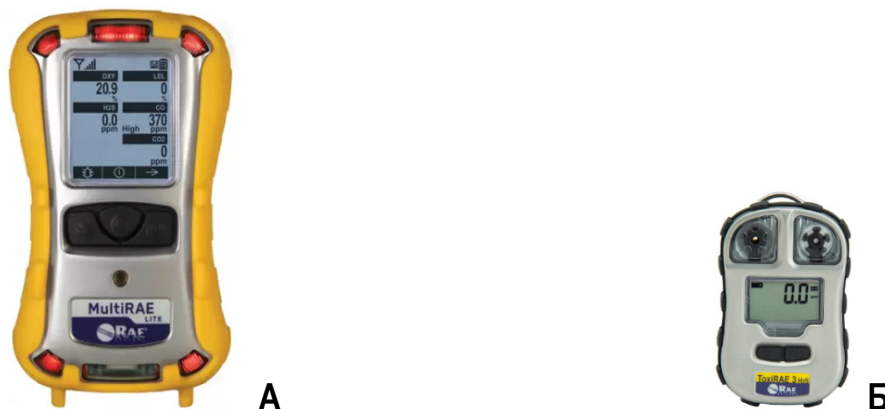


Рис. 1.82. Багатоканальний детектор Honeywell MultiRAE Lite (США) (А)
+ Honeywell ToxiRAE3 H₂S Single Gas Detector (Б)

Детектор Honeywell ToxiRAE3 H₂S Single Gas Detector (рис. 1.82 Б), призначений для визначення концентрації сірководню в навколишньому повітрі. Прилад оснащено трьома візуальними світлодіодами тривоги: зеленим (норма), жовтим (попередження) та червоним (небезпека). Дані про наявність сірководню в повітрі можуть автоматично передаватися на центральний комп'ютер електронною поштою. Керування та автоматичне калібрування приладу здійснюють спеціальною кнопкою, розміщеною на панелі газоаналізатора.

Визначення сірководню у повітрі **портативним багатокомпонентним газоаналізатором GX-2009 (рис. 1.83)**.

Портативний багатокомпонентний газоаналізатор GX-2009 призначений для одночасного визначення у повітрі до чотирьох газів (LEL (метан), O₂, H₂S, CO) з реєстрацією даних і відображенням часу. Прилад має вібросигналізацію і можливість автоматичного калібрування.



Рис. 1.83. GX-2009

Газоаналізатор повітря GX-2009 має ряд переваг, а саме: одночасне детектування чотирьох газів: метан, O₂, H₂S і CO; одночасне відображення чотирьох газів: метан, O₂, H₂S і CO; функцію реєстрації даних; функцію автоматичного калібрування; вібросигналізацію; волого- і пилозахисне виконання, IP67; безперервну роботу протягом 20 годин; гучний і чіткий звуковий сигнал, 95 dB.

Якісне реакція на сірководень. Для визначення наявності сірководню у повітрі папірець змочують у розчині свинцю оцтовокислого, який у присутності газу чорніє внаслідок утворення свинцю сірчистого (PbS). Папірець, змочений у 5 – 10 %-у розчині натрію нітропрусиду в присутності сірководню, набуває червоно-фіолетового забарвлення.

Визначення концентрації сірководню у повітрі. Концентрацію сірководню у повітрі визначають титриметричним та колориметричним методами.

Титриметричний метод визначення сірководню у повітрі ґрунтується на його здатності взаємодіяти з водним розчином йоду з утворенням йодистоводневої кислоти. Концентрацію сірководню розраховують за різницею титрів розчину йоду до та після пропускання через нього досліджуваного повітря.

Обладнання: аспіратори (два каліброваних бутлі на 5 – 6 л), 2 – 3 поглиначі (склянки Тищенко або Дрекслея), бюретки на 50 мл, піпетки на 0,1, 0,5, 1, 5, 10, 20 мл, колби, термометр, барометр-анероїд.

Реактиви: 0,01 н розчин йоду (свіжоприготовлений), 1 мл якого зв'язує 0,17 мг сірководню; 0,01 н розчин натрію гіпосульфіту; 0,5 %-й водний розчин крохмалю.

Хід аналізу. Спочатку визначають титр 0,01 н розчину йоду. Для цього в колбу об'ємом 50 см³ вносять 10 см³ розчину йоду, додають 2 – 3 краплі 0,5 % розчину крохмалю і титрують з бюретки 0,01 н розчином натрію гіпосульфіту до повного знебарвлення. Встановлюють кількість (см³) 0,01 н розчину натрію гіпосульфіту витраченого на титрування розчину йоду (перший титр).

Наливають у поглинач 30 мл 0,01 н розчину йоду, під'єднують прилад до аспіратора і пропускають через розчин не менше 20 дм³ досліджуваного повітря із швидкістю 20 – 30 дм³/год. Після чого вміст поглинача переливають у колбу, додають 2 – 3 краплини 0,5 % розчину крохмалю і титрують з бюретки 0,01 н розчином натрію гіпосульфіту. Встановлюють другий титр розчину йоду.

Приклад розрахунку. Через поглинач, у який поміщено 30 мл 0,01 н розчину йоду, пропущено 20 дм³ повітря при температурі 13 °С й барометричному тиску 751 мм рт.ст.

При першому титруванні на 10 см³ 0,01 н розчину йоду витрачено 12 см³ 0,01 н розчину натрію гіпосульфіту. Тоді на 30 см³ буде витрачено 36 см³ 0,01 н натрію гіпосульфіту.

При другому титруванні на 10 см³ водного розчину йоду витрачено лише 8 см³ натрію гіпосульфіту. Певна частина натрію гіпосульфіту зв'язалася із сірководнем. Тоді на 30 см³ розчину йоду буде витрачено 24 см³ 0,01 н розчину натрію гіпосульфіту.

Визначимо кількість 0,01 н розчину йоду, яка залишилася незв'язаною.

(T₁) – на 30 см³ 0,01 н йоду витрачено 36 см³ 0,01 н розчину гіпосульфіту.

(T₂) – X см³ 0,01 н йоду пішло 24 см³ 0,01 н розчину натрію гіпосульфіту.

Звідси:

$$X = \frac{30 \times 24}{36} = 20 \text{ см}^3 \text{ 0,01 н розчину йоду.}$$

Визначаємо кількість 0,01 н розчину йоду, що зв'язалася з сірководнем:

$$30 - 20 = 10 \text{ см}^3$$

Якщо 1 см³ 0,01 н розчину йоду зв'язує 0,17 мг сірководню, то 10 см³ зв'яжуть:

$$n = 10 \times 0,17 = 1,7 \text{ мг сірководню.}$$

Об'єм повітря, пропущений через поглиначі, приводять до нормальних умов:

$$V_{760}^0 = \frac{20 \times 0,9880}{1,0480} = 18,86 \text{ дм}^3.$$

Якщо у 18,86 дм³ повітря міститься 1,7 мг сірководню, то в 1 дм³:

$$X = \frac{1 \times 1,7}{18,86} = 0,09 \text{ мг/дм}^3, \text{ або } 90 \text{ мг/м}^3 \text{ H}_2\text{S}$$

Масу сірководню переводять у об'єм. Якщо 1 мг газу займає об'єм 0,6497 см³, то 1,7 мг:

$$X = 1,7 \times 0,6497 = 1,10 \text{ см}^3$$

Вміст сірководню в 1 л повітря:

$$X = 1,10 : 18,86 = 0,058 \text{ см}^3/\text{л}, \text{ або } 0,058 \text{ ‰}.$$

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Що є джерелом сірководню у повітрі тваринницького приміщення?
2. Як сірководень впливає на організм тварин?
3. Що собою являє сірководень?
4. Яка сполука утворюється при взаємодії гемоглобіну крові з аміаком?
5. Яка сполука утворюється при взаємодії гемоглобіну крові із сірководнем?
6. Яка сполука утворюється при взаємодії гемоглобіну крові із вуглекислим газом?
7. Яка сполука утворюється при взаємодії гемоглобіну крові з чадним газом?
8. Що спричинює анемію у тварин?
9. Яку щільність при 0 °С та 760 мм рт.ст. займає 1 мг сірководню?
10. Який об'єм сірководню розчиняється у 100 г води при температурі +20 °С і тиску 760 мм рт.ст.?
11. Які межі припустимих концентрацій сірководню у повітрі тваринницьких приміщень для племінних і високопродуктивних тварин, сільськогосподарської птиці, у профілакторіях та родильних відділеннях?
12. Які межі припустимих концентрацій сірководню для робочих тварин?
13. На чому ґрунтується титриметричний метод визначення концентрації сірководню?
14. На чому ґрунтується визначення сірководню експрес-методом?

ТЕМА 9. ВИЗНАЧЕННЯ ПИЛУ У ПОВІТРІ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

(ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень; ДСТУ 4693:2006 Мікроклімат тваринницьких приміщень. Терміни та визначення понять; ДСТУ 7823:2015 Ферми тваринницькі. Вимоги до параметрів мікроклімату тваринницьких приміщень)

Мета роботи: опанування методами визначення пилового забруднення повітря, опрацювання меж припустимих концентрацій пилу у повітрі тваринницьких приміщень.

Матеріали та обладнання: ваги аналітичні, фільтри перхлорвінілові типу АФА, аспіратор, секундомір.

Пилове забруднення повітря тваринницьких приміщень залежить від кількості поголів'я тварин, системи їх утримання, технологічних операцій способів прибирання і видалення гною, рівнем повітрообміну, проведення діагностичних заходів.

Пил – дрібні тверді частинки повітря, які осідають під дією власної ваги, але деякий час можуть перебувати в повітрі у зваженому стані. *Атмосферний пил* – це сукупність завислих у повітрі дрібних ($1 - 2 \times 10 - 4$ мкм) твердих частинок, здатних у безвітряну погоду осідати на поверхню Землі. Осідання пилу на різних предметах залежить від їх розміру і питомої ваги.

У тваринницьких приміщеннях пил нагромаджується при переміщенні тварин, прибиранні гною, роздаванні кормів, чищенні тварин, ветеринарних обробках тощо.

За місцем виникнення пил поділяється на аерозолі дезінтеграції, який утворюється при обробці твердих тіл, і аерозолі конденсації, які утворюються в результаті конденсації парів металів і неметалів (шлаки).

Пил може бути органічного і неорганічного походження. Органічний пил: *рослинний* (дерев'яний, бавовняний); *тваринний* (кістковий, вовняний); *штучний* (пластмасовий). Неорганічний пил: *мінеральний* (кварцовий, силікатний); *металевий* (залізний, алюмінієвий). У приміщенні для тварин переважає пил органічного походження.

За дисперсністю пил поділяють на: *видимий* (частки більше 10 мкм); *мікроскопічний* (від 0,25 до 10 мкм) та *ультрамікроскопічний* (менше 0,25 мкм).

Частинки пилу розміром менше 0,25 мкм практично не осідають, а постійно знаходяться в повітрі в броунівському русі. Пил з частинками менше 5 мкм найбільш небезпечний, оскільки може проникати в глибокі відділи легенів аж до альвеол і затримуватися там, їх кількість досягає близько 10 % частинок пилу, які вдихаються тваринами.

Пилові частинки впливають на організм тварини через органи дихання, зору, шкіряний покрив. Можуть викликати різні хвороби риніт, бронхіт, туберкульоз, стовбняк.

За характером дії пилу на організм, виділяють: *токсичну* (марганцева, свинцева, миш'якова тощо); *дратівливу* (вапняна, лужна тощо); *інфекційну* (мікроорганізми, спори тощо); *алергічну* (вовняна, синтетична тощо); *канцерогенну* (сажа, азбест, цемент тощо) і *пневмоконіотичну*, що викликає специфічний фіброз легеневої тканини.

Важливе значення мають токсичність та розчинність пилу: токсичний і добре розчинний пил швидше проникає в організм і викликає гострі отруєння (пил марганцю, свинцю, миш'яку), ніж нерозчинний, який призводить лише до місцевого механічного пошкодження тканини легенів. Навпаки, розчинність нетоксичного пилу сприятлива, так як у розчиненому стані речовина легко виводиться з організму без жодних наслідків.

Виробничий пил може бути причиною розвитку різних захворювань у людей:

1) захворювання шкіри і слизових оболонок (гнійничкові захворювання шкіри, дерматити, кон'юнктивіти і ін.);

2) неспецифічні захворювання органів дихання (риніти, фарингіти, пилові бронхіти, пневмонії);

3) алергічні захворювання (алергічні дерматити, екземи, астматичні бронхіти, бронхіальна астма);

4) професійні отруєння (від впливу токсичною пилу);

5) онкологічні захворювання (від впливу канцерогенного пилу, наприклад, сажі, азбесту);

6) пневмоконіози (від впливу фіброгенного пилу). Пневмоконіози займають перше місце серед профпатології у всьому світі.

Методи відбору проб атмосферного повітря для лабораторного аналізу.

Одним із основних методів аналізу якості атмосферного повітря є відбір проб. Відбір проб атмосферного повітря здійснюється аспіраційним способом шляхом пропускання повітря через поглинальний прилад з певною швидкістю або заповнення посудини встановленої ємності.

Для досліджень газоподібних домішок у повітрі придатні обидва методи, а для досліджень домішок у вигляді аерозолів (пилу) – тільки перший метод.

В результаті пропускання повітря через поглинальний пристрій здійснюється концентрування досліджуваної речовини в поглинальному середовищі. Для вірогідного визначення концентрації речовин витрати повітря повинні складати десятки літрів на хвилину.

Для відбору проб повітря використовують електроаспіратори, пиłosоси та інші пристрої, що пропускають повітря, а також пристрої, які реєструють об'єм повітря (реометри, ротаметри та інші витратоміри) (рис. 1.84).

(ДМ) означає «для вимірювань» або «для допуску в міжзоні». Це стандартне позначення для обладнання, яке використовується для вимірювальних цілей у сфері метрології та контролю якості повітря. Для уловлювання з повітря високодисперсних аерозолів (пилу) використовується різноманітні волокнисті фільтруючі матеріали, які встановлюють у алонжі або патрони різних конструкцій.



Рис. 1.84. Электроаспиратор «Тайфун» Р-20-20-2-2 (ДМ) [88]

Залежно від умов відбору проб і характеру досліджуваної речовини використовуються фільтри: паперові; мембранні; скловолокнисті; з ультратонких волокнистих полімерних матеріалів (перхлорвініла, полістеролу, ацетилцелюлози).

В практиці робіт по контролю забруднення атмосферного повітря, як правило, використовують фільтри, виготовлені із фільтруючих матеріалів Петрикова, які складаються із ультратонких волокнистих матеріалів типу **АФА** (Аерозолі та Фільтровані Аерозолі): ці фільтри виготовляються з мембран, що мають високу пористість і здатність захоплювати найдрібніші частинки, **ФПП** (Фільтруючі Поліпропіленові Поверхні): фільтри з поліпропілену мають високу хімічну стійкість та ефективно затримують тверді частинки і **ФПА** (Фільтруючі Полімерні Аерозолі): ці фільтри призначені для очищення повітря від аерозолів, мають різний склад і структуру для специфічних застосувань (рис. 1.85).



Рис. 1.85. Фільтри типу АФА (Аерозолі та Фільтровані Аерозолі) [87]

Висока ефективність уловлювання завислих часток (розміром 0,01мкм) обумовлена складним механізмом їх дифузії, інерції і електростатичного притягання в шарах ультратонких волокон цих фільтрів.

Дослідження виконують наступним чином:

1. Із касети за виступ виймають комплект аналітичного фільтру АФА.
2. Відкривають пакетик і розвертають захисні кільця.

3. За допомогою пінцету складають фільтр вчетверо і кладуть в центр шальки аналітичних терезів.
4. Зважують фільтр.
5. Зважений фільтр обережно розрівнюють за опресовані краї пінцетом і вкладають знову в захисні кільця.
6. Комплект фільтра вкладають у пакетик, а потім у касету.
7. На місці відбору проби виймають комплект зваженого фільтру із касети і пакетика і вставляють у алонж або в інший пристрій (патрон).
8. Включають установку і проводять відбір проби аерозолів (повітря) протягом певного часу.

Швидкість і час прокачування повітря (аерозолі) через фільтр вибирають залежно від концентрації в кожному конкретному випадку.

Швидкість відбору проби не повинна перевищувати 100 л/хв.

При швидкостях відбору проби від 30 л/хв. і вище в алонж за фільтром встановлюють опірну сітку.

9. Після відбору проби, виймають фільтр із алонжа за виступи, звертають вдвоє осадом усередину і поміщають у пакетик.
10. Фільтр переносять до місця зважування.
11. Перед зважуванням виймають фільтр із пакетика і витримують 10 – 15 хвилин в умовах попереднього зважування.
12. Виймають фільтр із захисних кілець пінцетом і зважують.
13. За різницею отриманих результатів зважування фільтра до та після пропускання повітря розраховують вагову концентрацію аеродисперсних домішок у повітрі.

Порядок роботи з портативним пробовідбірником аспіраційним (ППА) «Тайфун – С» – призначений для відбору проб повітря із контрольованої зони з встановленими витратами протягом певного проміжку часу.

При роботі з пробовідбірником залежно від місця роботи можливо користуватися автономним живленням або живленням від мережі 220 В і 50 Гц. Для роботи від автономного блоку живлення прилад переключають у положення **«Заряд»**. Перевіряють готовність пробовідбірника до роботи, для чого тумблери включення каналів А і В поставити в положення **«Вкл»**. При цьому на табло індикації спалахує символ «крапка». При загоранні індикатора **«Розряд»** зарядити акумулятори для чого необхідно: поставити тумблери включення каналів А і В у положення **«Вкл»**.

Включити пристрій зарядного живлення **«ПЗЖ»** кабелем у мережу 220 В і 50 Гц.

Переключити тумблер **«Мережа-заряд»** у положення **«Заряд»**. Зарядити батарею протягом 10 – 12 годин. Після закінчення зарядки, відокремити кабель живлення від приладу.

Перед відбором проб повітря із контрольованої зони необхідно: встановити фільтр у розтруб повітрязабірного пристрою; приєднати повітрязабірний пристрій до пробовідбірника.

Для роботи приладу в ручному режимі, коли час задається дослідником, необхідно: встановити тумблер «Викл – Вкл» у положення «Вкл». Перемикач «Режим» перевести у стан ручний кнопкою «Пуск» запустити таймер і спонукач.

За допомогою ручок «Витрати» встановити необхідні витрати повітря у кожному каналі, орієнтуючись по ротаметру.

При необхідності можливо працювати на одному каналі. При натисканні на кнопку «Осв» освітлюється шкала ротаметра при контролі за втратами повітря.

Після прокачування необхідної кількості повітря необхідно: встановити перемикач «Режим» у положення «Викл». Відокремити повітрозабірний пристрій від приладу, вийняти контрольний фільтр із розтрубу або відокремити поглинальний прилад.

Для роботи з приладом в автоматичному режимі (час задається таймером) потрібно встановити час таймером, для чого необхідно: встановити перемикач одного із каналів в положення «Вкл»; перемикач «Режим» встановити в положення «Час»; кнопкою «Вст» встановити необхідний проміжок роботи приладу у годинах; перемикач «Режим» встановити у положення «Мін» і аналогічною кнопкою «Вст» встановити потрібну кількість хвилин; перемикач «Режим» встановити в положення «Авт» (табло індикатора при цьому не відображає параметрів), кнопкою «Пуск» запустити спонукач і ручкою «Втрати» встановити необхідні втрати повітря в кожному каналі орієнтуючись по ротаметру;

Для роботи приладу від мережі 220 В 50 Гц необхідно підключити ПЗЖ до мережі за допомогою кабелю і встановити тумблер «Мережа-заряд» в положення «Мережа».

Розрахунок і оцінка пилового забруднення повітря

Межі припустимих концентрацій МПК пилу у повітрі тваринницьких приміщень становить до $0,5 \text{ мг/м}^3$.

У закритому приміщенні у 1 см^3 повітря може міститися до 10^6 пилових часток різних розмірів, токсичності, природи.

Для визначення вмісту пилу в повітрі застосовують просмоктування певного об'єму повітря через перхлорвінілові фільтри АФА з наступним визначенням маси пилу за наважкою (фільтром) до та після пропускання повітря.

Мінімально необхідна наважка пилу на фільтрі 1 мг за умов змін температури в межах від 10 до 25 °С і відносної вологості від 30 до 80 %. При цьому точність визначення буде складати $\pm 10 \%$.

Порядок проведення досліджень

1. Зважують фільтр на аналітичних терезах із точністю до 0,1 мг і зазначають початкову масу $m_{\text{поч.}}$, мг.
2. Вміщують фільтр у фільтроприймач, який потім герметично закривають і під'єднують до установки: фільтроприймач із фільтром, витратомір, насос.
3. Вмикають режим прокачування досліджуваного повітря з витратою 10 – 20 л/хв.

4. Контролюють час і визначають фактичну витрату повітря (в л/хв.). Прокачують повітря крізь фільтр не менше 1 м³/год, визначаючи середню витрату повітря за час прокачування **Q**. Всього крізь фільтр бажано прокачати не менш 2 м³ повітря.

5. Виймають фільтр із фільтроприймача і знову зважують на аналітичних вагах **m_{кін.}**, мг

Використовуючи масу фільтра до та після прокачування повітря розраховують масову концентрацію пилу **C** за формулою:

$$C = \frac{(m_{кін} - m_{поч}) \cdot 1000}{Q \cdot t}, \text{ мг/м}^3$$

де:

m_{поч.} – початкова маса фільтра, мг;

m_{кін.} – кінцева маса фільтра, мг;

1000 – коефіцієнт перерахунку об'єму повітря з літрів у м³;

t – тривалість прокачування повітря, хв;

Q – середню витрату повітря за час прокачування, м³/хв.

Приклад розрахунку:

m_{кін} = 0,25 г, або 250 мг;

m_{поч} = 0,23 г, або 230 мг;

Q = 20 л/хв;

t = 60 хв.

Звідси $C = \frac{(250 - 230) \cdot 1000}{20 \cdot 60} = 16,7 \text{ мг/м}^3$.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Що є джерелом утворення пилу у тваринницькому приміщенні?
2. Як пил впливає на організм тварин?
3. Що собою являє пил?
4. Які межі припустимих концентрацій пилу у повітрі тваринницьких приміщень для племінних і високопродуктивних тварин, сільськогосподарської птиці, у профілакторіях та родильних відділеннях?
5. Які межі припустимих концентрацій пилу для робочих тварин?
6. На чому ґрунтується ваговий метод визначення концентрації пилу у повітрі?
7. На чому ґрунтується визначення пилу за допомогою ППА «Тайфун – С»?

ТЕМА 10. ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ МІКРООРГАНІЗМІВ (БАКТЕРІАЛЬНОГО ЗАБРУДНЕННЯ) ПОВІТРЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

(ДСТУ 7823:2015 Ферми тваринницькі. Вимоги до параметрів мікроклімату тваринницьких приміщень; ДСТУ 4693:2006 Мікроклімат тваринницьких приміщень. Терміни та визначення понять)

Мета роботи: опанувати методами визначення кількості мікроорганізмів у повітрі, опрацювати межі припустимого вмісту мікроорганізмів у повітрі тваринницьких приміщень.

Матеріали та обладнання: термометр ртутний або спиртовий, барометр-анероїд, секундомір, чашки Петрі, стерильний м'ясопептонний агар, термостат, апарат Ю.А. Кротова.

В повітрі тваринницьких приміщень міститься значна кількість різних видів мікроорганізмів. Вони концентруються на частинках пилу, або включені в краплі водяної пари разом з ними утримуються в повітрі, осідають на поверхню обладнання і переносяться повітряними масами на значні відстані. Джерелами мікробного і пилового забруднення повітря служать гній, послід, корм, підстилка, крапельки слини і слизу. Сприяють накопиченню мікроорганізмів і пилу рециркуляція повітря в приміщеннях, недостатній повітрообмін, скупчення тварин, сухе прибирання приміщень і антисанітарний їх стан, не регулярна санація приміщень.

Бактеріальне забруднення повітря тісно пов'язане з пиловим забрудненням, яке для мікроорганізмів є не тільки носієм, але і поживним середовищем. Збільшення пилового забруднення повітря викликає блокування очисної функції органів дихання у тварин.

У атмосферному повітрі зустрічається близько 100 видів непатогенних мікроорганізмів, але стійких до висихання, ультрафіолетових променів тощо. В 1 м^3 повітря міститься різна кількість мікроорганізмів – від кількох сотень до десятків тисяч. Мікрофлора повітря за видовим складом не відрізняється від мікрофлори ґрунту, кормів і води. Як правило, у повітрі переважають спорогенні і пігментні види, а також спори пліснявих і дріжджових грибів.

Джерела накопичення мікроорганізмів у повітрі є: повітряний пил (*сорбує мікроорганізми, в 1 м^3 повітря міститься понад 1 млн мікроорганізмів*). Між мікробним забрудненням повітря і пилом є пряма залежність; тварини (*при фізіологічних актах – кашлі, чханні, фирканні*). Наприклад, при чханні можна виявити до 40000 крапель, що містять мікроорганізми; обслуговуючий персонал; гризуни; забруднені корми; підстилка; тара.

Переважає більшість мікроорганізмів, особливо збудники багатьох респіраторних хвороб виділяється через дихальні шляхи тварини. Вони швидко поширюються через повітря приміщення конвекційним шляхом, що є небезпечним для тварин. У пташнику, наприклад, досить присутності одного курчати, яке хворе на ларинготрахеїт, щоб хвороба швидко поширилася на все поголів'я птахів. Вірус інфекційного ларинготрахеїту виділяється в повітря не тільки при клінічному прояві хвороби, але й при безсимптомному її перебігу, а також під час

інкубаційного періоду. Хвороба швидко поширюється при великій концентрації тварин (птахофабрики, промислові комплекси тощо).

Причини значного забруднення повітря мікроорганізмами, наступні: наявність підвищеної температури, вологості й сильної запиленості повітря; відсутність ультрафіолетового опромінення; зосередження великої кількості тварин на обмеженій території.

При підвищенні температури повітря у приміщенні від 0 до +10 °С збільшується кількість мікроорганізмів в 2 – 3 рази, а від +10 до +15 °С – у 5 разів і більше. Чим вища вологість повітря, тим краще розмножуються бактерії. У сухому повітрі (40 – 60 %) мікроорганізми часто гинуть, або їх розвиток пригнічується.

В умовах значної скупченості тварин на обмеженій території, так звана сапрофітна мікрофлора являє собою постійну небезпеку для них, оскільки при скупченому утриманні і перегруповуванні тварин, мікроорганізми пасажуються і їх вірулентні властивості посилюються.

Їх кількість залежить від того, наскільки дотримуються регулярного виконання санітарно-гігієнічних вимог при експлуатації устаткування та приміщень, ефективної роботи системи вентиляції, каналізації, забезпечення технологічного режиму. У приміщеннях, де цих вимог не виконують, бактеріальна забрудненість повітря зростає за рахунок умовно патогенних бактерій, гемолітичних стрептококів (до 2,4 тис.), бактерій групи кишкової палички (до 100 і більше в 1 м³), синьогнійної палички, пастерел і стафілококів і спор грибів (аспергіли, пеніцили, мукові). Наведені групи бактерій і вірусів можуть бути причиною так званих масових багатofакторних захворювань тварин (шлунково-кишкових, легневих, у тому числі респіраторних, та ін.).

Кількість мікроорганізмів у повітрі тваринницьких приміщень визначають декількома методами: 1. Метод вільного осадження. 2. Метод просмоктування повітря через рідинні стерильні живильні середовища. 3. Метод просмоктування повітря і осадження мікроорганізмів на щільні живильні середовища.

Метод вільного осадження мікроорганізмів на щільні живильні середовища полягає в тому, що в досліджуваних місцях виставляють відкриті чашки Петрі зі стерильним м'ясопептонним агаром на 5 – 10 хв. Потім їх закривають і ставлять у термостат на 48 год при температурі 37 °С. Після чого підраховують кількість пророщених колоній мікроорганізмів без урахування об'єму досліджуваного повітря.

Метод просмоктування повітря через рідинні стерильні живильні середовища – полягає у спрямуванні струменя повітря через пробірку, заповнену рідким живильним середовищем (м'ясопептонний бульйон). Цим методом надається можливість провести видову ідентифікацію виділених із повітря мікроорганізмів (кишкової, паратифозної групи).

Метод просмоктування повітря і осадження мікроорганізмів на щільні живильні середовища. Відбір проб повітря проводять аспіраційним методом за допомогою апарата Ю.А. Кротова (рис. 1.86). Метод ґрунтується на принципі удару повітряного струменя на поверхню живильного середовища і осідання на ньому мікробних тіл. У попередньо підготовлені чашки Петрі заливають 15 мл

живильного середовища. Заливання чашки проводять на строго горизонтальній поверхні. Чашки з агаром підсушують у термостаті.

Прилад Ю.А. Кротова встановлюють на рівній горизонтальній поверхні й вмикають у електромережу. За допомогою регулювального гвинта встановлюють необхідну кількість повітря, що проходить через прилад із швидкістю пропускання 10 – 30 л/хв.

При включеному електродвигуні із приладу знімають кришку й поміщають на диск чашку Петрі з живильним середовищем. Чашці надають деяке обертання від руки, після чого кришку закривають і одночасно відмічають час просмокування повітря за секундоміром. Тривалість роботи приладу залежить від передбачуваної санітарної чистоти повітря. Після закінчення встановленого терміну (3 – 10 хв), прилад відключають, відкривають кришку, виймають чашку й поміщають її в термостат при температурі +37 °С на 48 годин.



Рис. 1.86. Апарат Ю.А.Кротова

Чашку Петрі виймають із термостата та підраховують кількість мікроорганізмів в 1 м³ повітря діленням загальної кількості підрахованих на поверхні поживного середовища колоній на об'єм пропущеного повітря. Знаючи кількість пропущеного повітря й час відбору проб, визначають загальний об'єм повітря, з якого роблять посів.

Приклад розрахунку. Відбір проб досліджуваного повітря проводили протягом 3 хвилин з швидкістю аспірації 10 л/хв. Число вирослих колоній після термостатної витримки становить 672 шт. Таким чином, в 1 м³ повітря вміст мікроорганізмів становитиме:

$$X = \frac{672 \times 1000}{3 \times 10} = 22400 \text{ шт.}$$

Повітря вважається чистим, якщо вміст мікроорганізмів у ньому не перевищує **25 – 100 тис. мікробних тіл у 1 м³**, залежно від типу приміщення (дод. 27, 28).

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Що є джерелом підвищеного вмісту мікроорганізмів у повітрі тваринницьких приміщень?
2. Як мікроорганізми впливають на здоров'я тварин?
3. Які межі припустимих концентрацій мікроорганізмів у повітрі тваринницьких приміщень для племінних і високопродуктивних тварин та сільськогосподарської птиці?
4. Які межі припустимих концентрацій мікроорганізмів для робочих тварин?
5. На чому ґрунтується принцип визначення кількості мікроорганізмів апаратом Кротова?

РОЗДІЛ 2. ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

ТЕМА 11. ПРОЕКТУВАННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ ТА ЧИТАННЯ ПРОЕКТНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

(ДБН В.2.2-1:2024 Будівлі і споруди для тваринництва. Основні положення; ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій; ДСТУ Б А.2.4-35:2008. Нормоконтроль проектної документації; ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія; ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція, кондиціювання»; ДСТУ 9243.4:2023 Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної документації; ДСТУ 9286:2024 Система проектної документації для будівництва. Правила виконання проектної та робочої документації металевих будівельних конструкцій; ДСТУ Б В.2.6-75:2008. Конструкції металеві будівельні. Загальні технічні умови; ДСТУ Б А.2.4-11:2009. Правила виконання ескізних креслень загальних видів нетипових виробів; ДСТУ Б А.2.4-2:2009 Умовні позначки і графічні зображення елементів генеральних планів та споруд транспорту; ДСТУ Б В.2.6-95:2009. Покрівлі. Номенклатура показників; ДСТУ Б А.2.4-6:2009 Правила виконання робочої документації генеральних планів)

Мета роботи:

1. Знати ветеринарно-санітарні вимоги при виборі ділянки під забудову ферми (комплексу), правила розміщень будівель і споруд на ділянці забудови, принципи організації технологічних процесів на фермі, які б відповідали гігієнічним вимогам.
2. Вміти скласти завдання на проектування ферми (комплексу) стосовно забезпечення гігієнічних вимог при її експлуатації.
3. Знати номенклатуру ветеринарно-санітарних об'єктів згідно з ВНТП та вимоги до них.
4. Усвідомити структуру проектних організацій, нормативні документи та їх зміст.

В основу проектування тваринницьких приміщень мають бути закладені не тільки сучасні технології, які дозволяють максимально розкрити спадковий потенціал продуктивних якостей тварин, але й питання гігієнічного порядку, які, в свою чергу, повинні забезпечити надійний протиепізоотичний захист поголів'я. Важливою умовою ветеринарного благополуччя тваринницьких приміщень є створення в них оптимальних гігієнічних умов утримання та годівлі тварин, неухильне дотримання ветеринарно-санітарних правил, що попереджає занесення збудників заразних захворювань, накопичення умовно-патогенних мікроорганізмів.

Будівництво тваринницьких приміщень і реконструкція діючих ферм дозволяються тільки на основі спеціально розроблених для цього проектів. Проектування є першим і важливим кроком будівництва. Це комплекс технічної документації, яка розробляється науково-дослідними та проектними інститутами.

До розробки відомчих норм технологічного проектування (ВНТП) залучаються і спеціалісти-практики – технологи виробництва – інженери-технологи, лікарі ветеринарної медицини, агрономи, інженери-механіки, інженери з електрифікації та автоматизації, інженери-будівельники тощо. Вони разом з представниками проектною організації беруть безпосередню участь у розробці завдання на проектування.

У проектному завданні, на підставі планових завдань з виробництва продукції тваринництва, розробляють науково обґрунтовану технологію ведення галузі тваринництва з урахуванням досягнень науки і передової практики в країні та за кордоном. У ньому плануються заходи щодо виробництва кормів, годівлі, утримання, догляду та експлуатації тварин, а також захист тварин від інфекційних хвороб, охорона зовнішнього середовища.

Служба ветеринарної медицини країни згідно з інструкцією про порядок проведення ветеринарної експертизи проектною документації на будівництво і реконструкцію тваринницьких ферм і підприємств з виробництва молока, м'яса, яєць на промисловій основі і про ветеринарно-санітарні заходи при будівництві, проводить ветеринарно-санітарну експертизу відповідних об'єктів.

При виборі території під забудову слід враховувати благополуччя місцевості щодо ґрунтових інфекцій, не допускати розміщення ферм на місцях колишніх скотомогильників, гноєсховищ, шкіросировинних баз, кролівничих і птахівничих ферм, уникати перетинання ділянки шляхами загального користування. Ділянки слід вибирати з низьким рівнем залягання ґрунтових вод (не вище 2 м від поверхні землі), сухі, підвищені, не затоплювані паводковими та стічними водами, з рівним рельєфом або з невеликим його схилом для стікання талих вод. Висновки комісії з ветеринарно-санітарної експертизи проектів або закінчених будівництвом об'єктів є обов'язковими як для замовника, так і для підрядної організації. Представники ветеринарної та інженерно-технологічної служб у межах компетенції (залежно від кошторисної вартості об'єкта) беруть участь у роботі комісії з приймання закінчення будівництва об'єкта.

Згідно з нормами технологічного проектування, та враховуючи види тварин, передбачаються **санітарно-захисні зони** між майданчиком для забудови підприємства і житловою зоною. Враховуються також напрям вітрів та раціональне використання зелених насаджень. У цьому разі ферму (комплекс) слід розташовувати з підвітряного боку від населеного пункту, а споруду розміщувати на території забудови торцевим боком відносно до пануючого вітру. Відстань від річок, озер та інших водоймищ, які мають культурно-побутове призначення, до ділянки під забудову ферми (комплексу) повинна бути не менше 2 км. Розміщення очисних споруд та санітарні інтервали від них до житлової зони узгоджуються з органами санітарної інспекції.

Вимоги щодо забезпечення ветеринарно-санітарної охорони тваринницьких підприємств при їх експлуатації мають включати: наявність необхідних ветеринарно-санітарних об'єктів і зовнішньої огорожі, передбачених номенклатурою згідно з ВНТП-АПК-07.06; виділення санітарно-захисних зон (секторів) з дотриманням санітарних розривів поміж ними, а також між територією тваринницького

підприємства і навколишніми об'єктами; дотримання забудови території ферми (комплексу) за «чорно-білим» принципом: забезпечення циклічності виробництва у замкнутій системі за принципом «все вільно-все зайнято»; обов'язкове карантинування завезених із зовні тварин; заходи щодо своєчасної ізоляції тварин, що захворіли, із стада та утилізації трупів; систему механічного очищення та вологої дезінфекції приміщень у період виведення тварин і перед їх заповненням новою партією; стаціонарну установку для крупногрупової аерозольної обробки тварин; захисні заходи щодо боротьби з гризунами та шкідливими комахами; запобіжні заходи щодо забруднення кормів, води при їх постачанні та розподіленні серед тварин; створення оптимальних умов мікроклімату у приміщеннях; наявність пристроїв для активного моціону тварин; віддалення відходів виробництва (гній, гноївка) найкоротшими шляхами і бажано по закритій системі (трубопроводах); транспортування кормів, продукції та відходів виробництва по ізольованих трасах, уникаючи при цьому їх пересічення та сумісництва; технологічну лінію для огляду тварин та їх ветеринарно-санітарних обробок; закріплення постійно діючого внутрішньо фермерського транспорту.

Ветеринарно-санітарні об'єкти. Згідно з ВНТП на всіх фермах і комплексах має бути передбачено будівництво об'єктів ветеринарно-санітарного призначення для здійснення лікувальних і профілактичних заходів, а також для діагностичних досліджень тварин і птиці. Ветеринарні об'єкти залежно від спрямування господарства, типів ферм, кількості поголів'я можуть бути загальногосподарського призначення. Вони розміщуються, головним чином, поблизу однієї з найбільш великої ферми або на центральній садибі з урахуванням зручності обслуговування інших ферм господарства. Ветеринарні об'єкти, які обслуговують лише одну ферму, називаються фермськими і розташовуються безпосередньо на території ферми (комплексу).

За номенклатурою до ветеринарних об'єктів загальногосподарського призначення належать **лікарня ветеринарної медицини**, яка у своєму складі має приміщення для амбулаторного та стаціонарного лікування, діагностичний кабінет, аптеку, холодильну камеру для зберігання біопрепаратів, склад для дезінфікуючих препаратів, кімнати для лікаря ветеринарної медицини та обслуговуючого персоналу.

До об'єктів призначених для ферм належать:

- **ветеринарний пункт** (в умовах відгінного тваринництва – лікувально-санітарний пункт), до складу якого входять аптека, кімната з холодильною установкою (для зберігання біопрепаратів), діагностичний кабінет, приміщення для зберігання дезінфікуючих засобів, манеж, стаціонар на кількість тварин, що дорівнює 3 % від загального поголів'я корів і свиноматок), кабінет лікаря ветеринарної медицини і кімната для обслуговуючого персоналу;
- **забійно-санітарний пункт**, який включає приміщення для вимушеного забою тварин і птиці, розтину недоброякісних туш з автоклавом. Крім цього, при пункті необхідно мати піч для спалювання трупів і конфіскатів

- з боєнь, душову кімнату із санвузлом та приміщення для первинної обробки і зберігання шкір;
- **ізолятор для тварин**, що підозрюються на зараження інфекційними та інвазійними хворобами, обсягом 1 – 2 % від наявного поголів'я на молочній фермі; 0,5 – 1 % – на фермах з дорощуванням ремонтного і відгодівельного молодняку великої рогатої худоби; 3 – 5 % – на репродукторній свинофермі; 5 – 7 % – на племінній свинофермі; 0,1 – 0,2 % від річної кількості поголів'я – на свинофермі (комплексі) із закінченим виробничим циклом; 0,5 % – на вівцефермі;
 - **лабораторія ветеринарної медицини**, яка призначена для проведення діагностичних та інших досліджень, здійснення лікувально-профілактичних і санітарних заходів на птахофабриках, племінних птахозаводах та на великих фермах;
 - **дезблок**, який призначений для дезінфекції транспорту, інвентарю і тари на птахофермах та фабриках. Він будується окремо, а на тваринницьких фермах – у блоці з ветсанпропускником;
 - **ветеринарно-санітарний пропускник**, який розташовують при в'їзді на всіх фермах. До його складу входять *прохідна, гардеробна, душова з санвузлом, приміщення для прання, сушіння і прасування спецодягу, постійно діюче дезінфекційно-промивне приміщення для миття і дезінфекції транспорту і тари*;
 - **приміщення для санітарної обробки тварин**, яке розміщується у ветеринарно-санітарній або у виробничій зоні у блоці з основними приміщеннями. Воно має бути опалюваним і мати сушильну камеру;
 - **карантинне приміщення**, призначене для місячної витримки груп тварин, які щойно прибули. Воно повинно бути відокремленим від виробничих приміщень і розташовуватись на стику зовнішньої огорожі ферми;
 - **гноєсховище, послідосховище і очисні споруди** на великих спеціалізованих фермах і комплексах, (де багато рідкого чи напіврідкого гною) розташовуються на відстані не ближче 300 м від ферми чи комплексу. Твердий гній виноситься з території ферми у сховище, розміщене не ближче 50 – 60 м від ферми, а послід – також у сховище (біотермічну яму), яке має бути віддалене не менше, ніж на 300 м.

Усі ці споруди розміщуються з підвітряного боку відносно до ферм і нижче за рельєфом місцевості.

Перелік ветеринарних об'єктів, які обов'язково передбачаються у складі ферм:

- **великої рогатої худоби**: ветпункт, ізолятор, ветсанпропускник, споруди для обробки шкіряного покриву тварин;
- **свиней**: ветпункт, ізолятор (на відгодівельних фермах ізолятор не передбачається), ветсанпропускник, споруди для обробки шкіряного покриву тварин;
- **овець**: ветпункт, ізолятор, ветсанпропускник, споруди для обробки шкіряного покриву тварин;

- **хутрових звірів та кролів**: ветпункт, ізолятор;
- **птиці**: лабораторія ветеринарної медицини, (на товарних птахофермах замість лабораторії передбачається ветпункт), ветсанпропускник;
- **коней**: ветпункт, ізолятор, ветсанпропускник, споруди для обробки шкіряного покриву тварин.

Нормативно-правові основи проектування. Структура проектних організацій. У нашій країні є мережа проектних установ, які здатні здійснювати той чи інший обсяг проектних робіт. Залежно від сфери обслуговування проектні організації розподіляються на **головні** (державні) і **регіональні** (місцеві), кожна з яких має свою відповідну специфіку і відомче підпорядкування. Регіональні проектні організації спеціалізуються здебільшого на розробці простих проектів, а тому вони мають ширші можливості до нестандартних, більш різноманітних приватних проектних рішень, які повніше ураховують індивідуальні вимоги замовника та конкретні умови господарства. Головні (державні) проектні сільськогосподарські організації орієнтуються на виконання крупних об'єктів міжгосподарського та міжрайонного значення. Проекти цих організацій більш складні з докладними індустріальними технічними рішеннями, які здебільшого покладаються на стандартизовані конструкції, вироби та механізми, серійно вироблені промисловістю.

Загальну координацію щодо проектування тваринницьких об'єктів в Україні здійснює Центральний науково-дослідний проектний інститут типового експериментального проектування, який крім розробки узагальнених типових проектів проводить технічну політику у проектуванні і будівництві. Він у світлі рішень директивних органів керує іншими інститутами країни, розробляє та випускає нормативні документи стосовно принципів будівельно-технічних рішень у проектуванні та будівництві.

Роботу за договорами безпосередньо з господарствами і міжгосподарськими організаціями виконують місцеві проектні установи, що розміщуються в обласних та районних центрах. Вони, головним чином, здійснюють індивідуальне проектування на основі діючих проектів, тобто проводять так звану прив'язку типових проектів до конкретних умов господарства. При цьому більш детально враховуються особливості природньо-економічних умов згідно з розподілом території країни на зони (територія умовно розподілена на 5 таких зон).

Нормативно-рекомендаційна документація. При проектуванні і будівництві слід обов'язково враховувати діючі стандарти. Вони бувають різних рівнів: державні, галузеві і підприємницькі. Слід мати на увазі, що всі будівельні і машинобудівні вироби випускаються промисловістю суворо за цими стандартами. Це значно полегшує їх застосування у серійному будівництві, бо вони виготовляються завжди з суворим дотриманням одних і тих же характеристик. Тому і будівельно-технічні рішення при проектуванні і будівництві мають також бути, як правило, під них підпорядковані (уніфіковані). Це дозволяє одне і те ж рішення (планування, конструкцію, технологічний процес) застосовувати за однакових умов у багатьох випадках, а одну і ту ж розробку використовувати багато разів без додаткових витрат. При цьому серійно виготовлені промисловістю стандартні вироби, конструкції, механізми без будь-яких труднощів можуть вписуватись у

типові рішення, а тому вони здатні до використання в багатьох інших випадках. Така система збору різних об'єктів з однотипних елементів називається уніфікацією. Цей метод у сучасному будівництві набув широкого впровадження, бо він забезпечує простоту рішень, взаємозамінність елементів, за рахунок чого підвищується ефективність капіталовкладень.

Щодо проектування та будівництва тваринницьких об'єктів випускається багатогранна документація, яка має різноцільову спрямованість та призначення. Спеціалістам ветеринарної медицини та технологам з виробництва і переробки продукції тваринництва, головним чином, важливо знати ті керівні матеріали, за якими можна аргументовано домагатись від проектувальників і будівників виконання своїх вимог, підтримувати на професійному рівні взаємини з ними. Технологи з виробництва і переробки продукції тваринництва повинні уміти правильно пред'являти свої вимоги виконавцям-проектувальникам при внесенні будь-яких змін, дотримуючись діючих норм на законодавчій основі.

У роботі над розробкою проектів керуються в першу чергу документами вищого рівня, в яких закладені основні принципові положення, а також рекомендаційними матеріалами, в яких сконцентровані специфічні правила, окремі рекомендації, настанови, методики та інше. Останні, які передбачають впровадження досягнень науки і передового досвіду, мають не заперечувати документації більш високого рівня.

Обов'язковий документ для виконання при проектуванні і будівництві – будівельні норми і правила (**БНіП**). Це перелік основних положень з усіх напрямків будівництва. У ньому приводяться як загальні правила щодо проектування, розрахунків, забезпечення виконання робіт, так і приватні норми та вимоги, які обов'язкові лише при будівництві окремих видів будівель і споруд. Викладені також напрямки забезпечення сировинної та індустріальної бази будівництва будівельними матеріалами, конструкціями та механізмами.

Нижчими за рангом, але обов'язковими для виконання є інструкції загальнодержавного значення. Вони мають назву і шифр, який складається з букв БН (будівельні норми) і чисел, які відображають порядковий номер реєстрації і рік затвердження.

Можуть діяти також так звані відомчі нормативні документи, які обов'язкові лише у даній системі або відомстві, до того ж вони не повинні заперечувати загальним нормам або повторювати їх.

Особливе місце в серії відомчих нормативних документів посідають норми технологічного проектування (**НТП**). За своїм значенням вони прирівнюються до документів першого рівня. Цим документам присвоюють певні індекси: букви називають документ, а числа – номер відповідно до виду виробництва, на яке розповсюджується цей документ, рік його затвердження. У даний час діють такі документи цього типу:

- ВНТП-АПК-01.05 Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми);
- ВНТП-АПК-02.05 Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми);
- ВНТП-АПК-03.05 Вівчарські і козівничі підприємства;

- ВНТП-АПК-04.05 Підприємства птахівництва;
- ВНТП-АПК 05.07 Підприємства звірівництва і кролівництва;
- ВНТП-АПК 06.07 Конярські підприємства;
- ВНТП-АПК-07.06 Об'єкти ветеринарної медицини;
- ВНТП-АПК-09.06 Системи віддалення, обробки, підготовки та використання гною;
- ВНТП-АПК-24.06 Підприємства з переробки молока.

Норми технологічного проектування регламентують умови виробництва усіх видів продукції і окремих технологічних процесів при цьому. Вони складаються із декількох розділів.

У першому розділі подаються загальні вказівки щодо місця застосування цього документа, загальні вимоги стосовно ефективності дії проектуючого виробництва та його розміщення; з'ясовується при цьому необхідність використання найдосконаліших технологічних засобів у забезпеченні високоякісної технології виробництва.

Другий розділ подає можливі системи утримання тварин, їх класифікацію, розподіл стада на статеві-вікові групи з пропонованими системами та способами їх утримання залежно від місцевих природно- кліматичних умов.

У третьому розділі розглядаються питання щодо комплектування ферми, вказуються номенклатура та розміри стад і окремих груп тварин, порядок переміщення поголів'я за циклограмами тощо.

Подальші розділи наводять вимоги до проектування технологічних пристроїв, конструкцій, будівельно-архітектурних рішень, норм площ, розмірів технологічних елементів будівель, споруд та приміщень.

Ряд розділів вміщують орієнтовані норми необхідного запасу кормів, підстилки, потреби у воді, виділення тваринами тепла, водяної пари і шкідливих газів. Звертається увага на створення оптимальних умов мікроклімату, роботу системи вентиляції, опалення, каналізації, видалення гною, водозабезпечення, освітлення приміщень, висувуються вимоги до влаштування технологічного устаткування, механізації і автоматизації виробничих процесів.

Спеціалістам ветеринарної медицини та технологам з виробництва і переробки продукції тваринництва слід мати на увазі, що при порушеннях зоогігієнічних норм і ветеринарно-санітарних правил, згідно статті 6 закону України про Ветеринарну медицину, вони мають право призупиняти будівництво або реконструкцію виробничих будівель і споруд.

Поняття про проекти приміщень. Проект (proiectus – від лат. кинутий вперед) – сукупність текстової частини, розрахункових матеріалів, а також креслярських зображень у різних проекціях окремих частин приміщень або деталей.

На титульному листі вказується назва проектної організації, номер проекту, для якого виду тварин призначається, рік і місце видання проекту.

Проекти бувають: типові, індивідуальні та експериментальні.

Типовий проект – зразковий проект, який використовується в різних районах країни.

Індивідуальний – розробляється з метою перевірки нових технологічних рішень, наприклад, технологія утримання тварин тощо.

Під час вивчення проектної документації необхідні знання таких понять.

Поняття про лінії. Усі конструктивні документи виконуються згідно з ЄСКД (єдина система конструкторської документації). Для креслення документації використовують різні лінії – розмірні та виносні. **Виносні лінії** наносять за контурами об'єкта, перпендикулярно до них – *розмірні*, кінці яких обмежують штрихами під кутом 45° до виносної лінії. Лінії відрізняються як за товщиною, так і за характером.

Товщина ліній (ДСТУ 9243.4:2023) приймається у межах 0,6 – 1,5 мм. Розрізняють такі лінії:

- **суцільна**, завтовшки S для визначення видимого контуру. **Наприклад**, на плані визначають фундаменти та ін.;
- **суцільна тонка** – завтовшки від $8/2$ до $8/3$; визначають виносні, розмірні лінії та ін.;
- **суцільна хвиляста** – завтовшки від $S/2$ до $S/3$, встановлюють розмежування видів, розрізів та ін.;
- **штрихова** – завтовшки $S/2 \dots S/3$;
- **розімкнута** – завтовшки до $1,5 S$.

Поняття про масштаби. **Масштаб** – це величина, що показує дійсні розміри натури, яка зображена на кресленні. Числовий масштаб має вигляд відношення двох чисел, одне з них одиниця.

Масштаби бувають:

1. масштаб зменшення – 1:100, 1:200, 1:500;
2. масштаб збільшення – 10:1, 2:1.

Поняття про розміри. Розміри бувають – **базисні** – між лініями або поверхнями. Для вертикальних позначок у тваринницьких об'єктах за базисні розміри беруть рівень підлоги, про що вказується в проєкті. З цією метою використовують позначений трикутник. Якщо вершина його спрямована вгору, це свідчить, що деталь (об'єкт) розміщена вище рівня підлоги, а цифра – у метрах відповідно до прийнятого рівня. Якщо вершина трикутника спрямована донизу, цифра свідчить про те, що об'єкт розміщений нижче прийнятого рівня на відповідну глибину.

Поняття про види. В архітектурно-будівельних кресленнях окремі деталі і об'єкти зображують у декількох видах (проекціях): вид спереду або головний (фронтальна проекція), вид справа, вид зліва, вид зверху або план, вид знизу.

Переріз, розрізи та обриви. Це уявний розріз елемента площиною або декількома площинами. На плані розрізи виносяться за контури об'єкта і позначаються стрілкою, яка зігнута під прямим кутом з позначеннями буквою або арабськими цифрами через дефіс, **наприклад**: А-А, І-І та ін. На наступних креслярських листах знаходимо цей об'єкт на розрізі. Переріз визначають так само, як і розріз. У цьому випадку можуть бути додаткові пояснення («повернуто» та ін.).

Під час вивчення теми студенти забезпечуються типовим проєктом тваринницьких приміщень, що дає можливість ознайомитися, законспектувати та зробити відповідні креслення у робочому зошиті.

1. **Титульний лист проекту.** Ознайомитись з номером, назвою проекту, його розробником, роком та місяцем видання.
2. Вивчити **пояснювальну записку** та її розділи: запроектовану технологію ведення галузі тваринництва – системи утримання, годівлі, механізації виробничих процесів, водопостачання, опалення, вентиляції, благоустрою території ферм (комплексу), ветеринарно-санітарного захисту та ін.
3. Ознайомитись з **кошторисами** на виконання окремих видів робіт та загальною вартістю ферми (комплексу).
4. Ознайомитись з **генеральним планом** будівництва ферми (комплексу). У цьому разі звернути увагу на розміщення окремих виробничих та допоміжних приміщень, технологічний взаємозв'язок між іншими об'єктами. Користуючись масштабом, визначають протипожежні та ветеринарно-санітарні розриви, зонування території та її благоустрій. Звертають увагу на розу вітрів і відповідне розміщення приміщень та споруд.
5. Ознайомитись з **фасадами, планами, розрізами приміщень**, розмірами окремих конструкцій та їх влаштуванням (фундаменти, цоколь, стіни, перекриття, покрівля, підлога, сантехнічне влаштування та ін.). Вивчається внутрішнє обладнання приміщень, їх розміри тощо (стійла, станки, клітки, проходи, площа, кубатура на одну голову, фронт годівлі, напування та ін.).
6. **Накреслити план та розріз одного приміщення**, показати технологічні елементи внутрішнього влаштування та їх розміри.
7. Використовуючи дані пояснювальної записки та креслярської документації кожний студент **робить висновок** про проект шляхом зіставлення його з нормами технологічного проектування для даного виду тварин.

Придбання навичок читання проектної документації дає можливість лікарям ветеринарної медицини та інженерам-технологам кваліфіковано здійснювати контроль за будівництвом і експлуатацією приміщень, своєчасно виявляти й усувати дефекти, що сприятиме збереженню приміщень, зменшенню витрат на поточний і капітальний ремонт.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. На які вимоги щодо попередження занесення збудників інфекції (інвазії) на ферму (комплекс) слід зважати при проектуванні?
2. Які попереджувальні ветеринарно-санітарні заходи необхідно передбачати при проектуванні щодо поширення інфекції на фермі (комплексі)?
3. Які ветеринарно-санітарні об'єкти передбачаються нормами технологічного проектування, їх склад і функціональне призначення?
4. Якою нормативно-рекомендаційною документацією керуються при розробці проектних рішень?
5. Які діючі норми технологічного проектування (НТП), їх структура і зміст?
6. Дайте визначення проекту, класифікації проектів?
7. Які складові частини типового проекту?
8. Що таке генеральний план забудови, його зміст?

ТЕМА 12. РОЗРАХУНОК ОБ'ЄМУ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

(ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія; ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція, кондиціювання»)

Мета роботи: ознайомлення з методикою розрахунку об'єму вентиляції, навчитись визначати об'єм вентиляції тваринницьких приміщень.

Матеріали та обладнання: об'єм приміщення (довжина × ширина × висота), м³; кількість поголів'я тварин, їх середня жива маса та продуктивність (для корів – середній удій молока, кг); нормативи температури та відносної вологості повітря для даного виду тварин; температура та абсолютна вологість атмосферного повітря у найбільш холодні місяці року для даної зони; швидкість руху повітря у витяжних шахтах, м/с.

Вентиляцією тваринницького приміщення називають повітрообмін між повітрям приміщення та атмосферним повітрям.

Повітрообмін – важливий фактор регулювання мікроклімату тваринницьких приміщень. Його недостатній рівень призводить до накопичення шкідливих газів (сірководень, аміак тощо) та появи конденсату на внутрішній поверхні зовнішніх огорожень приміщення. Крім того, значна частина вологи випаровується з підлоги, кормів, підвищується температура повітря. Надмірний повітрообмін викликає перевитрату тепла тілом тварини і може бути причиною протягів.

Таке повітряне середовище негативно впливає на стан здоров'я тварин, їх продуктивність, довговічність огорожувальних конструкцій, їх теплозахисні властивості, а також на стан здоров'я обслуговуючого персоналу.

Об'єм вентиляції тваринницьких приміщень розраховують за вмістом у повітрі вуглекислоти або водяної пари. Розрахунки за вмістом у повітрі вуглекислого газу проводять у місцевості, де стала відносна волога.

При розрахунку об'єму вентиляції за вмістом у повітрі вуглекислоти обчислюють, скільки її виділяють тварини протягом години та скільки необхідно ввести свіжого повітря, щоб вміст вуглекислоти не перевищував допустимих норм для даного виду та віку тварин.

Об'єм вентиляції приміщення за вуглекислотою визначають за формулою

$$L = \frac{K}{C_1 - C_2},$$

де **L** – кількість свіжого повітря, яке необхідно ввести в приміщення протягом години, м³/год;

K – кількість вуглекислого газу, який виділяють тварини, що знаходяться в приміщенні, л/год;

C₁ – межі припустимих концентрацій CO₂ у повітрі приміщень, 0,25 %, або 2,5 л/м³;

C_2 – концентрація CO_2 в атмосферному повітрі, 0,03 %, або 0,3 л/м³.

При вираховуванні за цим методом не враховуються такі важливі фактори мікроклімату, як температура та вологість. Тому обчислення об'єму вентиляції проводять за вологістю повітря. В такому разі крім вологості враховують й температуру повітря приміщень.

Розрахунок вентиляції приміщень за вологістю повітря проводять за формулою

$$L = \frac{Q}{q_1 - q_2},$$

де L – кількість свіжого повітря, яке необхідно ввести в приміщення протягом години за умови, що температура та вологість повітря в ньому будуть відповідати нормативним вимогам, м³/год;

Q – сумарна кількість водяної пари, що виділяють всі тварини протягом години, та водяної пари, що випаровується з поверхні підлоги (в корівниках – 10 %, свинарниках, конюшнях – 25 % від кількості пари, що виділяють тварини), г/год (дод. 29);

q_1 – абсолютна вологість повітря приміщень, при якій температура та відносна вологість знаходяться в межах норми, г/м³;

q_2 – абсолютна вологість атмосферного повітря у найбільш холодну пору року для даної зони, г/м³ (дод. 30).

Для обчислення об'єму вентиляції повітря тваринницьких приміщень потрібні такі дані:

- 1) об'єм приміщення (довжина × ширина × висота), м³;
- 2) кількість поголів'я тварин, їх середня жива маса та продуктивність (для корів – середній удій молока, кг);
- 3) нормативи температури та відносної вологості повітря для даного виду тварин;
- 4) температура та абсолютна вологість атмосферного повітря у найбільш холодні місяці року для даної зони;
- 5) швидкість руху повітря у витяжних шахтах, м/с (дод. 31).

Необхідно визначити:

1. Загальну кількість водяної пари, яку виділяють тварини, і яку випаровують конструкції, що огорожують їх.
2. Об'єм та кратність обміну повітря протягом години.
3. Абсолютну вологість повітря приміщення, при якій відносна вологість та температура знаходяться в межах норми.
4. Загальну площу та кількість витяжних і припливних каналів.

Необхідно знайти абсолютну вологість повітря приміщення при заданій температурі та відносній вологості. Це роблять за дещо видозміненою формулою відносної вологості:

$$R = \frac{e \times 100}{E}, \text{ звідси } e = \frac{E \times R}{100},$$

де **R** – відносна вологість, %;

E – максимальна вологість повітря при заданій температурі (дод. 10);

e – абсолютна вологість повітря приміщення, при якій відносна вологість залишається в межах норм.

Приклад. Необхідно знайти абсолютну вологість повітря приміщення при температурі +8 °С та відносній вологості 85 %.

Знаходимо максимальну вологість при температурі +8 °С за даними таблиці (максимальна пружність водяної пари) (дод. 10). Вона дорівнює 8,02 мг/м³. За видозміненою формулою розраховуємо абсолютну вологість. Це дорівнює 6,82 г/м³. Підставляємо її у формулу.

Кратність обміну повітря показує, скільки разів за годину повітря приміщення треба замінити на чисте атмосферне.

Кратність обміну повітря визначається за такою формулою:

$$K = \frac{L}{V},$$

де **K** – кратність обміну повітря, раз/год;

L – кількість свіжого повітря, яке необхідно ввести в приміщення протягом години за умови, що температура та вологість повітря в ньому відповідатимуть нормативним вимогам, м³/год;

V – об'єм приміщення.

Кратність обміну повітря в приміщеннях, що не опалюються у зимовий період, має становити 3 – 5 разів/год, в опалюваних приміщеннях та в літній період – 10 разів і більше на годину.

Розрахунок об'єму вентиляції на одну тварину (**Q_в**), м³/год, визначаємо за допомогою формули:

$$Q_{\text{в}} = \frac{L}{n}.$$

Далі знаходимо кількість витяжних і припливних каналів у приміщенні.

Об'єм повітря, що видаляється з приміщення з урахуванням швидкості його руху у вентиляційних каналах, може бути виражений такою формулою:

$$L = v \times A,$$

де **L** – об'єм повітря, що видаляється з приміщення протягом години, м³;

v – швидкість руху повітря у вентиляційних каналах, м/с;

A – площа перерізу каналу, м².

Звідси площа перерізу каналів:

$$A = \frac{L}{v \times 3600},$$

де **3600** – кількість секунд в одній годині. Інші показники такі ж самі, що і в попередній формулі.

Площа перерізу припливних каналів з природним рухом повітря в них дорівнює 70 – 80 % від площі перерізу витяжних каналів.

Знаючи загальну площу витяжних і припливних каналів та площу одного каналу, знаходимо кількість каналів за формулою

$$N = \frac{A}{a},$$

де **N** – кількість витяжних або припливних каналів;

a – площа перерізу одного витяжного або припливного каналу, м².

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Яке гігієнічне значення вентиляції тваринницьких приміщень?
2. Сутність вентиляції з природним і штучним збудженням повітря?
3. Облаштування вентиляції в приміщенні з природним збудженням повітря?
4. Облаштування вентиляції в приміщенні з штучним (примусовим) збудженням повітря?
5. Методика розрахунків об'єму вентиляції за вмістом CO₂ в повітрі?
6. Методика розрахунків об'єму вентиляції за вмістом водяної пари в повітрі?
7. Методика визначення об'єму вентиляції за швидкістю руху повітря?
8. Методика визначення об'єму вентиляції за живою масою тварин в приміщенні?
9. Як можна розрахунково передбачити можливість виникнення протягів у приміщенні (перевищення нормативної швидкості руху повітря)?
10. Як можна з'ясувати потрібну площу поперечного перерізу витяжних і припливних каналів та їх кількість?
11. Як можна визначити потрібну потужність вентиляторів і їх кількість, виходячи з розрахунку об'єму вентиляції?

ТЕМА 13. МЕТОДИКА ОБЧИСЛЕННЯ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСУ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

(ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія; ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція, кондиціювання»)

Мета роботи: ознайомлення з методикою розрахунку обчислення теплового балансу, навчитись вираховувати тепловий баланс тваринницьких приміщень.

Матеріали та обладнання: площа приміщення (довжина × ширина × висота), м³; товщина стін, вид та властивості будівельного матеріалу; різниця температури повітря у приміщенні та зовнішньої; кількість тепла, витраченого на підігрівання атмосферного повітря, що надходить у приміщення; охолодження приміщення вітрами та розташування будівлі відносно сторін світу; кількість поголів'я тварин, їх середня жива маса та продуктивність (для корів – середній удій молока, кг); нормативи температури та відносної вологості повітря для даного виду тварин; температура та абсолютна вологість атмосферного повітря у найбільш холодні місяці року для даної зони.

Для збереження оптимального мікроклімату в приміщеннях для тварин необхідний постійний обмін повітря. Однак при підвищеному обміні повітря у холодну пору року досить важко підтримувати температуру у приміщенні на належному рівні.

Кожний вид і кожна господарська група тварин відповідно до своїх фізіологічних особливостей потребує певної оптимальної температури та вологості повітря. У неопалюваному приміщенні плюсова температура підтримується за рахунок тепла, що виділяють тварини, у приміщеннях з опаленням – за рахунок теплової енергії палива.

Правильне використання тепла для підтримання оптимальної температури повітря залежить від теплового балансу тваринницьких приміщень.

Тепловий баланс тваринницьких приміщень – це співвідношення між теплом, що надходить до приміщення, та теплом, що видаляється з нього. Він на задану температуру у приміщенні має бути **нульовий**, тобто надходження тепла повинно дорівнювати його витратам. Якщо приплив тепла у приміщення перевищує його витрату, то матимемо **позитивний** тепловий баланс, а якщо навпаки – то баланс буде **негативний**.

За даними теплового балансу коригується розрахунок повітрообміну, оскільки недостатня кількість тепла для обігріву атмосферного повітря, що надходить, внутрішнього обладнання та конструкцій приміщення може призвести до підвищення вологості повітря і зниження його температури.

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

Охолодження повітря у приміщеннях залежить від таких факторів:

1) площі приміщення, товщини стін, виду та властивостей будівельного матеріалу, будівельних конструкцій, а також від різниці температури повітря у приміщенні та зовнішньої температури;

2) кількості тепла, витраченого на підігрівання атмосферного повітря, що надходить у приміщення;

3) охолодження приміщення вітрами та розташування будівлі відносно сторін світу.

Правильно розрахований тепловий баланс приміщень дозволяє передбачити і своєчасно вживати заходи щодо утеплення приміщень та забезпечення роботи вентиляції у відповідних режимах. На основі даних теплового балансу здійснюється вибір того чи іншого обладнання огорожувальних конструкцій при проектуванні та будівництві приміщень, а також вибір систем опалення та їх кількість.

Для розрахунку теплового балансу необхідно знати кількість тепла, яке надходить у приміщення від тварин за певний проміжок часу, а також витрати тепла приміщенням за цей час.

Надходження тепла у неопалюваних приміщеннях визначають за кількістю тепла, що виділяють тварини, які в ньому знаходяться.

Витрати тепла складаються:

- з тепла, яке потрібне для підігріву вентиляційного повітря;
- з тепла яке надходить у зовнішню атмосферу через огорожувальні конструкції (стіни, стелю, підлогу, вікна, ворота, двері);
- з тепла, яке витрачається на випаровування води з поверхні огорожувальних конструкцій (підлоги, годівниць, автонапувалок та ін.).

Тепловий баланс приміщення можна виразити формулою

$$Q_{\text{ТВ}} = \Delta t \times (G_{\text{ТЗ}} \times 0,24 \times \sum KF) + W_{\text{пр}},$$

де $Q_{\text{ТВ}}$ – тепло, яке виділяють тварини протягом години, ккал/год (дод. 29);

Δt – різниця між температурою повітря у приміщенні й атмосферного повітря в найбільш холодну пору року, $^{\circ}\text{C}$;

$G_{\text{ТЗ}}$ – кількість повітря, яке виходить з приміщення, кг;

$0,24$ – теплоємність повітря, ккал/кг/град;

K – коефіцієнт загальної передачі тепла через огорожувальні конструкції, ккал/м²/год/ $^{\circ}\text{C}$, (дод. 32);

F – площа огорожувальних конструкцій, м²;

$\sum$ – показник додавання добутків втрат тепла кожної огорожувальної конструкції;

$W_{\text{пр}}$ – витрати тепла на випарування вологи з поверхні огорожувальних конструкцій, ккал/год.

Для розрахунку теплового балансу приміщень необхідно:

1. Вирахувати кількість вільного тепла, що виділяють тварини залежно від виду, живої маси, продуктивності.

2. Визначити різницю температур (Δt) між внутрішнім і зовнішнім повітрям.

3. Визначити об'єм повітря, що надходить у приміщення. Розрахунок об'єму вентиляції проводять за вологістю і його об'єм переводять у масу (кг), користуючись формулою

$$G_{\text{тв}} = \frac{P \times L_{\text{вн}}}{1 + \alpha t_3},$$

де $G_{\text{тв}}$ – маса повітря, що надходить у приміщення при даній температурі, кг;
 P – маса 1 м³ повітря за нормальних умов (0 °С та 760 мм рт.ст. = 1,293 кг);
 $L_{\text{вн}}$ – об'єм повітря, що надходить у приміщення протягом години, м³;
 t_3 – температура зовнішнього повітря, °С;
 α – коефіцієнт розширення повітря при зміні температури на один градус. Він дорівнює 1/273 або 0,003667.

4. Визначити кількість тепла, яке необхідно витратити на підігрівання повітря, що вводиться в приміщення:

$$Q_{\text{вент}} = 0,24 \times G_{\text{тв}} \times \Delta t$$

5. Витрати тепла на випаровування вологи з огорожувальних конструкцій $W_{\text{вп}}$ визначити за формулою

$$W_{\text{вп}} = l_{\text{вип}} \times 0,595,$$

де $W_{\text{вп}}$ – витрати тепла на випаровування вологи з огорожувальних конструкцій за 1 год., ккал;

$l_{\text{вип}}$ – кількість вологи, що випаровується з огорожувальних конструкцій протягом години (у корівниках – 10 %, свинарниках, конюшнях – 25 % від кількості пари, що виділяють тварини), г/год.;

0,595 – кількість тепла, яке необхідне на випаровування 1 г води, ккал.

6. Розрахувати витрати тепла, отриманого від опалювальних пристроїв:

$$Q_{\text{оп}} = L_{\text{вн}} \times G \times (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}),$$

де $Q_{\text{оп}}$ – кількість тепла, отриманого від опалювальних пристроїв, ккал/год.;

$L_{\text{вн}}$ – кількість повітря, що надходить у приміщення при вентиляції, м³/год.;

G – питома теплоємність повітря (0,31 ккал/м³/год.);

$t_{\text{вн}}$ – температура повітря у приміщенні, °С;

$t_{\text{зовн}}$ – температура зовнішнього повітря, °С.

7. Визначити площу огорожувальних конструкцій (F), для чого обчислити:

а) площу підлоги і стелі – визначають за внутрішнім розміром будови;

б) площу поверхні стін – визначають за зовнішнім периметром (довжина та ширина будівлі), включаючи товщину стін; при обчисленні за висотою необхідно включити і товщину перекриття на горищі. З площі стін вирахувати площу вікон, дверей, воріт;

в) площу вікон, дверей, воріт – визначають за фактичними промірами;

г) площу підлоги першої 2-метрової зони уздовж зовнішніх стін вираховують двічі, а тому у різних зонах підлоги (K) дорівнюватиме 2 м – 0,40; від 2 до 4 м – 0,20; від 4 до 6 м – 0,10; решта – 0,06. (K) неутепленої підлоги приймається за 0,80 (дерев'яні дошки на лагах).

8. Розрахувати сумарні втрати тепла будівель, користуючись формулою

$$Q_{\text{пр}} = \sum KF \times \Delta t + W_{\text{пр}},$$

де $Q_{\text{пр}}$ – втрати тепла огорожувальними конструкціями додаючи тепло, необхідне для випаровування вологи з огорожувальних конструкцій (інші позначення див. формулу 1).

9. До загальних втрат тепла будівлею необхідно додати 13 % втрат через стіни, вікна, ворота залежно від орієнтації будівлі відносно до сторін світу і від впливу вітрів:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{пр}} + 13 \, \%.$$

10. Визначити тепловий баланс приміщень, що не опалюються:

$$Q_{\text{тв}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{вент}}.$$

11. Визначити тепловий баланс приміщень, що опалюються:

$$Q_{\text{тв}} + Q_{\text{оп}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{вент}}.$$

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Назвіть температурний оптимум в приміщеннях для різних видів і вікових груп тварин?
2. За тепловим режимом, які типи приміщень можуть бути?
3. Дайте визначення тепловому балансу і яким він повинен бути?
4. Як розрахувати прихід тепла в приміщення?
5. З яких показників складаються втрати тепла приміщенням?
6. Як визначається температурна різниця (Δt) при розрахунках теплового балансу?
7. Як розрахувати тепловитрати на обігрівання вентиляційного повітря?
8. Що являє собою коефіцієнт загальної теплопередачі через огороження, як він визначається?
9. Як визначити площу огорожень (вікон, дверей, стін, стелі, підлоги) при розрахунках теплового балансу?
10. Непередбачувані тепловитрати, що вони собою являють і як визначаються?
11. Як розрахувати витрати тепла на випаровування вологи в приміщенні?
12. Якими засобами можна погасити дефіцит тепла в приміщенні при від'ємному тепловому балансі?

РОЗДІЛ 3. ГІЄНІЧНА ОЦІНКА КОРМІВ І ГРУНТУ

ТЕМА 14. ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗЕРНОВИХ КОРМІВ

(ВНТП-АПК-08.07 Об'єкти для заготівлі, зберігання та приготування кормів для тваринництва; ДСТУ ISO 13690:2003 Зернові, бобові та продукти їх помелу. Відбір проб (ISO 13690:1999, IDT); ДСТУ 3768:2019 Пшениця. Технічні умови; ДСТУ 3769-98 Ячмінь. Технічні умови. З Поправкою (ІПС № 6-99); ДСТУ 6004:2008 Корми для тварин. Зерно ячменю вологе консервоване. Технічні умови; ДСТУ 7213:2011 Зерно амаранту. Технічні умови; ДСТУ-4525:2006 Кукурудза. Технічні умови; ДСТУ 6020:2008 Сочевиця. Технічні умови; ДСТУ 3016-95 Висівки кормові пшеничні і житні. Технічні умови; ДСТУ 4674:2006 Сіно. Технічні умови; ДСТУ 8137:2015 Корми для тварин. Дробина пивна суха зі смаковою добавкою. Технічні умови; ДСТУ 8065:2015 Корми для тварин. Барда післяспиртова суха зі смаковою добавкою. Технічні умови; ДСТУ 8186:2015 Корми для тварин. Соя повножирова екструдована із вологого консервованого зерна. Технічні умови; ДСТУ ISO 6822-2002 Картопля, коренеплоди та кочанна капуста. Рекомендації щодо зберігання в буртах з примусовою вентиляцією (ISO 6822:1984, IDT); ДСТУ 8482:2015 Корм для тварин. Брикети та гранули кормові. Технічні умови; ДСТУ 4685:2006 Корми трав'яні штучно висушені. Технічні умови; ДСТУ 4647:2006 Жом сушений. Технічні умови; ДСТУ 8044:2015 Угіддя природні кормові. Методи визначання продуктивності; ДСТУ 8011:2015 Кормовиробництво. Терміни та визначення понять; ДСТУ 8528:2015 Корми зелені. Технічні умови; ДСТУ 8529:2015 Коренеплоди кормові. Технічні умови; ДСТУ 2177-93 Коренеплоди та бульбоплоди. Терміни та визначення; ДСТУ ISO 6498:2006 Корми для тварин. Готування проб для дослідження (ISO 6498:1998, IDT))

Мета роботи: опрацювати методики оцінки якості зернофуражу, силосованих кормів та коренебульбоплодів.

Матеріали та обладнання: зразки зерна, силосованих кормів, коренебульбоплодів, мінеральних кормів, кормових добавок, шкідники зернофуражу, пурка, ваги, різноваги, лабораторний млин, щупи для відбору зерна, колбочки, піпетки, реактиви.

На території України виявлено та вивчено біогеохімічні провінції з дефіцитом йоду в ґрунтах та кормах, дефіцитом та надлишком фтору у питній воді, надлишком бору в кормах, надлишком та дефіцитом міді в ґрунтах, дефіцитом кобальту та ін. Розрізняють біогеохімічні провінції з пониженим вмістом окремих елементів, що пов'язані з особливостями складу ґрунтоутворюючих порід або з інтенсивним проявленням елювіального процесу. Також виділяють біогеохімічні провінції з підвищеним вмістом елементів, що формуються в розташуванні рудних родовищ, в районах акумулятивних ландшафтів.

Відомо, що в одних і тих самих кормах вміст поживних речовин значно коливається. Наприклад, у зерні пшениці твердих сортів рівень протеїну змінюється у межах 14 – 24 %, м'яких – 7 – 22 %. Якість і поживна цінність кормів залежать не лише від їх виду і сортових особливостей інгредієнтів. Часто продукційні

властивості кормів безпосередньо визначають або істотно на них впливають агротехніка вирощування кормових культур, ґрунтово-кліматичні умови, особливості заготівлі і зберігання кормів, дія низки інших факторів. Тому доцільно навести диференціювання окремих регіонів України, пов'язане з кормовиробництвом, тваринництвом та птахівництвом. За сучасними уявленнями, Україна, займаючи значну територію, має специфічні і досить чітко виражені біогеохімічні зони (провінції):

- **Західна**, до якої входять Закарпатська, Львівська, Рівненська, Волинська, Тернопільська, Івано-Франківська і Чернівецька області;
- **Північно-Східна**, до якої входять Хмельницька, Житомирська області та північні райони Вінницької, Київської, Чернігівської і Сумської областей;
- **Центральна**, що включає південні райони Вінницької, Київської, Чернігівської і Сумської областей, Черкаську і Полтавську області та північні райони Одеської, Кіровоградської і Харківської областей;
- **Південна**, до якої належать Херсонська, Миколаївська, Запорізька, Донецька, Дніпропетровська, Луганська області, а також південні і центральні райони Одеської, Кіровоградської, південні райони Харківської областей, Автономна Республіка Крим.

Кожна зона характеризується своєрідним кліматом, певною кількістю опадів, різноманіттям ґрунтів та іншими особливостями, які впливають на хімічний склад і поживність кормів. Так, для кормів, походження яких пов'язують з більшістю районів **Західної зони**, характерний підвищений вміст вологи, клітковини; знижений вміст протеїну, кальцію, фосфору, цинку, міді, йоду і кобальту. Ґрунти **Західної геохімічної зони** характеризуються дефіцитом йоду, кобальту, цинку, марганцю і в окремих місцях (Рівненська та Волинська області) – міді. Водні джерела цієї зони бідні на йод, особливо в Закарпатській області.

Корми, що походять з **Північно-Східної зони**, збіднені на мідь, марганець, цинк і кобальт. У ґрунтах **Північно-Східної зони** виявлено дефіцит рухомих форм цинку і кобальту, а в окремих місцях – марганцю і міді. У ґрунтах і водних джерелах Житомирської, Чернігівської, північних районах Київської і Сумської областей – встановлено дефіцит йоду.

У кормах, вирощених у **Центральній зоні**, вміст макро- та мікроелементів перебуває у межах норм, наближених до оптимальних. Корми, що походять з більшості районів **Південної зони**, мають високу поживну цінність, характеризуються підвищеною концентрацією марганцю, але вміст кальцію й особливо фосфору в них досить малий. Для останніх компонентів помічено варіабельність у широких межах, що зумовлено залежністю від характеру ґрунтів і вмістом у них солей.

Ґрунти **Центральної і Південної зон** порівняно краще забезпечені мікроелементами, однак тут виявлено дефіцит рухомих форм цинку і в окремих місцях – кобальту, надлишок марганцю і бору. Надмірну кількість бору містять солончакові ґрунти, особливо в Криму.

Мікроелементози об'єднують усі хвороби й симптоми, зумовлені дефіцитом, надлишком і дисбалансом мікроелементів в організмі. Неадекватне

надходження мікроелементів в організм людини призводить (залежно від ступеня їх дефіциту або надлишку) або до фізіологічних змін в межах звичайної регуляції, або до значних порушень метаболізму, або до виникнення специфічних захворювань. Патологія виникає, коли регуляторні процеси перестають забезпечувати гомеостаз.

Найвідоміший у світі приклад гіпомікроелементозу – це **ендемичний дефіцит йоду**, який призводить до розвитку зоба. Про те, що ендемічний зоб є наслідком дефіциту йоду, відомо ще з 20-х років ХХ ст. Ендемічний зоб найчастіше виявляється в гірських місцевостях. Дефіцит йоду виявлений у західних і північних регіонах України, у так званій Поліській біогеохімічній провінції з нестачею йоду в ґрунті, воді та харчових продуктах. Крім ендемічного зоба, в районі Карпат, у Поліській біогеохімічній провінції реєструється підвищена частота гіперплазії щитовидної залози.

До числа природних моногіпермікроелементозів відносять борні ентерити, ендемічну кремнієву нефропатію, молібденову подагру, флюороз зубів, алюмінієву хворобу та сурм'яну сечокам'яну хворобу.

У зв'язку з цим очевидно, що під час складання рецептів комбікормів, а також оцінювання хімічного складу і поживності окремих інгредієнтів слід враховувати відмінності у хімічному складі кормових культур залежно від біогеохімічних зон їх вирощування.

Санітарна якість та поживні властивості зернофуражу зумовлені здебільшого умовами його заготівлі і зберігання. Від цього значною мірою залежить обсіменіння зерна збудниками інфекційних і інвазійних хвороб, ураженість його грибами, засмічення механічними домішками (насіння бур'янів, отрутохімікати, пісок, скло тощо), пошкодження шкідниками, що призводить до виникнення як заразних, так і переважно незаразних захворювань, до збитковості господарської діяльності.

Правила відбору середньої проби

(ДСТУ 3355-96 Продукція сільськогосподарська рослинна. Методи відбору проб в процесі карантинного огляду та експертизи)

Для аналізу та оцінки кормів важливе значення має правильний відбір середньої проби.

Під час оцінки невеликої кількості зерна пробу з нього беруть рукою. Проби, відібрані безпосередньо з автомашин і вагонів, із складів, при зберіганні зерна насипом, з мішків, з елеваторів і засіків при вивантаженні зерна беруть щупом (рис. 3.1) у різних місцях, обов'язково зсередини і знизу, де зерно більш вологе і швидше псується.

Пробу зерна з автомашин відбирають щупом у чотирьох точках кузова: з поверхні і біля дна по всій глибині насипу, на відстані 0,5 м від бортів. Загальна маса проби має бути не менше 1 кг (рис. 3.2).

У двоосних вагонах проби зерна беруть у п'яти точках – у чотирьох кутах вагона на відстані 50 – 70 см від стінок та усередині вагона. Загальна вага проби – не менше 2 кг.



Рис. 3.1. Щуп для відбору проб зерна



Рис. 3.2. Щуп для відбору проб зерна з автомобіля [89]

У чотириосних вагонах проби відбирають у одинадцяти точках поверхні насипу зерна. В кожній із цих точок зерно відбирають з трьох шарів насипу: з верхнього (глибина 10 см), середнього (дорівнює половині) і нижнього (біля дна). Загальна маса проби має бути не менше 4,5 кг (рис. 3.3).

На складах, при зберіганні зерна насипом заввишки до 1,5 м проби відбирають вагонним щупом. Перед відбором поверхню зерна у складі ділять на секції площею приблизно 100 м² кожна, в них відбирають зерно у п'яти точках поверхні насипу. Загальна маса відібраної проби – 2 кг на кожную секцію.

Щуп вводять у напрямку до середньої частини мішка знизу вверх жолобком донизу, потім повертають його на 180⁰ і виймають. Кількість мішків, з яких мають бути відібрані проби, визначають залежно від величини партії: до 10 мішків – проби беруть з кожного другого мішка; від 10 до 100 мішків – з кожного п'ятого мішка, понад 100 мішків – з кожного 10 мішка.

З елеваторів відбирають проби зерна безпосередньо у процесі випуску зерна.

Відібрані з кожної партії зерна проби ретельно оглядають і порівнюють. При однорідності зерна всі проби зсипають у чисту тару – це буде вихідною пробойою. Якщо при порівнянні проб виявлено неоднорідність між зразками, то їх приймають за окремі партії, з яких складають вихідні зразки.



Рис. 3.3. Відбір проб зерна [90]

Із зашитих мішків проби зерна відбирають зерновим щупом (рис. 3.4).

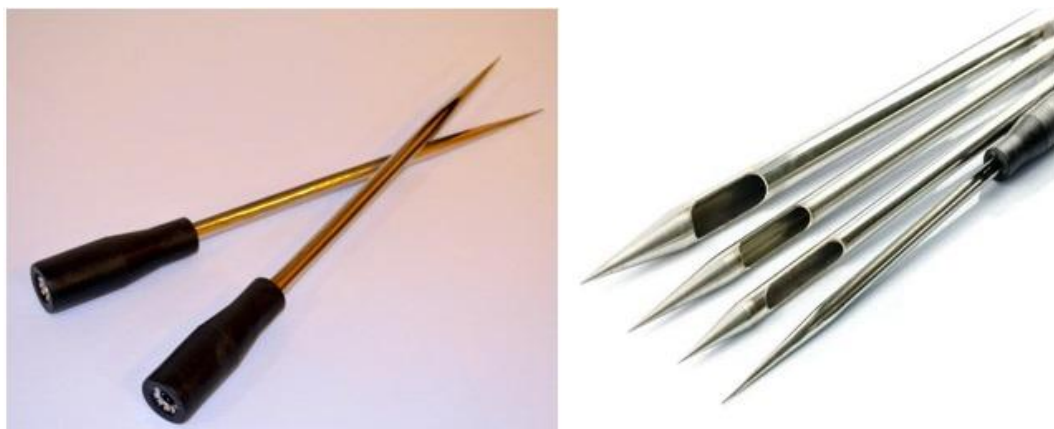


Рис. 3.4. Щуп для відбору проб зерна з мішка [91]

Якщо маса вихідної проби становить менше 2 кг, то одночасно вона буде і середньою пробою. Коли ж вона перевищує 2 кг, тоді для отримання середньої проби зерно висипають на стіл з гладенькою поверхнею, рівномірно розміщують його у вигляді квадрата, перемішують, потім знову розподіляють рівним шаром у вигляді квадрата і за допомогою планок ділять по діагоналі на чотири трикутники. З двох протилежних трикутників зерно видаляють, а зерно, яке залишилось, перемішують і знову ділять на чотири трикутники, з них вибирають два і ділять так доти, поки у трикутниках не буде отримано близько 2 кг зерна – це і буде середня проба.

Зернофураж доставляють у лабораторію для аналізу. При відправленні середньої проби зерна дуже важливо зберегти його вихідну вологість, тому необхідно посилати пробу у скляній, з притертим корком, або поліетиленовій тарі. У тару з пробою зерна вміщують супровідну картку, де зазначають назву культури, рік врожаю, назву організації, якій належить зерно, масу усієї партії зерна, мету досліджень, підпис особи, яка відібрала пробу.

Органолептичне дослідження

(ДСТУ ISO 6496:2005 Корми для тварин. Визначення вмісту вологи та інших летких речовин (ISO 6496:1999, IDT); ГОСТ 27548-97 Корма рослинні. Методи визначення вмісту вологи; ГОСТ 13586.5-93 Зерно. Метод визначення вологості (ГОСТ 13586.5-93, IDT); ДСТУ 7643:2014 Корми для тварин. Методи визначання аміачного азоту і активної кислотності (рН))

Оцінку **якості** фуражного зерна органолептичними методами розпочинають безпосередньо на місці його зберігання. Відмічають правильність і тривалість зберігання, однорідність фуражу, а також його фізичні показники: колір, запах, смак.

Колір. Високоякісне зерно будь-якої культури має свій природний колір (світлий, темно-жовтий тощо), а інколи й блиск. Визначається колір зерна при денному освітленні на білому папері. При довготривалому зберіганні з підвищеною вологістю зерно стає тьмяним, матового кольору. У результаті розвитку мікроорганізмів і грибів на зерні з'являються плями. Поява червонуватого або коричневого кольору, свідчить про **самозігрівання** зерна в буртах.

Зеленуватий колір зерна і його плівок спостерігається при передчасному збиранні.

У якісного зерна плівка гладенька, світла, а у підмоченого – зморшкувата.

При довготривалому зберіганні навіть насіннєвого зерна, воно набуває матового кольору.

Запах визначається як цілого, так і розмеленого зерна. Високоякісне зерно має своєрідний природний аромат, який утворюється при дозріванні. Для підсилення запаху невелику кількість корму ($\frac{1}{3}$ склянки) заливають гарячою водою ($60 - 70^{\circ}\text{C}$), накривають скельцем і залишають на 2 – 3 хв. Потім воду зливають і визначають запах. Інколи трохи корму просто беруть у жменю і зігрівають видихуванням повітрям. Також при визначенні запаху зерно прогрівають паром, для чого його поміщають на сітку і протягом 2 – 3 хв пропарюють. Пропарене зерно висипають на чистий аркуш паперу і досліджують на присутність запаху.

Доброякісне зерно має приємний ароматний запах.

Якщо зерно недоброякісне, то воно набуває непритаманного йому запаху, наприклад, затхлого, гнильного або цвілого, пліснявого чи оселедцевого.

Затхлий запах – вказує на недостатню вентиляцію у місцях зберігання з підвищеною вологістю.

Солодовий запах – вказує на те, що зерно зазнавало самозігрівання і підтверджує його підвищену активність, яка призводить до підвищення кислотності.

Медовий запах – вказує на пошкодження зерна комірними шкідниками.

Оселедцевий запах – має місце при пошкодженні зерна спорами сажки (запах триметиламіну).

Мишачий запах – якщо у приміщенні із зерном велика кількість гризунів.

Пліснявий запах – вказує на пошкодження зерна плісневими грибами.

Гнильний запах – свідчить про пошкодження зерна різними мікроорганізмами.

Неприємний запах – вказує на пошкодження зерна комірним довгоноси́ком.

Сторонній запах часто можна спостерігати в тих випадках, коли зерно зберігається поблизу складів з горючими або пахучими речовинами, оскільки зерно дуже легко сорбує окремі запахи.

Смак визначають розжовуванням 2 г зерна. Перед і після визначення смаку ротову порожнину ретельно прополіскують водою. Смак якісного зерна молочно-солодкуватий, пророслого зерна – солодкуватий, пошкодженого довгоноси́ком – гіркуватий, після самозігрівання та розвитку у зерні грибів – кислуватий.

Абсолютна маса – визначається зважуванням 1000 зернин. Цей показник повинен становити: для вівса вищих сортів – 33 г, нижчих – 28,5, для ячменю вищих сортів – 44, середніх – 30 і нижчих – 23,6 г. За абсолютною масою зерна судять про його поживні цінності.

Фуражне зерно і комбікорми при високій вологості швидко псуються. Тому вологість їх не повинна перевищувати **12 – 14 %**. Зерно з підвищеною вологістю не може довго зберігатись (табл. 3.1).

Таблиця 3.1. Характеристика зерна за вмістом води, %

Зерно	Вологість			
	сухе	середньої сухості	вологе	сире
Пшениця, ячмінь, жито, рис, овес, гречка, кукурудза	<14,0	14,0 – 15,5	15,6 – 17,0	>17,1
Просо	<13,5	13,6 – 15,0	15,1 – 17,0	>17,1
Сорго, соя	<12,0	12,1 – 14,0	14,1 – 16,0	>16,1
Сочевиця	<14,0	14,1 – 17,0	17,1 – 20,0	>20,1
Вика	<15,0	15,1 – 17,0	17,1 – 20,0	>20,1
Боби кормові, горох, люпин	<14,0	14,1 – 16,0	16,1 – 18,0	>18,1
Соняшник	<11,0	11,1 – 13,0	13,1 – 14,5	>14,6
Гірчиця	<10,0	10,1 – 12,0	12,1 – 14,0	>14,1
Ріпак, арахіс	<8,0	8,1 – 10,5	10,6 – 12,5	>12,6
Льон, кунжут	<8,0	8,1 – 10,0	10,1 – 12,5	>12,6

Вологістю зерна називається кількість води, яка може бути видалена з нього методом висушування при температурі +140 °С протягом 40 хв. У практиці виробництва часто користуються спрощеними методами.

1. Беруть декілька зернин у рот і розкушують. Суха зернина – кришиться, волога – плющиться і злипається.

2. Зернину ріжуть ножом навпіл. Сухе зерно (до 15 %) ріжеться туго і половинки розтріскуються. Вологе (до 20 %) ріжеться вільно і половинки залишаються на місці. Сире – плющиться (див. табл. 3.1).

3. У жменю беруть якомога більше зерна і стискають. Якщо зерно поколює долоню, просочується між пальцями і не утворює грудки – воно сухе.

Лабораторне дослідження

(ДСТУ ISO 6651:2003 Корми для тварин. Визначання вмісту афлатоксину В1 (ISO 6651:1987, IDT); ДСТУ ISO 6654:2005 Корми для тварин. Визначення вмісту сечовини (ISO 6654:1991, IDT); ДСТУ ISO 6655:2004 Корми для тварин. Визначення вмісту розчинного азоту після оброблення пепсином у розведеній соляній кислоті (ISO 6655:1997, IDT)

Визначення кислотності зерна

При високій вологості і недостатньому повітрообміні у зерносховищі зерно псується, внаслідок чого підвищується його кислотність, утворюються оцтова, масляна, щавлева кислоти, амінокислоти, аміни тощо. У літній період зберігання комбікормів їх кислотність за однакової вологості зростає значно швидше, ніж у зимовий. Отже, інтенсивність підвищення кислотності залежить від періоду року і тривалості зберігання кормів. Визначається кислотність у градусах Тернера (1° кислотності відповідає 1 мл нормального розчину лугу, витраченого на нейтралізацію вільних кислот у 100 г зерна).

Обладнання: терези аптечні з рівновагами, млин лабораторний, ступка фарфорова, колбочка на 150 мл, піпетки, бюретка на 50 мл.

Реактиви: 0,1 н розчин NaOH, 1 %-й розчин фенолфталеїну, дистильована вода.

Хід визначення: із середньої проби зерна беруть 5 г, очищають від домішок і розмелюють у лабораторному млині або ретельно розтирають у ступці. Висипають у суху колбу і заливають 50 мл дистильованої води. Вміст колби ретельно перемішують протягом 2 – 3 хв до зникнення грудочок. Потім додають 5 крапель 1 %-го розчину фенолфталеїну, перемішують і титрують 0,1 н розчином NaOH до появи стійкого рожевого забарвлення, яке не зникає при спокійному стоянні колби протягом 1 хв. Витрачену кількість мілілітрів NaOH множать на 20 (оскільки брали 5 г зерна) і одержаний добуток ділять на 10 (оскільки користувались 0,1 н розчином лугу). Одержують величину кислотності у градусах Тернера.

Приклад. На титрування вмісту колби з 5 г зерна витрачено 2,5 мл 0,1 н розчину лугу. Отже, на 100 г зерна 1 н NaOH піде:

$$2,5 \times \frac{20}{10} = 5 \text{ мл або } 5^{\circ}\text{T},$$

що характеризує кислотність даного зерна (табл. 3.2).

Таблиця 3.2. Характеристика зерна за кислотністю

Градус кислотності зерна, $^{\circ}\text{T}$	Характеристика зерна	Висновки
3,5 – 4,5	Намічається процес псування	Необхідно поліпшити умови зберігання
4,5 – 5,5	Зберігати зерно небезпечно	Необхідна реалізація
7,5	Зерно не витримує зберігання	Необхідно якнайшвидше реалізувати
8,5	Зерно зіпсоване	Згодовувати тваринам обережно

Залежно від хімічного складу зерна, виду, його виповненості і наявності домішок, вологи, фізіологічних процесів, які протікають у ньому, способу зберігання визначається його якість. Найдавніший показник якості зерна, який визначає поживну і дієтичну цінність зерна та набув значного поширення в світовій практиці і застосовується в наші дні – це натурна маса зерна.

Визначення натури зернофуражу. ДСТУ ГОСТ 10840:2019 Зерно. Метод визначення натури (ГОСТ 10840-2017, IDT). Натурою (натурною масою) зерна називають масу його 1 л, виражену у грамах, або масу 1 гектолітра зерна (100 л), виражену в кілограмах.

Зерно може бути високо-, середньо- і низьконатурне, або відповідно I, II і III категорії (табл. 3.3). За сприятливих умов вегетації і збирання врожаю в оптимальні строки зерно має вищу натуру порівняно із зерном, отриманим за умов засухи чи зібраним у недозрілому стані. Наприклад, високонатурне зерно ячменю має масу понад 605, середньонатурне – понад 545 і до 605 г/л включно, низьконатурне – нижче 545 г/л, зерно вівса відповідної натурності – понад 510, 460 – 510 і нижче 460 г/л. Поживність високонатурного зерна завжди краща, ніж низьконатурного, оскільки на одиницю маси припадає менше “сирої” клітковини і більше протеїну, вуглеводів та інших поживних речовин.

Прилад, який призначений для визначення натури зерна, називають «пуркою» (хлібні ваги) (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Пурка літрова ПХ-1.

Літрова пурка складається з трьох циліндрів, вантажу, який падає, ножа і ваг. Упаковується в ящик, на кришці якого монтується під час визначення натури зерна.

Ящик, на якому встановлюють окремі частини літрової пурки розміщають на горизонтальній поверхні. До коромисла терезів підвішують з правого боку мірний циліндр з опущеним у нього падаючим вантажем, з лівого – чашку для врівноваження і перевіряють, чи урівноважуються вони між собою. Якщо немає рівноваги, то пурка вважається непридатною для роботи. Потім виймають падаючий вантаж з мірного циліндра, який закріплюють у спеціальному гнізді на

кришці ящика. У щілину циліндра вставляють ніж, на який зверху кладуть падаючий вантаж, надівають циліндр-наповнювач, а на нього циліндр з лійкою.

Зерно засипають у циліндр рівномірно, так, щоб між поверхнею зерна і верхнім краєм циліндра залишався проміжок в 1 см. Відкривають лійку і рівномірно пересипають зерно у циліндр-наповнювач. Ніж швидко, не струшуючи прилад, виймають із щілини і після того, як вантаж із зерном впаде, знову вставляють. Циліндр-наповнювач та циліндр з лійкою обережно знімають. Зерно, яке залишилося на ножі, зсипають назад, виймають ніж із щілини, а мірний циліндр із зерном зважують, і встановлюють натурну вагу.

Таблиця 3.3. Межі натури зерна

Зерно	Категорія		
	I	II	III
Овес	480	421 – 480	до 421
Ячмінь	605	546 – 605	до 545
Жито	715	671 – 715	до 670
Пшениця	775	750	730

За натуру зернофуражу беруть середнє значення двох зважувань, якщо розбіжність між ними: для ячменю – не більше 5 г, для вівса – 10 г.

Визначення плівчастості вівса. Із середньої проби беруть наважку 1 г зерна. Потім за допомогою пінцета відокремлюють плівку від ядра і окремо зважують. При визначенні відсотка плівчастості вівса масу наважки (1 г) беруть за 100, а масу плівок – за «Х».

Визначення засміченості зернових кормів. ГОСТ 28419-97 Зерно. Метод визначення сміттєвих і зернових домішок на аналізаторі засміченості У1-ЄАЗ-М. ДСТУ 9175:2022 Комбікорми. Методи визначення запаху, зараженості шкідниками хлібних запасів.

Сміттєві домішки. Для встановлення домішок беруть наважку: з кукурудзи, гороху, квасолі, пшениці, жита, ячменю, вівса, вики – 50 г, проса – 25 г. Визначення домішок краще проводити просіюванням наважки через комплекс спеціальних сит з різним діаметром отворів. Можна визначити домішки вручну за допомогою шпателя або пінцета, розділяючи зерно на фракції: чисте зерно, домішки сміття, шкідливі домішки, зернові домішки. Кожна фракція зважується на технічних вагах з точністю до 0,01 г. Масу виражають у відсотках від загальної наважки (табл. 3.4).

Таблиця 3.4. Оцінка зернофуражу за його засміченістю

Зерно	Засміченість, %		
	Чисте	Середньо чисте	Засмічене
Овес, гречка, рис, нут, ріпак	<1,0	1,1 – 3,0	>3,1
Люпин	<1,	1,1 – 2,0	>2,1
Сорго, соя, соняшник	<2,0	2,1 – 3,0	>3,1
Ячмінь	<2,0	2,1 – 4,0	>4,1
Горох	<0,5	0,6 – 1,0	>1,1

Сміттєві домішки – пісок, пил, частини стебел і колосків, остюки, порожні півки, насіння диких, культурно-ростучих рослин.

Шкідливі домішки – насіння куколю, пажитниці, тисячоголова посівного, гірчака-софори, смілки, гірчака рожевого, в'язелю, мишію сизого, блекоти, молочаю, окопника, зозулиного цвіту та ін.; запліснявілі і прогнилі зерна основної культури (пшениці, ячменю, вівса, жита, віки, сої тощо) зерна, що поїдене шкідниками; сажка і маточні ріжки.

Зернові домішки – биті зерна основних культур, поїдені (якщо залишилося менше половини зерна), недорозвинуті, щуплі, пророслі, пошкоджені самонагріванням або сушкою (зміна кольору) зерна.

Сажка (рис. 3.8, 3.9, 3.10). Наважку 20 г зерна розглядають і відбирають зерна, уражені сажкою.

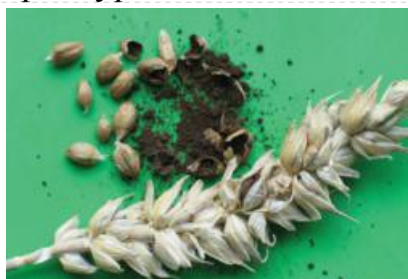


Рис. 3.8. Сажка пшениці



Рис. 3.9. Сажка кукурудзи



Рис. 3.10. Сажка ячменю

Виділену фракцію зважують і виражають у відсотках з точністю до 0,1. Кількість розпиленої сажки можна вирахувати зважуванням на аналітичних вагах 10 г зерна, звільненого від мішечків сажки і сторонніх домішок. Зерна обережно протирають між аркушами фільтрувального паперу, на яких спори сажки затримуються. Очищене зерно повторно зважують і за різницею у масі до і після протирання визначають абсолютний і відносний вміст розпиленої сажки у навазці зерна. У фуражному зерні допускається до 0,06 % сажки.

Житниця (маточні ріжки) (рис. 3.11, 3.12, 3.13). Домішок маточних ріжок можна визначити, якщо занурити пробу зерна у 28 % розчин кухонної солі. Виловлюють маточні ріжки, які сплили на поверхню розчину, і за їх масою розраховують відсотковий вміст у навазці.



Рис. 3.11. Житниця пшениці



Рис. 3.12. Житниця жита



Рис. 3.13. Житниця ячменю

Можна це зробити і візуально. З цією метою беруть наважку зерна 400 г і візуально відбирають темно-фіолетові ріжки житниці, які потім зважують на терезах з точністю до 0,1 г. У фуражному зерні їх не повинно бути більше 0,1 %.

Маточні ріжки переважно вражають жито і пшеницю.

Визначення зараженості зернофуражу комірними шкідниками

ДСТУ ISO 6639-1:2007 Зернові і бобові. Виявлення прихованого заселення комахами. Частина 1. Основні положення (ISO 6639-1:1986, IDT); ДСТУ ISO 6639-2:2007 Зернові і бобові. Виявлення прихованого заселення комахами. Частина 2. Відбирання проб (ISO 6639-2:1986, IDT); ДСТУ ISO 6639-3:2007 Зернові і бобові. Виявлення прихованого заселення комахами. Частина 3. Контрольний метод (ISO 6639-3:1986, IDT). З Поправкою (ІПС № 2-2010)

При зберіганні зернофуражу при підвищеній вологості і температурі 10 °С він часто уражується комірними шкідниками, які добре розвиваються за таких умов. Пошкоджене зерно не може зберігатись довготривалий час. Продукти розпаду органічних речовин, які утворюються в результаті життєдіяльності комірних шкідників, можуть викликати отруєння тварин при використанні такого зерна при їх годівлі.

Всі комірні шкідники діляться на 3 групи:

- павукоподібні – кліщі;
- лускокрилі – комірна і зернова міль;
- жорсткокрилі – горохова зернівка, хрущак, зерновий шашель, довгоносик (рис. 3.14, 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20, 3.21, 3.22).



Рис. 3.14. Амбарний довгоносик



Рис. 3.15. Борошняна вогнівка



Рис. 3.16. Великий борошняний хрущак



Рис. 3.17. Горохова зернівка



Рис. 3.18. Квасолева зернівка



Рис. 3.19. «Кузька» або хлібний жук



Рис. 3.20. Кукурудзяний метелик



Рис. 3.21. Малий борошняний хрущак

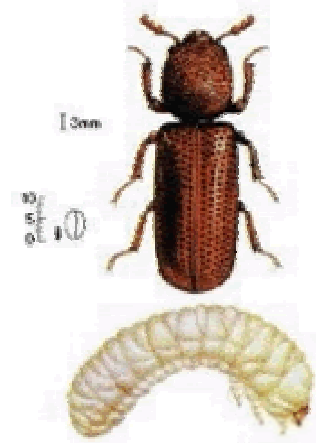


Рис. 3.22. Зерновий шашель

Вони помітні неозброєним оком. Ступінь зараженості можна визначити, просіваючи зерно через спеціальні сита з наступним прогріванням лампою протягом 10 – 20 хв (що активізує комах). Якщо в 1 кг зерна виявляють до 5 довгоносиків – це перший ступінь ураження, 6 – 10 – другий, понад 10 – третій.

Для визначення борошняного кліща пробу корму (250 г) розсипають тонким шаром на чорному полотні і нагрівають електролампю. При підніманні краю полотна корм скочується, а кліщі затримуються і добре видні через лупу. Якщо в 1 кг корму налічується до 20 кліщів – ураженість першого ступеня, понад 20 – другого, якщо кліщі утворюють суцільний шар – третього ступеня. Допускається зараженість зернофуражу не більше першого ступеня (табл. 3.5).

Таблиця 3.5. Зараженість зерна

Ступінь зараженості	Кількість шкідників в 1 кг зерна, шт.	
	довгоносиків	кліщів
I	Від 1 до 5	Від 1 до 20
II	Від 6 до 10	Більше 20
III	Більше 10	Кліщі утворюють суцільний шар

Визначення прихованої ураженості зерна довгоносиком. Метод мічених уражених зерен. Наважку зерна 15 г звільняють від смітєвих домішок і висипають у металеву сітку, яку потім із зерном занурюють на 1 хв у склянку з водою (30 °C). На такий же час цю саму наважку переносять у посудину з 1 %-м розчином калію марганцевокислого.

Набряклі корки, що закупорюють отвори, через які проникли всередину зерна шкідники, забарвлюються у чорний колір. Для освітлення поверхні зерен і видалення надлишку фарби сітку із зерном протягом 20 – 30 с промивають у холодній воді або в 1 %-му розчині сірчаної кислоти з додаванням водню перекису (до 100 мл кислоти доливають 1 мл 3 %-го розчину водню перекису).

Не даючи зерну підсохнути, на аркуші фільтрувального паперу кожне зерно розглядають під лупою. Уражені зерна мають випуклу протічку округлої форми завбільшки 0,5 мм.

Приклад поррахунку. Отриману кількість уражених зернин ділять на 3 і множать на 200.

Оцінка зерна за ступенем прихованої ураженості:

1 ступінь – 10 уражених зернин;

2 ступінь – 11 – 20;

3 ступінь – більше 20 уражених зернин.

Отримані результати порівняти з даними таблиці 3.6.

Таблиця 3.6. Якість зернофуражу

Показники	Овес	Жито	Ячмінь	Кукурудза	Боби	Пшениця
Вологість	17	17	17	16	16	16
Вміст: сміттєвих домішок	8	5	8	5	5	5
шкідливих домішок	1	1	1	0,2	0,2	0,2
житниці, не більше	0,5	0,5	0,5	0,15	–	0,2
насіння отруйних рослин	0,1	0,1	0,1	–	–	0,1
Ураженість комірними шкідниками	Не допускається, крім ураження комірними кліщами першого ступеня					

Мікотоксикологічне дослідження. Проводять при захворюванні (отруєнні) тварин з нез'ясованих причин, а також при необхідності згодовування кормів сумнівної якості (зимівля під снігом, самозігрівання тощо).

Масу середньої проби (концентрованих кормів – не менше 1 кг, грубих – 100 г, силосу – 0,5 кг) відправляють у лабораторію ветеринарної медицини, де проводять дослідження: органолептичні, мікроскопічні, посіви на живильні середовища та токсикобіологічний аналіз.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Які основні причини ведуть до псування концентрованих кормів?
2. Які гриби вражають рослини та паразитують у результаті неправильного зберігання кормів, їх токсикологічне значення?
3. Насіння яких отруйних рослин зустрічається в зернофуражі, комбікормах і борошнистих кормах?
4. Основні представники комірних шкідників і їх токсикологічне значення.
5. Отруйні домішки (отрутохімікати) в концкормах і методи їх визначення?
6. Методи оцінки доброякісності макухи і шротів.
7. Які основні причини накопичення синильної кислоти у льняній макусі і спосіб її виявлення?
8. Токсикологічне значення госсиполу.
9. Способи відбору середньої проби зернофуражу, комбікормів і борошнистих кормів для аналізу.
10. Як проводити мікотоксикологічне дослідження кормів.

ТЕМА 15. ОЦІНКА ЯКОСТІ СИЛОСУ І КОРЕНЕБУЛЬБОПЛОДІВ

(ДСТУ 4782:2007. Силос із зелених рослин. Технічні умови; ДСТУ 4684:2006. Сінаж. Технічні умови; ДСТУ 4972:2008. Буряки кормові; ДСТУ 8154:2015 Корми для тварин. Силос кукурудзяний з гірчицею. Технічні умови; ДСТУ 8525:2015 Корми для тварин. Сорго-кукурудзяна суміш для заготівлі силосу. Технічні умови.)

Своєчасна оцінка якості кормів, контроль за їх заготівлею і санітарним станом під час зберігання – важливі заходи у профілактиці захворювань та підвищенні продуктивності тварин, особливо у період зимово-стійлового утримання. Тому ветеринарно-санітарна оцінка силосованих та сінажованих кормів, особливо під час їх зберігання і використання, має бути у центрі уваги працівників ветеринарної медицини.

Порушення технології силосування призводить до утворення в силосній масі шкідливих для тварин масляної і пропіонової кислот, ацетону, аміаку, амідів кислот, амінів тощо. Згодовування такого силосу лактуючим коровам порушує білковий, вуглеводний, ліпідний обмін речовин, зумовлює аномальний розвиток плоду у вагітних тварин, а також призводить до абортів, патологічних родів, затримки посліду, зниження імунобіологічних властивостей молозива, викликає захворювання новонароджених телят, збільшує яловість корів.

Якість соковитих кормів визначають органолептичним і лабораторним методом. Здійснюючи органолептичну оцінку силосу, звертають увагу на колір, запах, смак, структуру силосованих рослин.

Колір якісного силосу нагадує колір рослин, з яких він приготовлений, з легким буруватим відтінком. Такий колір силос має завдяки наявності в ньому феофітину (хлорофіл, позбавлений молекули магнію).

Якісний силос залежно від виду засилосованих рослин може бути жовтим, жовтуватозеленим, коричнево-зеленим, світло-коричневим. При псуванні силосу спочатку з'являється матовий відтінок основного кольору, а потім починає переважати коричневий колір аж до темно-бурого. Оцінюють колір силосу у балах (табл. 3.7).

Таблиця 3.7. Оцінка силосу

Колір	Бал
Зелений	3
Коричневий або жовто-зелений	2
Чорно-зелений	1
Чорний	0

Запах. У силосі доброї якості внаслідок молочнокислого бродіння з'являється помірно кислий, приємний, ароматний запах, який нагадує запах свіжоспеченого хліба, квашених яблук, хлібного квасу тощо. Запах силосу визначає направленість процесів бродіння і наявність домінуючих кислот. При псуванні силосу з'являється різкий кислий запах оцту, гнилої редьки, прогірклого масла, оселедця тощо, він довго не зникає з одягу, рук, предметів догляду. Запах силосу оцінюють у балах (табл. 3.8).

Таблиця 3.8. Оцінка силосу

Запах	Бал
Ароматний, фруктовий, хлібний	4
Слабоароматний, оцтовий, огірковий	3
Різкий оцтовий, запах масляної кислоти	2
Затхлий, гнійний, сильний запах масляної кислоти	0

Смак. Якісний силос має приємний, помірно кислий та кислий смак. Різкий кислий смак, особливо з гірким присмаком, свідчить про його псування (табл. 3.9).

Консистенція. У якісному силосі часточки рослин зберігають свою структуру, вони не ослизлі, не мазкі; часточки рослин, окремі листки й суцвіття чітко відокремлюються одне від одного.

Таблиця 3.9. Сумарна оцінка силосованого корму

Якість корму	Бал
Дуже добра	11 – 12
Добра	9 – 10
Середня	7 – 8
Погана	4 – 6

Визначення рН силосу. Для визначення рН невелику кількість силосу кладуть у склянку, заливають таким же об'ємом дистильованої або кип'яченої води, ретельно перемішують, залишають у спокої на 20 – 30 хв. Після цього беруть 2 мл освітленої рідини, наливають у пробірку, додають 2 – 3 краплини суміші індикаторів (метилрот і бромтимолбляу), через 2 – 3 хв визначають колір рідини за таблицею, що відповідає певному значенню рН силосу (табл. 3.10).

Таблиця 3.10. Оцінка якості силосу за рН

Забарвлення рідини після додавання індикатора	Величина рН	Бал
Червоне	4,2 і нижче	5
Червоно-оранжеве	4,2 – 4,6	4
Оранжеве	4,6 – 5,1	3
Жовте	5,1 – 6,1	2
Жовто-зелене	6,1 – 6,4	1
Зелене	6,4 – 7,2	0
Зелено-синє	7,2 – 7,6	0

рН силосу можна визначити, змочивши спеціальний індикаторний папірець у силосній витяжці та порівнявши його колір з еталонною шкалою, яка нанесена на коробці.

Найточніший метод визначення рН водної витяжки силосу – за допомогою іонометра типу – І-130.

Визначення аміаку у силосі. Спочатку готують водну витяжку із силосу. З цією метою подрібнюють 100 г силосованої маси, кладуть її у літрову колбу, до мітки доливають дистильовану воду. Вміст колби після перемішування залишають у спокої на 4 – 5 год при температурі +20 – 25 °С. Після цього витяжку фільтрують, беруть 10 мл фільтрату в пробірку, додають 10 крапель реактиву Несслера. Поява жовтого або оранжевого забарвлення свідчить про наявність у силосі аміачних сполук, а випадання коричневого осаду – про значний їх вміст.

Визначення загальної кислотності силосу. Загальною кислотністю називають суму всіх кислот, що містяться у силосі. Кислотність силосу виражають у градусах Тернера. Один градус кислотності відповідає 1 мл нормального розчину лугу. Загальна кислотність якісного **силосу 26 °Т.**

Для визначення кислотності піпеткою відміряють 10 мл водної витяжки силосу, наливають у колбу, додають 2 – 3 краплі 10 %-го розчину фенолфталеїну, титрують 0,1 н розчином натрію їдкого до появи стійкого рожевого забарвлення. Витрачену на титрування кількість мілілітрів 0,1 н розчину натрію їдкого множать на 100, оскільки фільтрату виготовлено 1000 мл, добуток ділять на 10, тому що користувалися не нормальним, а 0,1 н розчином натрію їдкого. Таким чином, кількість мілілітрів нормального розчину натрію їдкого, витраченого на нейтралізацію кислот у 100 г силосу, буде величиною його кислотності.

На підставі вищенаведених органолептичних і лабораторних досліджень роблять оцінку силосу відповідно до ДСТУ 4782:2007 з урахуванням зони вирощування і виду сировини.

Якісна проба на соланін у картоплі. Для визначення соланіну роблять зрізи з бульби картоплі завтовшки 1 мм біля верхівки, основи, вічок, з боків бульби. Зрізи кладуть на годинникове скло або у фарфорову чашечку, наносять на них краплями оцтову, концентровану сірчану кислоту і водню перекис. Інтенсивне червоне або темно-малинове забарвлення, яке швидко утворюється на поверхні зрізів, свідчить про наявність соланіну.

Якісне визначення нітратів у буряках. На поверхню зрізу буряка наносять декілька кристалів дифеніламіну і капають на них сірчану кислоту (концентровану). Інтенсивне синє забарвлення поверхні зрізу буряка свідчить про наявність великої кількості нітратів, рожеве – малої. Аналогічно можна визначити вміст нітратів у відварі, в якому варилися буряки. Для цього наливають 15 мл відвару у колбу, додають 30 мл дистильованої води, кип'ятять протягом 10 – 15 хв. Відвар фільтрують крізь одношаровий паперовий фільтр у фарфорову чашечку, випаровують до утворення жовтого осаду. Після цього на осад наносять реактиви, як було зазначено вище. Якщо вміст нітратів невеликий, осад набуває рожевого забарвлення, якщо великий – синього.

Нітрати й окисли азоту утворюються з наявної у буряках калійної селітри при повільному вистиганні зварених буряків.

Також нітрати можна визначити **нітрат-тестером Soeks** (рис. 3.23).

Нітрат-тестер Soeks призначений для експрес-аналізу вмісту нітратів у свіжих овочах та фруктах.

Аналіз вмісту нітратів ґрунтується на основі вимірювання провідності перемінного високочастотного струму в досліджуваному продукті.

Кожний плід і овоч містить у своєму складі необхідні для їх життєдіяльності іони калію, магнію, заліза, міді, хлору, органічні кислоти.



Рис. 3.23. Нітрат-тестер Soeks

Вміст кожної конкретної речовини в рослині визначається її біохімічним складом, вмістом води та складом ґрунту на якій вона росте.

Нітрат-тестер відкалібрований по вмісту нітрат-іонів, концентрація яких в плодах та овочах визначена незалежним методом аналізу (потенціометричне визначення нітратів за ДСТУ ISO 3695:2004 Амонію нітрат технічний. Визначення вмісту іонів хлориду потенціометричним методом (ISO 3695:1977, IDT).

За отриманими результатами в прилад закладений ряд залежностей досліджуваної електропровідності від концентрації нітрат-іонів, визначених для різних плодів та овочів з врахуванням їх базової електропровідності.

Результат експрес-аналізу видається приладом у вигляді концентрації нітрат-іонів і порівняння її з гранично допустимою концентрацією для досліджуваного продукту.

Необхідно пам'ятати, що отриманий результат не може замінити собою кількісний хімічний аналіз у спеціалізованій лабораторії. Інформаційні повідомлення про вміст нітратів ґрунтуються на нормах СанПіН 3.3.2.1078-01.

Основні технічні характеристики приладу:

Діапазон вимірювання вмісту нітратів, мг/кг	20 – 5000
Час вимірювання, с.	до 20
Похибка вимірювання	до 30 %
Діапазон робочих температур, °C	Від –20 до +60

Порядок роботи з приладом

1. Для ввімкнення приладу необхідно натиснути та утримувати кнопку «ОК» до ввімкнення дисплея (з'являється підсвітка екрана), після цього відпустити кнопку. Для вимкнення приладу необхідно натиснути та утримувати кнопку «ОК» до появи анімаційної заставки з падаючим осіннім листям, а після цього відпустити кнопку.
2. Для проведення досліджень використовуються тільки чисті продукти, без бруду на поверхні, помиті чистою водопровідною водою. Зразки, що вражені гниллю, гризунами, чи побиті до досліджень не допускаються. Продукти не повинні бути висушеними. Можна використовувати зрізи продуктів, але він має бути зробленим не більше 15 хв. до дослідження.
3. Вибрати в меню необхідний продукт. Після чого на екрані з'явиться текст «Переконайтеся, що зонд не вставлений у продукт, що перевіряється, і натисніть ОК».
4. Протріть зонд тампоном змоченим спиртом, а потім витріть чистою серветкою.
5. Натисніть кнопку «ОК». При цьому почнеться підготовка до вимірювання (самокалібрування), що супроводжується інформаційним повідомленням «Зачекайте, йде підготовка до аналізу». Не торкайтесь до вимірювального зонду до появи нових вказівок на екрані.
6. Дочекайтесь появи повідомлення «Вставте зонд у продукт. Натисніть ОК». Також на екрані будуть вказані межі припустимих концентрацій для досліджуваного продукту (табл. 3.11).

Таблиця 3.11. Допустимий вміст нітратів у продуктах харчування

Продукт	Норма, МПК	Продукт	Норма, МПК
Абрикос	60	Диня	90
Кавун	60	Капуста рання	900
Банан	200	Капуста пізня	500
Баклажан	300	Кабачок	400
Виноград	60	Картопля	250
Груша	60	Полуниця	100
Зелень	2000	Цибуля	80
Морква рання	400	Цибуля зелена	600
Морква пізня	250	Редис	1500
Нектарин	60	Редька	1000
Огірок ґрунтовий	150	Салат	2000
Огірок тепличний	400	Буряк	1400
Перець солодкий	200	Хурма	60
Персик	60	Яблуко	60
Помідор ґрунтовий	150	Свіже м'ясо	200
Помідор тепличний	300	Дитяча норма	50

7. Ввіткніть зонд у досліджуваний продукт, утримуючи прилад перпендикулярно площині продукту, бажано у напрямку до його центру. Не

рухайте зондом всередині продукту, не тисніть на продукт. Глибина введення зонду має бути від 10 мм до повного занурення у досліджуваний продукт. Загострений кінець зонда не повинен виходити ззовні, попадати в зону дозрівання насінин, у область кісточки, у внутрішні порожнини, а повинен знаходитися у м'якій частині продукту.

8. Не можна повторно використовувати отвір, що залишений у досліджуваному продукті у результаті введення в нього зонда або інших предметів.
9. Натисніть кнопку **«ОК»**. Після чого почнеться процес вимірювання.
10. Під час очікування результатів вимірювання на екрані буде відображатися інформаційне повідомлення «Почекайте, іде визначення». У цей час прилад та досліджуваний продукт тримають нерухомо.
11. Записують показник приладу, виймають зонд із досліджуваного продукту.
12. Натиснути кнопку **«Назад»** для повернення в меню.

Якість буряків має відповідати ДСТУ 4972:2008, картоплі – ДСТУ ISO 2165-2002.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Органолептичні показники доброякісного силосу і сінажу.
2. Які основні причини псування силосу і сінажу?
3. Кислотний склад силосу і сінажу. Санітарно-гігієнічні вимоги за цим показником.
4. Причини забруднення силосу і мета визначення цього стану.
5. Санітарно-гігієнічні вимоги при закладанні і зберіганні сінажу.
6. Способи оцінки доброякості сінажу.
7. Причини псування картоплі і способи виявлення соланіну в ній.
8. За яких умов можливе накопичення нітратів (нітритів) в буряках і способи їх визначення?
9. Правила відбору середніх, проб силосу, сінажу, коренебульбоплодів для відправки в лабораторію.
10. Які основні правила згодовування варених буряків, картоплі з підвищеним вмістом соланіну?

ТЕМА 16. ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ І БІОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ

(ДСТУ 7925:2015 Якість ґрунту. Максимально допустимі норми внесення азотних добрив під сільськогосподарські культури залежно від ґрунтів та природних зон; ДСТУ 7925:2015 Якість ґрунту. Максимально допустимі норми внесення азотних добрив під сільськогосподарські культури залежно від ґрунтів та природних зон; ДСТУ 7987:2015 Угіддя природні кормові. Якість ґрунту. Основні показники та їхні параметри; ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті)

За фізичними властивостями ґрунту визначають ступінь здатності його до самоочищення від органічних забруднень. Ґрунтам, які краще самоочищаються (самооздоровлюються) – крупнозернисті, крупнопористі – надається перевага при виборі майданчиків під будівництво тваринницьких ферм, таборів, вигульних майданчиків, пасовищ, скотомогильників, біотермічних ям тощо. З цими властивостями ґрунту пов'язаний ботанічний і хімічний склад рослин, а також хімічний склад ґрунтових вод. За хімічними показниками ґрунту можна судити про ступінь забруднення його органічними речовинами тваринного походження, інтенсивність процесу самоочищення та давність забруднення.

Для фізико-хімічних досліджень відбирають середню пробу ґрунту масою до 2 кг. Беруть у трьох точках по діагоналі з ділянки 25 м² на глибинах: 0, 25, 50 см і більше.

Санітарно-топографічне обстеження ґрунту

Виходом на конкретну місцевість засвідчити можливість її використання для тваринницьких цілей, склавши акт санітарно-топографічного обстеження, в якому з'ясовуються такі питання:

- дані про топографічні і гідрологічні особливості та геологічний склад ґрунту (за наявності відповідних документів);
- розмір і рельєф земельної ділянки (наявність низин, пагорбів, висот, схилів тощо);
- схили по відношенню до сторін світу, водоймищ, населеного пункту та ін;
- характер рослинного покриву (види зелених насаджень, характер трав'янистого покриву, наявність шкідливих і отруйних рослин тощо);
- місцезнаходження ділянки – відстань до населеного пункту, проїжджих доріг, наземних водоймищ;
- наявність на ділянці або поблизу неї джерел можливого забруднення ґрунту (туалети, скотомогильники, гноєсховища, очисні споруди, сміттєзвалища тощо);
- рівень вологості ґрунту, глибина залягання ґрунтових вод, здатність до заболочування і затоплюваності ділянки повеневими водами;
- здатність ґрунту до ерозії, зсувів і оповзнів;

- тип ґрунту (підзолистий, чорнозем, торф'яний), його механічний склад (глинистий, суглинистий, піщаний, супіщаний та ін.);
- дані про наявність захворювань, пов'язаних із забрудненням ґрунту (на даний час і в минулому).

Органолептичне дослідження

Визначають колір, запах, структуру (зернистість) ґрунту.

Визначення **кольору** проводять на свіжовзятому й висушеному ґрунті. Розрізняють кольори темні (чорноземи) й світлі (підзолисті, піщані), що зумовлено природою ґрунтів і наявністю органічного компонента в них (гумус, гній, мікроорганізми).

Запах – визначають у свіжій пробі. Для цього гарячою водою заливають ґрунт у колбі, енергійно струшують, відкривають корок і встановлюють гігієнічно значимі запахи: аміачний, сірководневий, гнильний.

Структура – розмір грудочок, зерен зумовлює обмін ґрунтового повітря, затримання води ґрунтом тощо. Для встановлення зернистості перевіряють здатність ґрунту розпадатися на окремі грудочки. З цією метою пересівають пробу крізь сита й розділяють на три фракції: I – грудкувата, більше 10 мм; II – зерниста, від 10 до 0,5; III – пилоподібна, менше 0,5 мм. Зважують. Якщо третя фракція становить 50 % – ґрунт недостатньо структурований. Певне уявлення про структурованість можна одержати, розім'явши трохи сухого ґрунту в руках і провіявши його на легкому вітерці.

Фізичні властивості ґрунту

Температура – залежить від структури, вологості, кольору ґрунтів, і зумовлює інтенсивність біохімічних процесів у них. Вона важлива при виборі ділянки під забудову для тварин; (вологі, добре теплопровідні, з глибоким промерзанням ґрунти не придатні). Температуру ґрунту вимірюють рідко, застосовуючи термометри Савінкова.

Пористість ґрунту – це відношення об'єму пор до загального об'єму проби. Пористість впливає на здатність ґрунту до самоочищення. Визначають у циліндрі на 1 л, змішуючи рівні об'єми (по 500 мл) повітряно-сухого ґрунту і води.

Оскільки об'єм суміші становитиме менше 1 л, припустимо 850 мл, то різниця дорівнюватиме $1000 - 850 = 150$ мл (об'єм пор), що у відсотках становитиме:

$$\frac{500 - 150}{500} \times 100 = 30 \% \quad (\text{пористість ґрунту}).$$

Органіка краще мінералізується у крупнозернистих (чорноземних, гравійних) ґрунтах, хоча об'єм пор більший у дрібнозернистих. Останні мають більшу капілярну пористість, тоді як у перших переважає некапілярна пористість, та більше кисню.

Повітропроникність ґрунту – важливий санітарно-гігієнічний показник – завжди вища у крупнозернистих ґрунтах. За певних умов (зниження атмосфер-

ного тиску, підвищення рівня ґрунтових вод, різниця температур ґрунту і атмосферного повітря) з ґрунту може виділятися повітря і надходити у приміщення, впливаючи на його мікроклімат.

Водні властивості ґрунту

Водні властивості ґрунту з гігієнічної точки зору значимі: вологоємність, водопроникність, капілярність, гігроскопічність, загальна вологість і випарна здатність.

Вологоємність (водоємність) – це здатність ґрунту утримувати в своїх порах певну кількість води, яка виражається у відсотках. Вона вища у ґрунтах дрібнозернистих з переважаючою капілярною пористістю. Такі ґрунти (суглинки, глина) більш вологі, теплопровідні, слабо повітропроникні.

Вони не придатні під майданчики для будівництва тваринницьких об'єктів.

Хід визначення. Скляну трубку діаметром 4 і завдовжки 20 см, нижній кінець якої обв'язаний вологим полотном, зважують, на $\frac{3}{4}$ заповнюють повітряносухим ґрунтом і знову зважують. Потім трубку до верхнього рівня ґрунту занурюють у посуд з водою і тримають доки ґрунт повністю просякне водою. Обережно (**не струшуючи!**) вийняти, протягом 1–2 хв дати стекти надлишку води, знову зважити. Визначивши масу ґрунту, масу увібраної ним води, визначають вологоємність у відсотках.

Наприклад, маса пустої трубки – 20 г, з сухим ґрунтом – 60, а з вологим – 75 г. Звідси, маса сухого ґрунту 40 г (60 – 20), а увібраної води – 15 г (75 – 60). Розраховуємо вологоємність:

$$\frac{40 - 100}{15 - X} \quad X = 15 \times \frac{100}{40} = 37,5 \%$$

Водопроникність ґрунту – це здатність пропускати крізь себе воду зверху вниз. Водопроникність краща у крупнозернистих ґрунтах. Висока водопроникність дозволяє забруднювачам легко проникати у підземні води, низька – сприяє заболочуванню ґрунтів.

Хід визначення. На скляній трубці діаметром 3 – 4 см і завдовжки 25 – 30 см знизу маркером зробити позначки 20 і 24 см. Обв'язати нижній кінець трубки тонким полотном і, струшуючи, наповнити до нижньої риски (20 см) сухим подрібненим ґрунтом. Закріпивши трубку вертикально у штативі, підставити під неї мірний циліндр з лійкою.

Відмітивши час, обережно налити на поверхню ґрунту в трубці шар води 4 см (тобто до риски 24 см) і підтримувати цей рівень протягом дослідження. Визначають два показники:

1) час, протягом якого перша краплина з'явиться на виході трубки на полотні;

2) час, необхідний щоб у підставленому циліндрі однакового з трубкою діаметра зібрався шар води, яка пройшла крізь ґрунт, завтовшки 4 см.

Капілярність ґрунту – це здатність його підіймати воду порами. Вона краща у ґрунтів, які мають дрібнішу структуру.

Встановлено, що за 35 днів у торфовому ґрунті вода піднімається на 4 – 6 м, у лесовому – до 2 м, у глинистому – до 1,2, у дрібному піску – до 0,6, у гравії зовсім не піднімається.

Хімічні властивості ґрунту

Ґрунт складається з мінерального (90 – 99 %) і органічного (10 – 1 %) компонентів. Останній представлений органічними речовинами, що потрапляють у ґрунт, і тими, що вже перетворилися в ньому на гумус. Показниками забруднення ґрунтів є наявність аміаку, хлоридів, органічного й мінерального азоту тощо. Органічні рештки в ґрунті мінералізуються і проходять, відомі з розділу II, стадії перетворення: амоніфікації, нітрифікації, нітрофікації. Наявність аміаку, хлоридів, нітритів, нітратів, кількісне співвідношення їх у водній витяжці характеризують інтенсивність біохімічних процесів, здатність ґрунту до самоочищення.

Приготування водної витяжки. 100 г свіжовзятого ґрунту вміщують у колбу на 750 мл, вливають 500 мл дистильованої води і струшують протягом 3 хв. Для освітлення витяжки в суміш додають 1 мл 13 %-го розчину амонію сірчаноокислого і струшують ще протягом 30 с. Якщо через 5 – 10 хв (у спокої) просвітлення суспензії не відбулося, у колбу додають 0,5 мл 7 %-го розчину калію їдкого і струшують до просвітлення. Витяжку фільтрують через промитий гарячою водою, щільний паперовий фільтр. Перші порції фільтрату не використовують. Визначення аміаку, нітритів, нітратів, хлоридів тощо, проводять аналогічно, як у попередньому розділі, причому вміст мінеральних солей виражають у міліграмах на 1 кг ґрунту, а окиснюваність ґрунту – у міліграмах на 100 г. Визначають також санітарне число – це відношення ґрунтового азоту (гумусу) до органічного (в 100 г ґрунту).

Чим це число більше, тим ґрунт чистіший: при відношенні 0,7 – ґрунт дуже забруднений; 0,7 – 0,85 – середньо; 0,85 – 0,98 – мало забруднений і більше 0,98 – практично чистий.

Комбінований прилад **Ґрунтомір ТФА 481000** (рис. 3.24).

Прилад має три режими роботи, що дозволяє вимірювати вологість, кислотність та освітленість ґрунту. Прилад працює без батарей, призначений для використання в побутових умовах.

1. Визначення освітленості ґрунту.

Для визначення освітленості необхідно встановити перемикач приладу в режим LIGHT.

Потім направити тестер з фотоелементом (N) у напрямі джерела світла. Знімають показники приладу (верхня шкала приладу) і визначають по таблиці, що додається з приладом. За даними таблиці дивляться чи знаходиться освітленість ґрунту у вказаному для конкретної рослини діапазоні освітленості (min і max значення).

2. Визначення вологості ґрунту.

Для визначення вологості ґрунту (необхідна висота ґрунту 35 см) необхідно встановити перемикач приладу в режим MOIST і вставити дві проби (електроду) в

грунт між краєм і центром на $\frac{3}{4}$ довжини проби. Зніміть показання приладу (центральна шкала) і порівняйте його із значеннями вологості для певної рослини, приведеними в таблиці на упаковці.

3. Визначення кислотності ґрунту.

Для визначення кислотності ґрунту необхідно встановити перемикач приладу в режим рН. Потім електроди приладу вставляють у мокрий ґрунт. Через 1 с. знімають показники приладу (нижня шкала).



Показники:

8,0 – лужне середовище;

3,5 – кисле середовище.

Оптимальне значення знаходиться в межах 7 – 6,5.

Якщо середовище кисле необхідно до ємкості додати землі, а якщо середовище лужне – торфу.

Догляд за приладом.

1. Прилад має бути завжди сухим та чистим.
2. Запобігати падінню приладу.
3. Електроди необхідно спочатку протирати злегка вологою тканиною (не використовувати хімічних розчинників, крім води), а потім сухою.

Біологічні властивості ґрунту

До показників, що мають важливе ветеринарно-санітарне й екологічне значення, належать наявність у ґрунті патогенних мікроорганізмів і збудників гельмінтозних захворювань тварин. Але оскільки їх виявити важко, визначають так звані санітарно-показові бактерії: кишкову паличку, рідше збудників інших бактерій, що постійно живуть у кишечнику людини і тварин. Для кількісної оцінки ступеня забрудненості ґрунту фекаліями використовують титр кишкової палички і мікробне число ґрунту.

Рис. 3.24. Ґрунтомір TFA 481000

Титр кишкової палички – це найменша кількість ґрунту в грамах, у якій виявлена кишкова паличка.

Мікробне число – кількість колоній, які після посіву в бактеріологічних чашках виросли при температурі 22 °С за 48 год з 1 г ґрунту.

Відбір проб ґрунту проводять спеціальними бурами, або викопують ямку необхідної глибини і прожареною ложкою кладуть у стерильну банку 300 г ґрунту.

Колі-титр ґрунту встановлюють з водної його витяжки так само, як і води. За визначеним титром судять про ступінь забруднення ґрунту (табл. 3.12).

Таблиця 3.12. Санітарна оцінка ґрунту за титром кишкової палички та *Cl. perfringens*

Ступінь забруднення ґрунту	Колі-титр	Титр <i>Cl. perfringens</i>
Дуже забруднений	До 0,001	До 0,0001
Помірно забруднений	0,01 – 0,001	0,001 – 0,0001
Мало забруднений	0,1 – 0,01	0,01 – 0,001
Чистий	1,0 і більше	0,1 і більше

Для бактеріального дослідження відбирають якомога більшу кількість зразків і, перемішавши їх, готують середню пробу, масою 500 г. Потім 10 г ґрунту заливають 100 мл стерильної дистильованої води і після 10-хвилинного збовтування з наступним 5-хвилинним відстоюванням, роблять посів.

Для гельмінтологічного дослідження проби ґрунту беруть як з поверхні, так із глибини 2 – 3 см, загальною масою до 1 кг. Досліджують ґрунт на яйця гельмінтів у центрифужних пробірках або у фарфорових склянках. Після обробки матеріалу лугом і натрієм азотнокислим, яйця гельмінтів спливають. Їх петлею знімають і підраховують під мікроскопом. Якщо в 1 кг ґрунту понад 100 яєць гельмінтів – ґрунт дуже забруднений; 100 – 10 – помірно; 10 – 1 – мало забруднений; 0 – чистий (табл. 3.13).

Таблиця 3.13. Санітарна оцінка ґрунту залежно від кількості яєць гельмінтів

Ступінь забруднення ґрунту	Кількість яєць у полі зору мікроскопа
Дуже забруднений	Понад 100
Помірно забруднений	100 – 10
Мало забруднений	10 – 1
Чистий	0

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Дайте визначення ґрунту.
2. У яких випадках проводять санітарно-гігієнічної оцінки ґрунту?
3. За якими критеріями проводити санітарно-топографічне обстеження ґрунту?
4. Як правильно відібрати середню пробу ґрунту для аналізу?
5. Що називають механічним складом ґрунту і яке він має санітарно-гігієнічне значення?
6. Принцип визначення механічного складу ґрунту?
7. Що називають пористістю ґрунту, її санітарно-гігієнічне значення та принцип визначення?
8. Вологоємність ґрунту, її санітарно-гігієнічне значення та принцип визначення?
9. Водопроникність ґрунту, її санітарно-гігієнічне значення та принцип визначення?
10. Капілярність ґрунту, її санітарно-гігієнічне значення та принцип визначення?

РОЗДІЛ 4. ГІЄНІЧНА ОЦІНКА ВОДИ

ТЕМА 17. САНІТАРНО-ТОПОГРАФІЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА САНІТАРНО-ГІЄНІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ

(Водний кодекс України; Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення»; ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною; Закон України «Про житлово-комунальні послуги»; Закон України «Про Загальнодержавну програму Питна вода України на 2011 – 2020 роки»; Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність»; Закон України «Про особливості доступу до інформації у сферах постачання електричної енергії, природного газу, теплопостачання, централізованого постачання гарячої води, централізованого питного водопостачання та водовідведення»; Закон України «Про водовідведення та очищення стічних вод» N2887-IX від 12.01.2023; ДСТУ ISO 5667-13:2005 Якість води. Відбирання проб. Частина 13. Настанови щодо відбирання проб мулу на спорудах для очищення стічних вод і для водоготування (ISO 5667-13:1997, IDT); ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості)

Мета роботи: опрацювати санітарно-гігієнічні вимоги до питної води, навчитись складати санітарно-топографічну карту водних джерел.

Матеріали та обладнання: вода з різних джерел водопостачання, штативи, пробірки, піпетки, батометри, диск Секкі, термометри водні, циліндр з плоским дном, металеве кільце, шрифт Снеллена № 1.

Санітарно-гігієнічні вимоги до питної води

1. Вода має бути прозорою, по можливості безколірною, приємною на смак, без будь-якого присмаку та запаху, мати освіжаючу температуру (5 – 16 °C).
2. Не містити домішок отруйних речовин, вище МПК.
3. Не мати патогенних мікроорганізмів, яєць гельмінтів та їх личинок.
4. Не забруднена стічними водами (фекальними, побутовими та промисловими).

Джерела водопостачання об'єктів тваринництва підлягають обов'язковій паспортизації. Для санітарної оцінки води збирають різнобічну інформацію, застосовуючи два основних взаємодоповнюючих методи:

1. Санітарно-топографічне обстеження вододжерела і навколишньої території з наступним складанням відповідної карти (див. нижче), і одноразовим взяттям проби води у хімічно чисту посуду для попередньої органолептичної оцінки, яку виконують безпосередньо біля водного джерела і закінчують у лабораторії.
2. Лабораторне дослідження води, визначення її хімічного складу, фізичних та біологічних властивостей.

Санітарно-топографічне обстеження джерела водопостачання дає змогу визначити запаси води, тобто його виробничу потужність, виявити джерела забруднення.

Лабораторне обстеження відібраних проб води з джерел водопостачання проводиться за сезонами року, але не менше двох разів на рік, а також у разі на розповсюдження через воду в господарстві інфекційних, інвазійних та незаразних захворювань тварин. Обидва методи дозволяють дати оцінку забруднювачів водного джерела питної води і, в разі необхідності, розробити та рекомендувати способи її очистки та знезараження.

Карта санітарно-топографічного обстеження джерела водопостачання і навколишньої території

Санітарно-топографічне обстеження криниці (рис. 4.1):

1. Поштова адреса господарства, де розташоване вододжерело.

2. Місцезнаходження джерела (в селі чи за селом, відстань до найближчого житла, тваринницьких об'єктів тощо).

3. Гідрогеологічні дані (шляхом опитування населення або за власними спостереженнями): глибина до дна від поверхні води; з якого боку вода надходить у криницю, як швидко вона вичерпується при звичайному і посиленому її заборі; чи зникає вода з криниці у період посухи, вимерзання; швидко чи повільно набирається після водозабору; чи збільшується кількість води в криниці після дощу.



Рис. 4.1. Криниця

4. Рельєф ділянки розміщення криниці (на рівнині, на підвищенні, на схилі, у низині, у балці, на березі річки, ставка, болота чи на відстані від них, можливість затоплення повеневими водами).

5. Водопідйомні пристосування: як забирається вода з криниці (насосом, воротом, журавлем тощо); чим забирається вода (цебром, відром загальним чи власним); стан під'їзду чи підходу до криниці (огорожа, тверде покриття, відмостка).

6. Якість води в криниці (за опитуванням населення).

7. Санітарні дані: відстань до найближчих сміттєзвалищ, гноєсховищ, туалетів, очисних споруд; забруднення криниці стоками, застоюною водою; випадки прання біля криниці білизни і напування тварин.

8. Облаштування криниці, свердловини (дата спорудження, останнього ремонту та очищення криниці, зруб, матеріал, наявність чи відсутність «глиняного замка», чи проводиться нагляд і який) (рис. 4.2, 4.3).

9. Дата, місце роботи, посада, підпис особи, яка проводила санітарно-топографічне обстеження криниці.

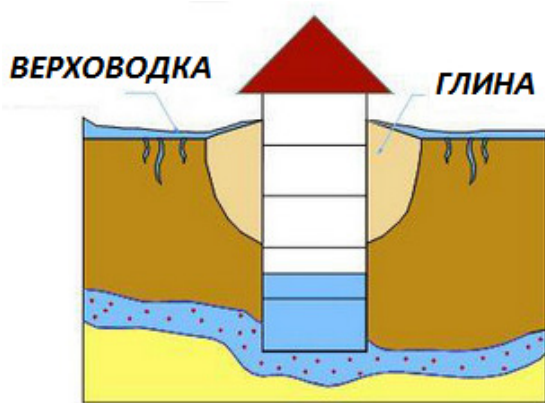


Рис. 4.2. Глиняний замок «правильний»

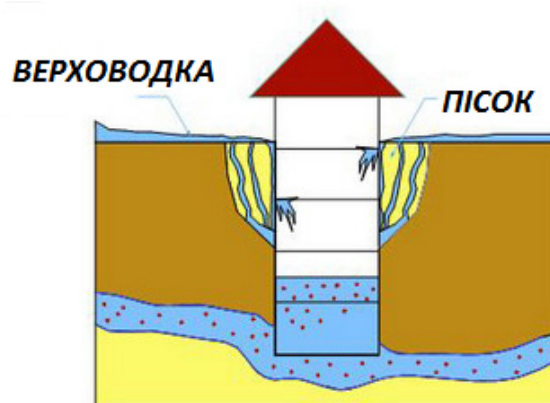


Рис. 4.3. Глиняний замок «неправильний»

План санітарно-топографічного обстеження джерела водопостачання залежить від ряду обставин. Так, при обстеженні криниці звертають увагу на зв'язок її з джерелом забруднення; в передбачуване джерело забруднення (гноєсховище, сміттєсховище тощо) вливають **2 %-й розчин флуоресцину**, після чого протягом 1 – 2 діб кожні 3 години беруть пробу води з криниці і визначають її колір. Флуоресцин забарвлює воду у зелений колір.

Для визначення глибини води в криниці користуються вимірювальною стрічкою, на нижньому кінці якої на відстані 1 см одна від одної нанизані металеві чашечки. При занурюванні стрічки у воду в них набирається вода. За кількістю, що занурились у воду, і тих, що залишились на поверхні, визначають товщину шару води в криниці.

У польових умовах товщину шару води можна виміряти за допомогою жердини або мотузки з вузлами.

Санітарно-топографічне обстеження ставка (рис. 4.4) включає:



Рис. 4.4. Ставок [92]

1. Місцезнаходження, назва ставка.
2. Розміри (довжина, ширина, площа).

3. Ґрунт дна і берегів ставка (як він утворений).
4. Якою водою живиться ставок (джерельною, атмосферною, річковою).
5. Яка є вода у ставку, (стояча чи проточна), чи пересихає влітку, чи перемерзає взимку.
6. Чи заболочується ставок, чи в ньому є риба.
7. Можливість забруднення ставка (близькість орних земель, наявність житлової забудови, тваринницьких ферм, літніх таборів для тварин, ґноєсховищ, скотомогильників, туалетів, смітників; напування тварин безпосередньо зі ставка; розташування навколо зелених насаджень).
8. Як утворений ставок (створений штучно, обладнаний греблею, запрудою).
9. Матеріал, з якого побудована гребля (загата): земля, дерево, щебінь, сміття, ґній.
10. Висота підпори води, наявність водозливу та його облаштування.
11. Наявність гідротехнічних споруд (водяний млин, турбіна, насоси тощо), їх використання.
12. Дата, місце роботи, посада, підпис особи, яка проводила санітарно-топографічне обстеження ставка.

Санітарно-топографічне обстеження річки (струмка) (рис. 4.5) включає:

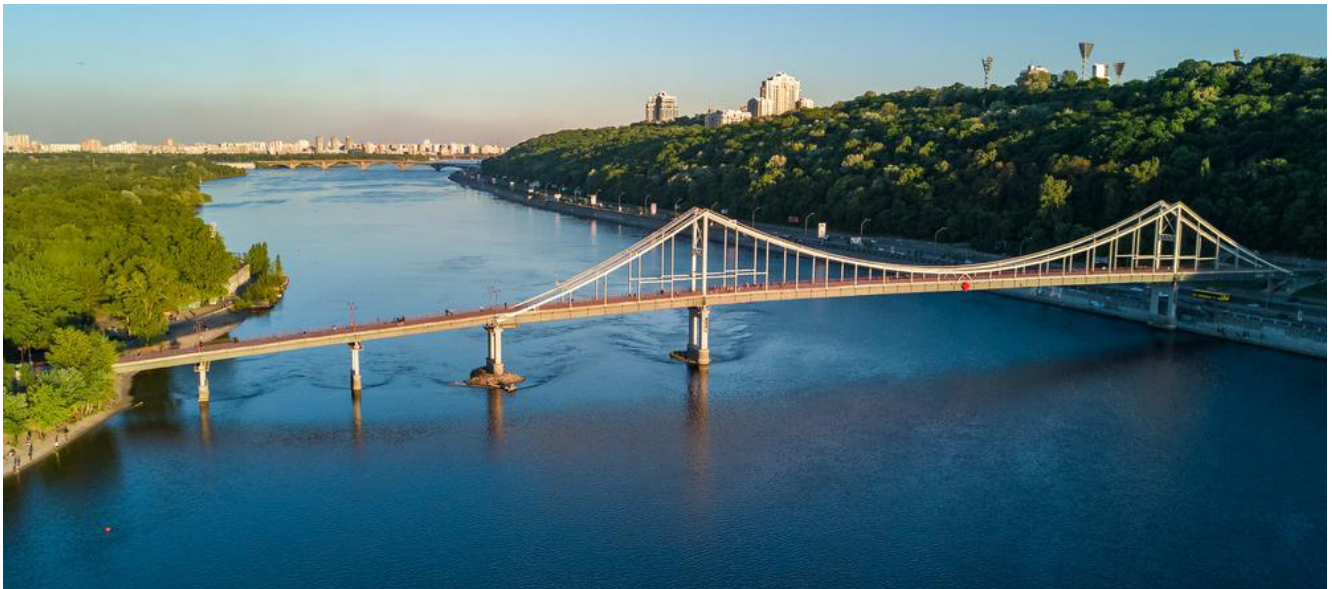


Рис. 4.5. Річка Дніпро [93]

1. Місцезнаходження і назва річки чи струмка. Звідки вона бере свій початок (виток річки); середні ділянки річки; місце впадання, кількість та назва притоків (рис. 4).
2. Розміри (ширина) річки чи струмка (рис. 4.6) на час їх обстеження та в період повені, висота підйому води.

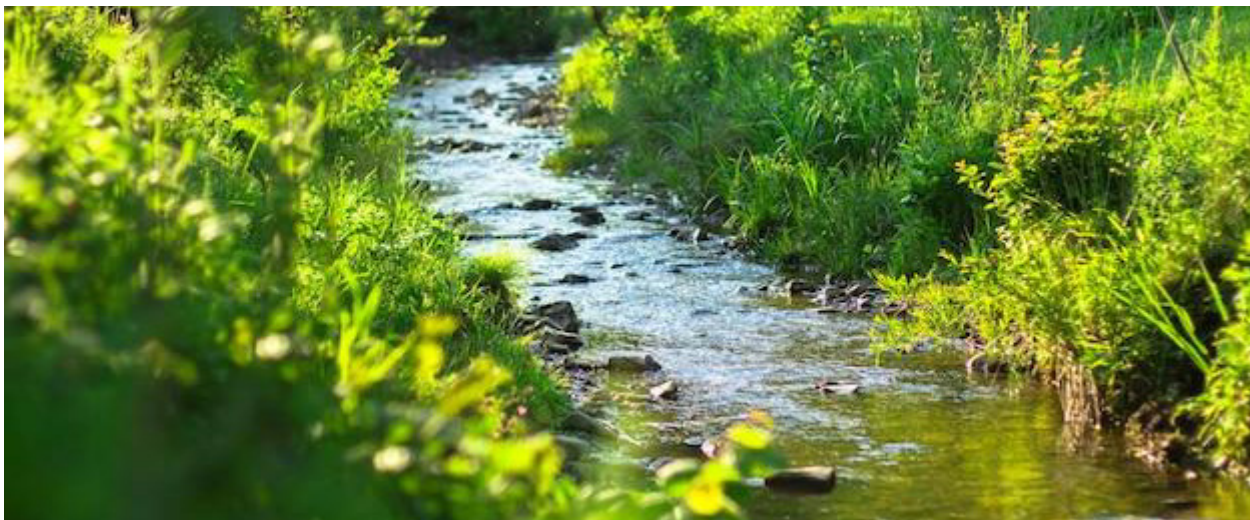


Рис. 4.6. Струмок [94]

3. Тривалість весняної повені, чи пересихає річка (струмок) влітку, чи перемерзає взимку, чи вливаються в неї джерела.

4. Характер рельєфу довкілля, стан дна річки.

5. Стан берегів річки (спадисті і вкриті рослинністю чи стрімкі), чи відбувається деградація луки в пониззі річки через випасання великої рогатої худоби у заплаві.

6. На якій відстані від берега розташовані житлові будинки, тваринницькі ферми, промислові та переробні підприємства (особливо ті, що переробляють тваринницьку сировину), звалища сміття, гноєсховища, туалети тощо.

7. Чи є гребля або загата на річці (її обладнання, матеріал, призначення).

8. Можливість забруднення річки стоками промислових підприємств, тваринницьких ферм тощо (рис. 4.7, 4.8, 4.9, 4.10).

9. Водовикористання річки (для промислових, господарських, питних, протипожежних потреб, напування тварин та ін.)

10. Якщо проводиться забір питної води, то на якій відстані від можливих джерел забруднення.

11. Наявність чи відсутність водоохоронних лісонасаджень.

12. Метеорологічні дані (температура повітря, кількість опадів, хмарність та ін.) під час відбору проб.



Рис. 4.7. Випасання тварин [95]



Рис. 4.8. Напування тварин [96]



Рис. 4.9. Напування тварин [97]



Рис. 4.10. Напування тварин [98]

13. Характеристика відібраного зразка (запах, колір води, прозорість, наявність зважених часток та ін.).

14. Тип обладнання для відбору проб.

15. Метод консервації зразків.

16. Умови зберігання і транспортування зразків.

17. Дата, місце роботи, посада, підпис особи, яка проводила санітарно-топографічне обстеження річки.

Окрім зазначених питань в акт (карту) (дод. 33, 34, 35) санітарно-топографічного обстеження вододжерела заносять результати інших спостережень, які можуть впливати на якість води та її санітарну безпеку.

Відбір проб води для лабораторного дослідження

При використанні хімічних методів аналізу води велике значення має правильний відбір проб води. Умови, в яких відбираються проби води, настільки різноманітні, що дати якісь конкретні рекомендації на кожний випадок просто неможливо, а тому потрібно виходити з мети та завдань досліджень.

Разом з тим, існують загальні вимоги до відбору проб: проба повинна відображати умови, місце та мету її відбору; відбір, зберігання та доставка проб до лабораторії повинні забезпечувати стабільність вмісту відповідних хімічних компонентів; об'єм проби повинен бути достатній для наступного її лабораторного аналізу (визначається повнотою хімічного аналізу проби). Для неповного аналізу – визначають лише декілька компонентів, або окремі властивості води – достатньо **1 л**, а для більш широкого аналізу – **2 л** води.

Місце для відбору проб вибирається, виходячи з мети аналізу, на основі вивчення місцевості. Визначаючи місце відбору проб води для хімічного аналізу, необхідно ретельно обстежити притоки річки та джерела забруднення води, що знаходяться вище місця відбору.

Відбір проб залежно від мети дослідження здійснюється одно- чи багаторазово, з різною періодичністю – щоденно, подекадно, щомісячно, посезонно тощо. Особливий тип відбору проб – це так звані «узгоджені проби», які відбирають у різних місцях за течією річки з урахуванням часу проходження води від одного пункту до іншого.

Разові проби відбирають один раз у відповідному місці і розглядають як результат одного аналізу, якого достатньо для встановлення якості води на даний час у даному місці.

У зв'язку з тим, що якість води у більшості випадків змінюється як по течії річки, так і по періодах року, разової проби для її оцінки недостатньо. У таких випадках проби відбирають серійно, але всі вони зв'язані єдиними метою та завданнями. Аналізуючи серію проб, можна прослідкувати зміну їх хімічних компонентів по течії річки та у часовому проміжку.

Розрізняють дві основні проби: просту та змішану.

Проста – коли з одного місця за один раз відбирається весь об'єм потрібної проби.

Змішану пробу одержують шляхом злиття простих проб води, відібраних з одного і того ж самого місця через відповідні проміжки часу, або відібрані одночасно на різних ділянках водойми. Ця проба відображає середній хімічний склад води з урахуванням як місця, так і часу відбору. У більшості випадків цей вид проб застосовується для характеристики якості води у заплавах річок. Необхідно пам'ятати, що змішану пробу не можна використовувати для визначення компонентів якості води, які легко змінюються (наприклад рН, розчинні у воді гази тощо). Ці компоненти визначають у кожній окремо взятій пробі.

Для відбору і зберігання проб води використовують ретельно вимитий скляний посуд, який закривають прокип'яченою притертою склянкою або корковою пробкою, попередньо промитою водою, що беруть для дослідження, або поліетиленовий посуд відповідного об'єму. Для бактеріологічного дослідження пробу води беруть у стерильний посуд або спеціальні піпетки. Перед відбором проб посуд слід декілька разів сполоснути тією ж самою водою, з якої береться проба. Їмкості з пробами необхідно підписати або пронумерувати та зареєструвати у робочому зошиті.

Проби води з **криниць** необхідно відбирати двічі на день – вранці – до початку забору води і ввечері – після розбору на глибині 0,5 – 1,0 м від поверхні. Проби води з **малих водойм** відбирають безпосередньо з берега, зі спеціальних містків або гідротехнічних споруд «монахів», з великих – з човна. При цьому човен повинен або взагалі не рухатись, або йти на дуже малій швидкості.

З **річок, озер, ставків** проби води беруть на відстані 1 – 2 м від берега на глибині 0,4 – 1,0 м за допомогою **батометра Родіної** (рис. 4.11) (**бато** від грец. – глибина), який дозволяє відбирати воду на заданій глибині, чи **приладу Зобелла** (рис. 4.12). На глибині до 30 м і більше використовують **батометр Молчанова** об'ємом на 6 л (рис. 4.13). Перед відбором проб його ретельно промивають водою з водойми.

При проведенні комплексних досліджень першою беруть з батометра пробу на кисень і рН, потім пробу для мікробіологічних досліджень, визначення концентрації біогенних елементів, а після цього – для визначення чисельності фіто- і зоопланктону. Відбір проб здійснюється шляхом повного занурення ємкості у воду.

При можливості необхідно уникати контакту води з повітрям. Якщо доступ до води неможливий, тоді ємність прикріплюють до довгої палки, або опускають її з додатковим вантажем.

З криниць, облаштованих насосом та з водопровідної мережі воду попередньо відкачують або спускають протягом 10 – 15 хв, якщо її беруть з крана, то кінець його знезаражують фламбуванням.

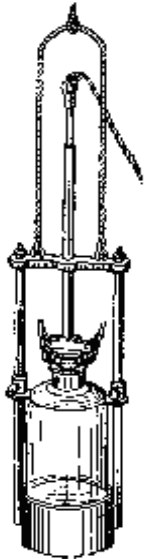


Рис. 4.11.

Батометр Родіної

Середню пробу води з річок відбирають у місці з найбільшою течією (краще на фарватері) на глибині 20 – 30 см від поверхні води. Прості або змішані проби відбирають одночасно, або серійно.

Для проведення фізико-хімічного аналізу взяті проби негайно досліджують. Допускаються такі терміни зберігання води на льоду:

- дуже чиста вода (незабруднена) – 72 год (з моменту відбору проби);
- достатньо чиста – 48 год;
- забруднена – 12 год, дозволяється консервувати воду хлороформом – 2 мл/л води.

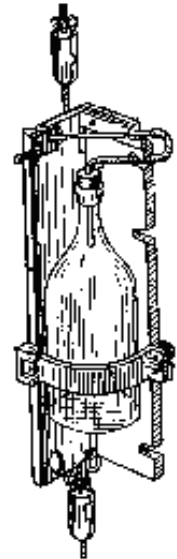


Рис. 4.12. Прилад Зобелла

При направленні води в лабораторію для визначення вмісту аміаку і окислюваності можна додавати сірчану кислоту, а для визначення останніх компонентів – сірчану чи соляну (табл. 4.1). Для бактеріологічних досліджень консервація води **не допускається**.

Таблиця 4.1. Вимоги до консервації проб води

Показники, які необхідно визначити	Умови консервації
1	2
Біологічне споживання кисню	Охолоджують до 2 – 5 °С і зберігають у темряві, визначають у лабораторії
Гумінові речовини	Проби не консервують, визначають не пізніше 3 діб після відбору проб
Густина	Проби не консервують
Важкі метали (окрім ртуті)	Підкислюють сірчаною чи соляною кислотою до pH<2, визначають протягом місяця
Двоокис вуглецю	Проби не консервують, визначають на місці відбору проби
Загальний вміст азоту	Підкислюють сірчаною кислотою до pH<2, визначають не пізніше ніж через добу
Загальний вміст фосфору	Охолоджують до 2 – 5 °С, проби не консервують, якщо консервують, то підкислюють сірчаною кислотою до pH<2, визначають протягом місяця
Залізо (II)	Підкислюють соляною кислотою до pH<2 і виключають контакт проби з атмосферним повітрям, визначають не пізніше ніж через добу
Залишковий хлор	Проби не консервують, визначають на місці відбору проби

1	2
Запах	Охолоджують до 2 – 5 °С, визначають на місці, не пізніше 6 год після відбору проби
Кислотність і лужність	Охолоджують до 2 – 5 °С, визначають у лабораторії не пізніше ніж через добу
Колір	Охолоджують до 2 – 5 °С і зберігають у темряві
Нітрати	Підкислюють сірчаною чи соляною кислотою до рН<2 або охолоджують до 2 – 5 °С, визначають не пізніше ніж через добу
Нітроти	Охолоджують до 2 – 5 °С, визначають не пізніше ніж через добу
рН	Проби не консервують, визначають на місці
Пестициди фосфорорганічні	Охолоджують до 2 – 5 °С і зберігають у темряві, визначають не пізніше ніж через добу
Пестициди хлорорганічні	Охолоджують до 2 – 5 °С і зберігають у темряві, визначають не пізніше ніж через добу
Розчинний кисень	Проби не фіксують, на місці додають реактив і зберігають у темряві протягом 4 діб
Розчинні речовини	Проби не консервують
Ртуть	Підкислюють азотною кислотою до рН<2 і додають біхромат калію до концентрації у пробі 0,05 %, визначають протягом місяця
Сірководень	Проби не консервують, визначають як можна швидше після відбору
Срібло	Підкислюють сірчаною чи соляною кислотою до рН<2, визначають протягом місяця
Сульфати	Охолоджують до 2 – 5 °С, визначають протягом тижня
Температура	Визначають на місці відбору проби
Фосфати загальні	Охолоджують до 2 – 5 °С, визначають не пізніше ніж через добу
Фосфор загальний	Охолоджують до 2 – 5 °С, визначають не пізніше ніж через добу
Хімічне споживання кисню	Підкислюють сірчаною кислотою до рН<2, охолоджують до 2 – 5 °С і зберігають у темряві, визначають протягом 5 діб. Заморожують до –20 °С і визначають протягом місяця
Хлориди	Проби не консервують, визначають протягом місяця
Цинк	Підкислюють сірчаною чи соляною кислотою до рН<2, визначають протягом місяця

За неможливості своєчасного доставлення проби в лабораторію (не пізніше 5 год з моменту відбору), посіви на середовища проводять безпосередньо біля водойми.

Якщо необхідно відібрати пробу в місці спуску в річку стічних вод, то її беруть там, де стічні води повністю змішуються з річковою водою. Але при цьому слід враховувати, що річкова вода і стічні води мають різну густину, тому процес змішування може проходити досить повільно. Як правило, змішування вод відбувається на проміжку від сотні метрів до кількох кілометрів. У свою чергу, місце відбору проб не повинно бути дуже віддаленим від місця потрапляння у річку забруднених вод.

Хімічні характеристики у відібраній пробі з часом можуть змінюватись, наприклад, рН, температура, вміст розчинених у воді газів тощо. Кисень, двоокис

вуглецю, сірководень, хлор можуть або з'явитись у пробі, або зникнути. Тому ці показники визначають безпосередньо на місці відбору проб або її консервують.

Зміна величини рН, вмісту кисню, карбонатів, вільного двоокису вуглецю може викликати зміну властивостей інших компонентів, які містяться у пробі.

Деякі з них можуть випасти в осад, або навпаки, з нерозчинної форми перейти в розчинну. Це особливо стосується солей заліза, марганцю та кальцію. У неконсервованій пробі перебігають різні біохімічні процеси за участю мікроорганізмів, водоростей тощо.

У відібраній пробі ці процеси перебігають не так, як у природному середовищі річки – можуть відбуватися процеси окислення або відновлення деяких компонентів проби: нітрати відновлюються до нітритів або амонію, сульфати до сульфідів, витрачається кисень або навпаки, відбувається окислення сульфідів до сульфатів заліза (II), ціанідів тощо.



Рис. 4.13. Батометр Молчанова

Вплив різних факторів на компоненти, які знаходяться у воді, може бути як прямим, так і опосередкованим. Тому проміжок часу між взяттям проби та її аналізом залежить від мети та завдань досліджень.

Відправляючи пробу води до лабораторії, у супровідному документі необхідно зазначити: номер і дату взяття проби (рік, місяць, число, час), назву і місцезнаходження джерела води, погоду в день взяття проби і за кілька днів до цього, короткі санітарно-топографічні дані, місце і глибину, з якої брали пробу, органолептичні властивості води в момент взяття проби, кількість води для аналізу, спосіб її консервації, мета аналізу, місце роботи, посаду, підпис спеціаліста, що відбирав пробу (дод. 33, 34, 35).

Визначення фізичних властивостей води

1. Температуру води визначають безпосередньо у водоймі або зразу після взяття проби черпальним термометром (рис. 4.14) чи звичайним ртутним термометром з поділками $0,1 - 0,2^\circ$, обгорнутим щільним шаром вати. Черпальний термометр – водний термометр, вмонтований у металеву оправу із чашечкою, що має отвори, через які в неї надходить вода. Термометр кріплять на дроті або мотузці, опускають на потрібну глибину, вимірювання проводяться протягом 10 – 15 хв, а потім піднімають на поверхню і якнайшвидше визначають температуру.

Промисловість випускає батометри, у які вмонтовано термометри для вимірювання температури води.

2. Прозорість води – властивість води пропускати вглиб світлові промені. Прозорість води залежить від товщини шару води, через яку проходить світло, від кольоровості і каламутності води, тобто від вмісту в ній різних барвників, завислих мінеральних і органічних речовин. Питна вода має бути прозорою, не

містити суспензованих часточок, які спричиняють каламутність. Прозорість води швидко змінюється, тому її визначають зразу після взяття проби.

За ступенем прозорості води поділяють на:

- 1) прозорі;
- 2) слабо прозорі;
- 3) слабо каламутні;
- 4) каламутні;
- 5) сильно каламутні.

Як приклад прозорості природних вод – Саргасове море, прозорість якого найбільша – до 66 м.

Найбільш простий метод **визначення прозорості води** полягає в тому, що у воду опускають диск білого кольору, діаметром 20 см, який прикріплений до розміченого шнура або троса до того часу, поки він не зникне з поля зору. Глибина (у см або м), на якій диск перестає бути видимим, вважається прозорістю води (рис. 4.15).

Вимірювання варто повторити й взяти середній показник із двох визначень.



Рис. 4.14.
Черпальний
термометр



Рис. 4.15. Вимірювання прозорості води

З метою підвищення точності вимірювання прозорості води С.А. Барановим був модифікований стандартний білий диск. Поле диска зафарбовано секторами по 90° у білий, червоний і зелений кольори. Колірні сектори розділені трипроменевим чорним хрестом із променями по 30° . Диск прикріплений до кінця мірної штанги чи стрічки (рис. 4.16).



Рис. 4.16. Індикаторний диск [99]

Використання штанги дозволяє швидко занурювати диск на будь-яку глибину (до 4 м) і виймати його з води, навіть при наявності течії води або руху човна. Штанга може бути розбірною.

Для визначення прозорості ще використовують циліндр з плоским дном та краном внизу (рис. 4.17).

Циліндр має бути хімічно чистим, його наповнюють досліджуваною водою, під дно підкладають спеціальний друкарський шрифт Снеллена № 1. Поступово виливаючи воду з циліндра, дивляться на шрифт, поки він не стане добре видимим. При висоті стовпа води 30 см та більше – вода прозора; 20 – 30 см – дещо каламутна, 10 – 12 см – каламутна. При прозорості менше 10 см вода для пиття не придатна, потребує освітлення.

Прозорість води визначають також і за допомогою **кільця** діаметром 1,0 – 1,5 см з чорного дроту перерізом 1 мм.

Кільце занурюють у воду до зникнення його контуру, а потім повільно підіймають доти, поки його знову стає видно. Товщину води вимірюють лінійкою, за середньоарифметичним визначають прозорість використовуючи спеціальну таблицю.

Товщина води 30 см за шрифтом Снеллена відповідає товщині води 41 см за кільцем. Каламутність води визначають також за масою суспензованих у ній часточок (табл. 4.2).



Рис. 4.17. Циліндр Снеллена

Таблиця 4.2. Каламутність води залежно від ступеня її прозорості, мг/л

Прозорість	Каламутність	Прозорість	Каламутність
4,0	235	19,0	46,0
5,0	185	20,0	44,5
6,0	155	21,0	43,3
7,0	130	22,0	41,4
8,0	114	23,0	39,6
9,0	102	24,0	38,0
10,0	92,0	26,0	35,1
11,0	83,0	28,0	32,6
12,0	76,0	30,0	30,5
13,0	70,0	32,0	28,6
14,0	65,0	34,0	26,9
15,0	61,0	36,0	25,4
16,0	56,0	38,0	24,2
17,0	53,4	40,0	23,0
18,0	48,0	42,0	21,8

3. Визначення каламутності води. Каламутність води обумовлюється наявністю в ній зважених речовин (рис. 4.18). Каламутність води не повинна перевищувати 2 мг/л і відповідно до цього її прозорість має бути не менше 30 см

шару за шрифтом. Каламутність усувається коагулюванням зважених часток сірчаноокислим алюмінієм або хлорним залізом та відстоюванням і фільтруванням.



Рис. 4.18. Визначення каламутності води

Між прозорою і каламутною водою є декілька переходів: прозора, ледь опалесцююча, каламутна, і дуже каламутна. Каламутність воді надають зважені мінеральні і органічні сполуки, кількість яких у міліграмах на літр можна визначити, знаючи рівень прозорості води, шляхом перерахунку.

4. Визначення запаху води. Властивість води викликати у людини і тварин специфічне подразнення слизової оболонки носових ходів обумовлена її запахом. Якісна вода запаху не має. Будь-який запах вказує на присутність у воді або продуктів біологічного розпаду рослинних або тваринних організмів (живих чи відмерлих організмів, рослинних залишків, специфічних речовин, що виділяються деякими водоростями й мікроорганізмами), або будь-яких хімічних сполук, сторонніх для питної води (присутність у воді розчинних газів – хлору, аміаку, сірководню, меркаптанів або органічних і хлорорганічних забруднень). Хоча іноді це лише наслідок надмірної кількості у воді солей сірчаної кислоти, наприклад сірчистого заліза. Це найчастіше характерно для певних мінеральних вод. Фенольний, смоляний та інші запахи свідчать про можливе забруднення води промисловими стічними водами, запах хлору – про надлишкові концентрації залишкового хлору, який використовується для знезараження питної води і води в плавальних басейнах.

Тому запах може бути природний і штучний. Природними вважають запахи землі, болота, трави, дерева, риби.

Гнилий, рибний запах – найчастіше з'являється у воді, яку беруть з відкритих водойм. Запах присутній у воді у зв'язку з наявністю природних органічних сполук. В основному це сполуки геосмину та 2-метилізоборнеолу. Ці сполуки в основному безпечні для людини, хоч інколи і можуть бути причиною присутності у воді синьо-зелених водоростей та бактерій. В основному у воді з'являються сполуки при цвітінні води.

При гігієнічній оцінці використовують загальноприйняту термінологію (табл. 4.3).

Запах штучного походження називають за відповідними речовинами, що знаходяться у воді: фенольний, камфорний, бензиновий, хлорний тощо.

Таблиця 4.3. Класифікація запахів води природного походження

Символ	Запах	Запах
А	Ароматний	Огірковий, квітковий
Б	Болотний	Мулу, ряски
Г	Гнильний	Фекальний, запах стічних вод
Д	Дерев'яний	Мокрої дерев'яної кори, деревини
З	Земляний	Прілий, свіжозораної землі
П	Пліснявий	Затхлий, застоюної води
Р	Рибний	Риб'ячого жиру, риби
С	Сірководневий	Тухлих яєць
Т	Трав'яний	Скошеної трави, сіна
Н	Невизначений	Не підходить під вищенаведені визначення

Запах хлору – найчастіше зустрічається у міській воді. Це явище спричинене надлишком хлору при хлоруванні води на міських очисних системах.

Запах зіпсутих яєць – розчинений сірководень (H_2S) спричиняє неприємний запах води. Інколи такий запах спричиняють сульфурні бактерії, які виробляють сірководень. Найчастіше зустрічається у підземних водах.

Хімічний запах, запах фенолу – цей запах зумовлений попаданням стічних вод у систему водопостачання.

Інші неприродні запахи – спричинені попаданням промислових та виробничих вод та інших продуктів діяльності людини у водойми, які призначені для споживання.

Характер запаху та його інтенсивність визначають органолептично за 5-бальною системою при температурі 20, 40 і 60 °С. Для цього наливають 100 мл води у чисту склянку, закривають її пробкою, нагрівають, струшують, а потім відкривають і швидко визначають запах. Допускається інтенсивність запаху не більше як 2 бали (табл. 4.4).

Таблиця 4.4. Шкала оцінки інтенсивності запаху

Бал	Інтенсивність	Характер запаху
0	Без запаху	Відчутного запаху немає
1	Дуже слабкий	Запах, який не піддається виявленню споживачем, він виявляється в лабораторії досвідченим дослідником
2	Слабкий	Запах, який привертає увагу споживача, але такий, який можна помітити, якщо вказати на нього
3	Помітний	Запах, який легко виявляється і може дати привід до несхвалення води
4	Виразний	Запах, який привертає до себе увагу і робить воду неприємною для пиття
5	Дуже сильний	Запах настільки концентрований, що робить воду непридатною до пиття

Для тварин вода за запахом не нормується. При оцінці інтенсивності запаху вище 2 балів, водопостачання обмежують, оскільки штучні запахи можуть бути показниками забруднення води промисловими стоками, або наявністю у ній біологічно активних сполук, що виділяють синьо-зелені водорості.

5. Смак води. Визначається органолептично, якщо вода не становить небезпеки в епідеміологічному відношенні, і тільки питної води. 15 – 20 мл води набирають у рот на декілька секунд. За А.А. Минхом, розрізняють чотири головних смакових відчуття: *кисле, солоне, гірке і солодке*. У воді сумнівної санітарної якості смак встановлюють після її кип'ятіння і охолодження.

Всі інші смакові відчуття називають *присмаками* (в'язучий, гірко-солоний, лужний, терпкий, металевий). Природні води мають, як правило, тільки солонуватий або гіркуватий присмак. Солоний смак обумовлений вмістом натрію хлориду, гіркий – магнію сульфату. Кислий смак воді надає велика кількість розчинної вуглекислоти. Вода може мати також **чорнильний** або **залізистий присмак**, викликаний солями заліза й марганцю, або **в'язучий**, викликаний кальцієм сульфатом.

Неприємний присмак зумовлюють продукти розпаду органічних речовин, стічні води, флора і фауна в період їх розвитку. Підземні води часто мають специфічний присмак, який залежить від наявності заліза, марганцю, магнію, натрію, калію, хлору. Інтенсивність смаку оцінюють описово або за 5-бальною системою (табл. 4.5). Він не повинен перевищувати **2 бали**. Смак визначають при температурі проби в момент її відбору, при кімнатній температурі або при 40 °С.

Таблиця 4.5. Шкала оцінки інтенсивності смаку

Інтенсивність	Бал	Інтенсивність	Бал
Без присмаку	0	Помітний	3
Дуже слабкий	1	Виразний	4
Слабкий	2	Дуже сильний	5

6. Визначення осаду у воді. У скляний циліндр наливають досліджувану воду заввишки 30 см. Якщо у спокійному стані протягом години утворюється осад, то його описують, використовуючи терміни: осад незначний, значний, помітний, великий (можна зазначити товщину шару в міліметрах). Осад може бути кристалічним, аморфним, пластівцеподібним, мулистим, піщаним тощо. Звертають увагу на колір.

7. Колірність води можна визначити якісно і кількісно. Водні бактерії, зокрема деякі види водоростей, можуть забарвити воду від яскраво-зеленого або червоного до бурого кольору (цвітіння води); сполуки заліза надають воді зеленуватого, жовтуватого-бурого відтінку (табл. 4.6). Тому, за колірністю води встановлюють її забруднення мінеральними або органічними речовинами.

Для **якісної оцінки** беруть два однакових циліндри з безбарвного скла. У перший наливають профільтровану досліджувану воду, у другий стільки ж дистильованої води і порівнюють на білому фоні. Якісна вода – безколірна.

Для **кількісного визначення** кольору порівнюють досліджуваний зразок із стандартними розчинами (хромово-кобальтова і платиново-кобальтова шкали). У польових умовах досліджувану воду порівнюють з аналогічним стовпчиком (12 см) дистильованої води. Колір виражають у градусах: водопровідна вода – не більше 15 °, відкритих водойм – 35 ° за погодженням з органами санітарного нагляду.

Таблиця 4.6. Оцінка колірності води

Забарвлення при розгляді		Колірність, градус
збоку	зверху вниз	
Немає	Немає	Менше 10
Немає	Ледь помітне слабко-жовтувате	10
Немає	Дуже слабко-жовтувате	20
Ледь помітне порівняно з дистильованою водою	Слабко-жовтувате	30
Ледь помітне блідо-жовтувате	Жовтувате	40
Ледь помітне блідо-жовтувате	Світло-жовтувате	80
Вираже блідо-жовтувате	Жовте	150
Блідо-жовтувате	Інтенсивно жовте	300
Жовте	Інтенсивно жовте	500

Основних кольорів, що розрізняє людина 7, і кожному кольору відповідає свій діапазон світлових хвиль (табл. 4.7).

Таблиця 4.7. Відповідність кольорів діапазону світлових хвиль

Колір	Діапазон світлових хвиль, нм	Колір	Діапазон світлових хвиль, нм
Фіолетовий	400 – 430	Жовтий	570 – 590
Синій	430 – 480	Жовтогарячий	590 – 630
Блакитний	480 – 500	Червоний	630 – 700
Зелений	500 – 570		

Нормальним кольором водного середовища варто вважати колір в області 500 – 590 нм, переважно 540 – 575 нм.

8. Проба на органічні речовини у воді. Органічні речовини рослинного та тваринного походження, розчинні у воді, при збовтуванні утворюють бульбашки та піну (рис. 4.19).

У попередньо сполоснуту досліджуваною водою пробірку наливають $\frac{1}{4}$ об'єму води, збовтують сильно протягом 10 с, зберігаючи її горизонтальне положення. Кількість піни та її стійкість свідчать про наявність або відсутність органічних речовин.



Рис. 4.19. Утворення у воді бульбашок та піни

При слабопозитивній пробі піна зникає через 1 – 2 с. При позитивній – залишається на поверхні декілька секунд і зникає повільно. При негативній – бульбашки зникають миттєво.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Навести класифікацію природних вод.
2. Санітарно-гігієнічні вимоги до питної води.
3. Які можливі джерела забруднення води?
4. Порядок проведення санітарно-топографічного обстеження водного джерела?
5. Порядок відбору і доставки проб води для лабораторного дослідження.
6. Як визначаються фізичні властивості води (температура, запах, смак, колір, прозорість, каламутність, наявність осаду)?
7. Фактори, що обумовлюють зміни фізичних показників води і вимоги до них щодо ДСТУ.

ТЕМА 18. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ АМОНІЙНОГО АЗОТУ (АМІАКУ), НІТРАТІВ ТА НІТРИТІВ У ПИТНІЙ ВОДІ

Мета роботи: ознайомлення з процесами самоочищення (мінералізації), що проходять у природних водних джерелах, та навчитись визначати вміст амонійного азоту (аміаку), нітратів та нітритів у питній воді.

Матеріали та обладнання: КФК, пробірки на 20 мл 5 – 6 штук, колби на 200 – 300 мл, склянка на 50 – 100 мл, скляні палички, лакмусовий папір; розчин Несслера – подвійна сіль ртуті йодистої та калію йодистого ($\text{HgI}_2 + 2\text{KI}$), розчинена у калії їдкому; титрований розчин амонію хлористого, 1 мл – якого містить 0,01 мг аміаку; 50 %-й розчин сегнетової солі.

17.1. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ АМОНІЙНОГО АЗОТУ (АМІАКУ) У ПИТНІЙ ВОДІ

У поверхневих водоймах амонійний азот утворюється в першій стадії мінералізації азотовмісних органічних речовин – **амоніфікації**. Сполуки амонійного азоту утворюються при руйнуванні і мінералізації органічних білкових речовин. Процеси перетворення органічних речовин на мінеральні відбуваються найкраще у водоймах з високим вмістом кисню при нейтральній або слаболужній реакції. Якщо ж вміст кисню у водоймах низький, процеси мінералізації припиняються на стадії утворення амонійного азоту, особливо при високій щільності посадки риби та інтенсивній годівлі. У червні-липні у ставах накопичується багато органічних речовин і відчувається нестача кисню. За таких умов і високої температури води, як правило, підвищується вміст амонійного азоту.

Іноді амонійний азот утворюється при відновленні окислених форм мінерального азоту, особливо за відсутності кисню, або коли вміст його знижений в глибоких артезіанських свердловинах, у придонних шарах ставків і водосховищ. У господарсько-фекальних стічних водах вміст амонійного азоту досягає десятків міліграмів на 1 л води, тобто у сотні і навіть тисячі разів перевищує вміст його у воді річок і озер. У водах боліт і торф'яників кількість аміаку допускається вищою, оскільки з'являється він тут при розпаді рослинних субстратів. Найвищий вміст аміаку спостерігається при високих температурах і лужній реакції води.

Високий вміст амонійного азоту (аміаку) у водоймах призводить до отруєння гідробіонтів, оскільки вільний аміак сильна отрута для гідробіонтів. Механізм токсичної дії амонію до кінця не вивчено. Вважається, що високий вміст аміаку у воді здійснює непряму токсичну дію. Отруєння відбувається через те, що риби не можуть звільнитись від надлишку амонію, який накопичується в ході азотистого обміну.

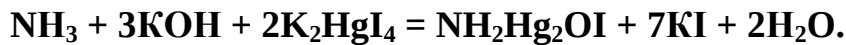
У **якісній питній воді** систем централізованого питного водопостачання наявність амонійного азоту допускається **0,5 (2,6) мг/дм³**, (величина, зазначена у дужках, встановлюється лише за постановою відповідного органу на відповідній території для конкретної системи питного водопостачання на основі оцінювання санітарно-епідемічного стану в населеному пункті і

технології підготування питної води, яку застосовують з урахуванням конкретної ситуації), а у воді нецентралізованого питного водопостачання (нефасована, фасована) – не допускається (відсутній). За походженням розрізняють органічний і мінеральний аміак.

Визначають аміак у воді якісно і кількісно.

Якісне визначення вмісту аміаку у воді

В основу методу покладено здатність реактиву Несслера вступати в реакцію з аміаком з утворенням розчиненого у воді меркурамонію йодистого, який надає воді забарвлення (див. реакцію):



Для **якісного визначення аміаку**, необхідно у попередньо сполоснуту досліджуваною водою пробірку, налити 10 мл досліджуваної води, додати 5 крапель реактиву Несслера, перемішати. Поява різної інтенсивності жовтого чи червоно-бурого забарвлення свідчить про наявність у воді аміаку (табл. 4.8). Цим методом можна користуватись у польових умовах.

Таблиця 4.8. Наближений вміст аміаку в питній воді

Забарвлення при розгляданні збоку	Забарвлення при розгляданні зверху вниз	Вміст аміачного азоту, мг/л
Немає	Немає	Менше 0,04
Немає	Надзвичайно слабо-жовте	0,08
Дуже слабо-жовте	Жовтувате	0,4
Надзвичайно слабо-жовте	Слабо-жовте	0,2
Слабо-жовте	Світло-жовте	0,8
Світло-жовте	Жовте	2,0
Жовте	Інтенсивно жовто-буре	4,0
Каламутне, різко-жовте	Буре, розчин каламутний	8,0
Інтенсивно буре, мутне	Буре, розчин каламутний	20,0

Кількісне визначення вмісту аміаку

При визначенні кількості аміаку у воді використовують колориметричний метод. У його основі лежить здатність реактиву Несслера вступати в реакцію з аміаком, утворюючи у воді меркурамоній йодистий та забарвлювати при цьому воду в жовтий колір різної інтенсивності.

При пропусканні через розчин променів сонячного світла змінюється інтенсивність його забарвлення за рахунок поглинання світлових хвиль з довжиною, відповідною довжині хвиль, котрі випускаються меркурамонієм йодистим. Відповідно до закону Ламберта-Бера інтенсивність освітлення розчину змінюється пропорційно товщині його шару та концентрації в ньому забарвлюючої речовини. Звідси концентрація розчиненої в ньому забарвлюючої речовини прямо пропорційна інтенсивності забарвлення та висоті стовпа визначеної рідини.

Колориметричний метод визначення аміаку у воді за допомогою набору пробірок

Обладнання: КФК, 6 пробірок об'ємом на 10 мл; скляні піпетки на 1 мл; 10 мл.

Реактиви: стандартний розчин аміаку, дистильована вода, реактив Несслера.

Для цього в сухі однакові за діаметром пробірки налити розбавлений розчин амонію хлористого: в першу пробірку – 0,1 мл, у другу – 0,2 мл, у третю – 0,3 мл, в четверту – 0,4 мл, в п'яту – 0,5 мл, потім всі пробірки долити до 10 мл дистильованою водою. В шосту пробірку, позначену «0», налити 10 мл досліджуваної води. Потім у всі пробірки додати по 2 – 3 краплі реактиву Несслера, перемішати і залишити у спокої на 5 хв. Після цього беруть шосту пробірку і порівнюють її з одержаним колориметром. Вирахувати результати досліду, якщо відомо, що 1 мл стандартного амонію хлористого відповідає 0,005 мг аміаку.

Приклад. Колір розчину в шостій пробірці (досліджувана вода) збігся з кольором у третій пробірці колориметра. В третю пробірку брали 0,3 мл стандартного розчину, звідки випливає, що $0,3 \times 0,005 = 0,0015$ мг аміаку.

Відповідно, в 10 мл досліджуваної води міститься 0,0015 мг аміаку, а в 1000 мл він буде становити: $0,0015 \times 100 = 0,15$ мг/л.

17.2. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ НІТРИТІВ І НІТРАТІВ У ПИТНІЙ ВОДІ

Присутність нітритів (від сотих до десятих часток міліграма в 1 л) у воді зумовлена окисленням азоту під впливом нітрифікуючих мікроорганізмів (стадія **нітрифікації**) або відновленням нітратного азоту в анаеробних умовах і при наявності значної кількості органічних речовин (стадія **денітрифікації**). Подібні окислювально-відновні реакції характерні для станцій аерації, систем водопостачання та власне природних вод.

Крім того, нітрити використовуються як інгібітори корозії в процесах водопідготовки технологічної води і тому можуть потрапити й у системи господарсько-питного водопостачання. Широко відомо також застосування нітритів для консервування харчових продуктів. Досить значна кількість нітритів (до 2 мг/л) може міститися у дощових водах.

У поверхневих водах нітрити перебувають у розчиненому вигляді. У кислих водах можуть бути присутні невеликі концентрації азотистої кислоти (HNO_2) (не дисоційованої на іони). Підвищений вміст нітритів вказує на посилення процесів розкладу органічних речовин в умовах більш повільного окислення NO_2^- в NO_3^- , що вказує на забруднення водного об'єкта, тобто є важливим санітарним показником.

Сезонні коливання вмісту нітритів характеризуються відсутністю їх узимку й появою навесні при розкладанні неживої органічної речовини. Найбільша концентрація нітритів спостерігається наприкінці літа, що пов'язано з активністю фітопланктону (встановлена здатність діатомових і зелених водоростей відновлю-

вати нітрати до нітритів). Восени вміст нітритів зменшується. Вони мають високу токсичність. Нітрити, що попали у кров окиснюють гемоглобін до метгемоглобіну, який нездатний переносити кисень. При концентрації нітритів 1 мг/л риба гине. Але, при підвищенні солоності води нітрити навіть при вищій концентрації не являють серйозної загрози для риби.

Нітрити у питній воді систем централізованого питного водопостачання допускаються у межах **0,5 (0,1) мг/дм³**, (у дужках зазначений норматив, який установлюють для обробленої питної води, крім обробленої хлоруванням з преамонізацією), а у воді нецентралізованого питного водопостачання (нефасована, фасована) – **допускаються у межах 0,02 мг/дм³**.

Нітрити у воді визначають за методом Гріса, який дає змогу встановити вміст азоту нітритів з точністю до 0,001 мг/л. **Метод ґрунтується** на утворенні діазосполук з нітритів і ароматичних амінів: діазосполуки з солями ароматичних амінів дають яскраві азобарви.

Обладнання: ФЕК, пробірки на 10 мл у штативі, піпетки на 1, 2, 5 та 10 мл, колби для дистильованої та досліджуваної води, водяна баня.

Реактиви. Титрований розчин натрію азотистокиисло NaNO_2 , 1 мл якого містить 0,01 мг NO_2^- – нітритів; реактив Гріса, до складу якого входить нафталін, сульфанілова кислота, розчинена в оцтовій кислоті, сульфофенольний розчин, 10 %-й розчин аміаку.

Якісна проба. У пробірку наливають 10 мл досліджуваної води, додають 0,5 мл реактиву Гріса, змішують, нагрівають у руці чи на водяній бані. За наявності нітритів виникає рожеве забарвлення різної інтенсивності. Користуючись стандартом чи таблицею, визначають приблизний вміст нітритів (табл. 4.9).

Таблиця 4.9. Наближений вміст нітритів у питній воді

Забарвлення при розгляді пробірки збоку	Забарвлення при розгляді пробірки зверху вниз	Вміст азоту нітритів, мг/л
Прозоре	Прозоре	Менше 0,001
Ледь помітне рожеве	Надзвичайно слабо-рожеве	0,002
Дуже слабо-рожеве	Слабо-рожеве	0,004
Слабо-рожеве	Світло-рожеве	0,02
Світло-рожеве	Рожеве	0,04
Рожеве	Дуже рожеве	0,07
Дуже рожеве	Червоне	0,2
Червоне	Яскраво-червоне	0,4

Кількісне визначення нітритів проводять колориметричним методом чи на ФЕК, СФ.

Кількісне визначення нітритів у пробірках. Беруть стандартний розчин калію азотистокиисло, 1 мл якого містить 1 мг азоту і розводять його точно 1000 мл дистильованої води. У сухі однакові за діаметром пробірки наливають стандартний розчин, який містить 0,001 мг азоту: в першу пробірку – 0,1 мл, у другу – 0,2 мл, у третю – 0,3 мл, у четверту – 0,4 мл, у п'яту – 0,5 мл, потім у всі

пробірки доливають до 10 мл дистильовану воду. В шосту пробірку, позначену «0», наливають 10 мл досліджуваної води, потім у всі пробірки додають по 1 мл реактиву Гріса і нагрівають у водяній бані при температурі 70⁰С протягом 15 хв.

Приклад. Колір розчину в шостій пробірці (досліджувана вода) збігся з кольором у третій пробірці колориметра. В третю пробірку брали 0,3 мл стандартного розчину, отже вода містить $0,3 \times 0,005 = 0,0015$ мг нітритів. У 10 мл досліджуваної води міститься 0,0015 мг нітритів, а в 1000 мл – $0,0015 \times 100 = 0,15$ мг.

2. При кількісному визначенні нітритів на ФЕК до 5 мл досліджуваної води додають 0,1 мл реактиву Гріса і витримують колбу з пробою 10 хв на водяній бані. Після охолодження пробу відколориметровують на ФЕК, при довжині хвилі 550 нм. Концентрацію нітритів (мг/л) визначають за каліброваною кривою.

Визначення вмісту нітратів

Солі азотної кислоти (**нітрати**) – кінцевий продукт мінералізації органічних азотовмісних речовин. Наявність їх у воді у великій кількості при високій окиснюваності й наявності нітритів та аміаку свідчить, що процеси мінералізації ще не закінчені або надходження органічних забруднень триває.

Проте азотнокислі сполуки, які є у воді, можуть бути і мінерального походження, що потрапляють у водоймище з прилеглої місцевості, надмірно удобреної азотовмісними мінеральними добривами. В таких випадках досліджувана вода, за винятком підвищеного вмісту нітратів, може цілком відповідати ДСТ України.

Основними процесами, що викликають зниження концентрації нітратів, є споживання їх фітопланктоном і денітрофікуючими бактеріями, які за нестачі кисню використовують кисень нітратів на окиснення органічних речовин.

У ставовій воді нітрати бувають дуже рідко, бо інтенсивно засвоюються фітопланктоном і вищими водоростями. Мінімальні концентрації нітратів (до 0,1 мг азоту в 1 л) зареєстровано у ставах Полісся і Лісостепу з інтенсивно розвинутим фітопланктоном і зануреними водоростями. Вищі концентрації нітратів (до 1 – 2 мг азоту в 1 л) спостерігаються у ставах степової зони, що мають бідну рослинність.

Восени концентрація нітратного азоту значно збільшується, що пов'язано з активізацією біохімічних процесів. Максимальна кількість його може спостерігатись у зимовий період.

При тривалому вживанні питної води й харчових продуктів, що містять значні кількості нітратів (від 25 до 100 мг/л), різко зростає концентрація метгемоглобіну в крові. Вкрай важко перебігають метгемоглобінемії в грудних дітей (насамперед, штучне годування молочними сумішами, приготовленими на воді з підвищеним – порядку 200 мг/л – вмістом нітратів) і в людей, що страждають на серцево-судинні захворювання. Особливо в цьому випадку небезпечні ґрунтові води та колодязі, що живляться їх водами, оскільки у відкритих водоймах нітрати частково споживаються водоростями.

У впливі на людину розрізняють:

- первинну токсичність власне нітрат-іона;
- вторинну – пов'язану з утворенням нітрит-іона;
- третинну – обумовлену утворенням з нітритів і амінів нітрозамінів.

Смертельна доза нітратів для людини становить **8 – 15 г**; допустиме добове споживання за рекомендаціями ФАО/ВООЗ – **5 мг/кг** маси тіла.

Присутність нітрату амонію в концентраціях порядку 2 мг/л не викликає порушення біохімічних процесів у водоймі; підпорогова концентрація цієї речовини, що не впливає на санітарний режим водойми – 10 мг/л. Небезпечні концентрації сполук азоту (у першу чергу, амонію) для різних видів риб становлять сотні міліграмів в 1 л води.

У **воді рибогосподарських водойм** кількість нітратів повинна становити як для коропових, так і для форелевих господарств **до 2 мг/л**.

У **питній воді** систем централізованого питного водопостачання кількість **нітратів** допускаються у межах **50 мг/дм³**, а у воді нецентралізованого питного водопостачання (нефасована, фасована) нітрати **допускаються** у межах **5 мг/дм³**.

Якісна проба на нітрати. У фарфорову чашку наливають 1 – 2 мл досліджуваної води, додають кілька кристаликів дифеніламіну і нашаровують декілька крапель концентрованої сірчаної кислоти (до 2 мл). За наявності нітратів з'являється синє забарвлення у вигляді плями внаслідок утворення дифенілнітрозаміну.

Кількість нітратів можна визначити на ФЕК. Для цього 10 мл досліджуваної води потрібно випарувати на водяній бані у фарфоровій чашці. В охолоджений випарений залишок додають 1 мл сульфофенолового розчину, добре розтирають скляною паличкою, суміш розводять дистильованою водою до 10 мл. Оптичну густину досліджуваної проби вимірюють на ФЕК, використовуючи кювету на 5 мл при довжині хвилі 550 нм.

Контрольна кювета заповнюється дистильованою водою. Концентрацію нітратів у пробі визначають за каліброваною кривою.

Кількість нітратів можна також визначити за допомогою приладу – нітратовимірювача – НМ-002, в основу роботи якого покладено принцип прямого потенціометричного вимірювання активності однозарядних аніонів NO₃⁻ проби, що контролюється за допомогою іоноселективної системи.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Домішки у воді, природа їх походження
2. Органічні речовини у воді. Особливості їх розчеплення (мінералізації).
3. Значення процесу самоочищення води і фактори, які на нього впливають.
4. Методи визначення реакції води, її санітарне значення.
5. Методи визначення аміаку (амонійного азоту), про що свідчить цей показник.
6. Методи визначення у воді азоту нітритів, санітарна інтерпретація цього показника.
7. Методи визначення нітратів, про що свідчить цей показник.

ТЕМА 19. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ХЛОРИДІВ, СУЛЬФАТІВ І ЗАЛІЗА У ВОДІ

Мета роботи: ознайомлення з процесами самоочищення (мінералізації), що проходять у природних водних джерелах, та навчитись визначати вміст хлоридів, сульфатів і заліза у питній воді.

Матеріали та обладнання: титрований розчин срібла азотнокислого, розчин натрію хлористого, 10 %-й нейтральний розчин калію однохромово-кислого, 25 %-й розчин соляної кислоти, 10 %-й розчин барію хлористого, ФЕК, колби, бюретки, піпетки на 1, 2, 5 та 10 мл, пробірки, плоскодонна склянка з безбарвного скла, шриффт, гліколевий реагент, стандартний розчин калію сульфату (який містить SO_4^{2-} – 0,5 мг/мл), соляна кислота, концентрована сірчана кислота, водню перекис, 50 %-й розчин амонію роданистого, дистильована вода.

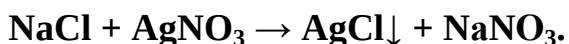
У річкових водах і водах прісних озер, водоймах з болотистими і підзолистими ґрунтами вміст хлоридів коливається від часток міліграма до десятків, сотень, а іноді й тисяч міліграмів на літр. У морських і підземних водах вміст хлоридів значно вищий – аж до перенасичених розчинів і розсолів.

Хлориди є переважаючим аніоном у мінералізованих водах. Концентрація хлоридів у поверхневих водах зазнає помітних сезонних коливань, що корелює зі зміною загальної мінералізації води. Первинними джерелами хлоридів є магматичні породи, до складу яких входять хлорвмісні мінерали (содаліт, хлорапатит та ін.), соленосні відкладення, в основному, галіт. Значні кількості хлоридів надходять у воду в результаті обміну з океаном через атмосферу, взаємодії атмосферних опадів з ґрунтами, особливо засоленими, а також при вулканічних викидах. Все більшого значення набувають промислові й господарсько-побутові стічні води. На відміну від сульфатних і карбонатних іонів хлориди не схильні до утворення асоційованих іонних пар. Із всіх аніонів хлориди мають найбільшу міграційну здатність, що пояснюється їх доброю розчинністю, слабо вираженою здатністю до сорбції зваженими речовинами й споживанням водними організмами. Підвищений вміст хлоридів погіршує смакові якості води, робить її малопридатною для питного водопостачання й обмежує застосування для зрошення сільськогосподарських угідь. Якщо в питній воді є іони натрію, то концентрація хлоридів вище 250 мг/дм³ надає воді солоний смак. Концентрація хлоридів (у тому числі її добові коливання), може бути одним з критеріїв забруднення водойми господарсько-побутовими стоками.

У питній воді хлориди знаходяться у вигляді солей натрію, калію, кальцію, барію. Вони можуть бути органічного та мінерального походження. Наявність у воді хлоридів органічного походження свідчить про її забруднення, особливо якщо одночасно з хлоридами виявляють аміак, нітрити та ін. Це, здебільшого, вказує на зв'язок джерела води з гноєсховищем, туалетом, вигрібними ямами, смітниками, стоками м'ясопереробних підприємств тощо. Якщо хлориди мінерального походження не псують смак води, то вони не мають санітарного значення.

Допустимі межі **хлоридів у питній воді** систем централізованого питного водопостачання допускаються у межах **250 (350) мг/дм³**, (у дужках величина може бути встановлена за постановою відповідного органу на відповідній території для конкретної системи питного водопостачання на основі оцінювання санітарно-епідемічного стану в населеному пункті і технології підготування питної води, яку застосовують у разі, коли інші джерела питного водопостачання недоступні), а у воді нецентралізованого питного водопостачання (нефасована, фасована) – допускаються у межах **150 мг/дм³**.

Принцип визначення вмісту хлоридів у воді ґрунтується на реакції між хлоридом солей і сріблом азотнокислим. Як наслідок цієї реакції утворюється срібла хлорид – майже нерозчинна сполука у вигляді білуватої каламуті, пластівців або осаду:



Обладнання: колби, бюретки, піпетки на 1, 2, 5 та 10 мл, пробірки.

Реактиви: 1. Титрований розчин срібла азотнокислого, 1 мл якого може осадити 1 мг іонів хлору;

2. Для визначення точного титру срібла азотнокислого використовують розчин натрію хлористого, 1 мл якого містить 1 мг хлору;

3. Індикатор – 10 %-й нейтральний розчин калію однокромовокислого.

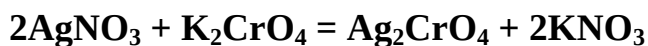
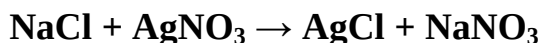
Якісна проба. У пробірку наливають 10 мл досліджуваної води, додають дві краплі розбавленої азотної кислоти та 2 – 3 краплі срібла азотнокислого. Утворення білої каламуті свідчить про наявність у воді хлоридів (табл. 4.10).

Таблиця 4.10. Кількість хлоридів у досліджуваній воді

Осад чи каламуть	Вміст хлоридів, мг/л
Опалесценція чи слабка каламуть	1 – 10
Сильна каламуть	10 – 50
Утворюються пластівці, осідають повільно	50 – 100
Білий об'ємний осад	Більше 100

Спосіб наближеного визначення хлоридів у воді. У пробірку наливають 5 мл досліджуваної води, додають 2 – 3 краплі азотної кислоти (1:3) та 3 краплі 10 %-го розчину срібла азотнокислого. Вміст пробірки струшують, дають відстоятися.

Кількісне визначення хлоридів (спосіб Мора). **Принцип методу** ґрунтується на осадженні хлоридів срібла нітратом за наявності калію хромовокислого, який є індикатором. При титруванні хлоридів срібла нітратом на початку випадає осад – срібло хлористе. Після зв'язування всіх хлоридів, срібла нітрат вступає в реакцію з калієм хромовокислим, у результаті чого утворюється срібло хромовокисле шоколадно-червоного кольору, а забарвлення титрованої речовини переходить із лимонно-жовтого в оранжево-жовте. Реакція проходить так:



За допомогою цього методу можна визначити хлориди у воді в межах 2 – 400 мг/л. Кількість хлоридів у воді розраховують за кількістю розчину срібла азотнокислого, витраченого на титрування.

Хід аналізу. 1. Встановлюють титр срібла азотнокислого. У колбочку піпеткою наливають 2 мл розчину натрію хлористого, додають 8 мл дистильованої води та 2 краплі індикатору. Вміст колби набуває лимонно-жовтого забарвлення. Після цього титрують з бюретки сріблом азотнокислим до появи оранжево-бурого забарвлення. Кількість витраченого на титрування розчину срібла азотнокислого і буде його титром.

Приклад. На 2 мл титрованого розчину натрію хлористого витрачено 2,5 мл срібла азотнокислого. Отже, 2,5 мл такого розчину може осадити 2 мг хлору.

Після встановлення титру срібла азотнокислого визначають вміст хлоридів у досліджуваній воді. Для цього у колбу наливають 10 мл досліджуваної води, додають 2 краплі індикатору, титрують сріблом азотнокислим до появи оранжево-бурого забарвлення. Відмічають витрату розчину срібла азотнокислого.

Приклад. На 10 мл досліджуваної води витрачено 0,85 мл розчину срібла азотнокислого, а на 1000 мл – 85 мл. Якщо титр срібла азотнокислого 2,5 мл, тобто 2,5 мл осаджує 2 мг хлоридів, то 85 мл осадить X (мг) хлоридів

$$X = \frac{85 \times 2}{2,5} = 60,8 \text{ мг/л хлоридів.}$$

Визначення сульфатів методом О.П. Озерова. Сульфати присутні практично у всіх поверхневих водах і є одними з найважливіших аніонів. Основним джерелом сульфатів у поверхневих водах є процеси хімічного вивітрювання й розчинення сірковмісних мінералів, в основному, гіпсу, а також окиснення сульфідів і сірки.

Значні кількості сульфатів надходять у водойми в процесі відмирання організмів, окиснення наземних і водних речовин рослинного й тваринного походження та з підземним стоком. У значних кількостях сульфати містяться в шахтних водах і промислових виробничих стоках, у яких використовується сірчана кислота, наприклад, окиснення піриту. Сульфати виносяться також зі стічними водами комунального господарства й сільськогосподарського виробництва.

Іонна форма SO_4^{2-} характерна лише для маломінералізованих вод. При збільшенні мінералізації сульфатні іони схильні до утворення стійких асоційованих нейтральних пар типу CaSO_4 , MgSO_4 .

Вміст сульфатних іонів у розчині обмежується порівняно малою розчинністю кальцію сульфату (розчинність кальцію сульфату $L = 6,1 \cdot 10^{-5}$). При низьких концентраціях кальцію, а також у присутності сторонніх солей концентрація сульфатів може значно підвищуватися. При вмісті сульфатних іонів у воді до 1 г/л, вони не здійснюють негативної дії на водних тварин і рослин стимулюючи при цьому життєві процеси гідробіонтів. Але при високому вмісті органічних залишків і сульфатів у водоймі при дефіциті кисню може призвести до стійкого

накопичення сірководню в результаті відновлення сірчаноокислих солей. Тому, при забрудненні водойм промисловими стоками, вміст **сульфатів** для рибогосподарських водойм допускається у межах **25 – 30 мг/л**.

Сульфати активно беруть участь у складному кругообігу сірки. За відсутності кисню під дією сульфатредуючих бактерій вони відновлюються до сірководню й сульфідів, які при появі в природній воді кисню знову окиснюються до сульфатів. Рослини та інші автотрофні організми використовують розчинні у воді сульфати для побудови білкової речовини. Після відмирання живих клітин гетеротрофні бактерії звільняють сірку протеїнів у вигляді сірководню, який легко окиснюється до сульфатів у присутності кисню.

Концентрація сульфатів у природній воді коливається в широких межах: у річкових водах і водах прісних озер – від 5 до 10 мг/л, у дощових водах – від 1 до 10 мг/л. У підземних водах вміст сульфатів нерідко досягає значно більших значень. Концентрація сульфатів у поверхневих водах зазнає помітних сезонних коливань і корелює із зміною загальної мінералізації води. Важливим фактором, який визначає концентрацію сульфатів, є змінне співвідношення між поверхневими і підземними стоками. Помітний вплив мають окисно-відновні процеси, біологічна обстановка у водному об'єкті та господарська діяльність людини.

Підвищений вміст сульфатів погіршує органолептичні властивості води та здійснює фізіологічний вплив на організм людини. Оскільки сульфати мають послаблюючі властивості, то їх межі припустимих концентрацій суворо регламентуються нормативними актами. Досить суворі вимоги за вмістом сульфатів ставляться до води, якою живляться паросилові установки, оскільки сульфати в присутності кальцію утворюють щільний накіп. Смакові властивості магнію сульфату лежать у межах від 400 до 600 мг/л, для кальцію сульфату – від 250 до 800 мг/л. Наявність сульфатів у промисловій та питній воді може бути як корисною, так і шкідливою. Не встановлено, щоб сульфати у питній воді впливали на процеси корозії, але при використанні свинцевих труб концентрація сульфатів вище 200 мг/л може призвести до вимивання у воду свинцю.

Допустимі межі **сульфатів у питній воді** систем централізованого питного водопостачання **допускаються у межах 250 (500) мг/дм³**, (у дужках величина може бути встановлена за постановою відповідного органу на відповідній території для конкретної системи питного водопостачання на основі оцінювання санітарно-епідемічного стану в населеному пункті і технології підготування питної води, яку застосовують у разі, коли інші джерела питного водопостачання недоступні), а у воді нецентралізованого питного водопостачання (нефасована, фасована) – **допускаються у межах 150 мг/дм³**.

Сульфати визначають за реакцією між сульфатним іоном солей і барію хлоридом.

Обладнання: плоскодонна склянка з безбарвного скла, піпетки на 5 та 10 мл, шрифт.

Реактиви: 25 %-й розчин соляної кислоти, 10 %-й розчин барію хлористого.

Для визначення сульфатів у плоскодонну скляночку з безбарвного скла наливають 10 мл досліджуваної води (каламутну воду попередньо фільтрують),

підкислюють 2 краплями соляної кислоти, додають 5 крапель розчину барію хлористого. Вміст скляночки перемішують. Крізь каламутний шар води дивляться на спеціальний шрифт, визначають вміст сульфатів за шрифтом, який видно найкраще (табл. 4.11).

Таблиця 4.11. Шрифт для кількісного визначення сульфатів у воді

Номер шрифту	Величина шрифту	Цьому шрифту відповідає кількість SO_4^{2-} , мг на 1 л води
5	СУЛЬФАТИ	150
4	СУЛЬФАТИ	125
3	СУЛЬФАТИ	100
2	СУЛЬФАТИ	75
1	СУЛЬФАТИ	до 50

На КФК визначають вміст сульфатів у воді при довжині хвилі 364 нм.

Кількісне визначення заліза. Залізо, поряд з азотом і фосфором, є одним із важливих біогенних елементів. Воно входить до складу цитохромів і має велику роль у окиснювальному і енергетичному обміні рослинних клітин.

Основними джерелами сполук заліза в поверхневих водах є процеси хімічного вивітрювання гірських порід, що супроводжуються механічним руйнуванням і розчиненням останніх. У процесі взаємодії мінеральних та органічних речовин у природних водах утворюється складний комплекс сполук заліза, що перебувають у воді в розчиненому, колоїдному і зваженому станах. Значна кількість заліза надходить з підземним стоком і зі стічними водами підприємств металургійної, металообробної, текстильної, лакофарбової промисловості та із стоками сільськогосподарських підприємств.

У результаті хімічного і біохімічного окиснення (за участю залізобактерій) Fe(II) переходить у Fe(III) , який, гідролізуючись, випадає в осад у вигляді Fe(OH)_3 . Як для Fe(II) , так і для Fe(III) характерна властивість утворювати гідроксокомплекси типу $[\text{Fe(OH)}_2]^+$, $[\text{Fe}_2(\text{OH})_2]_4^+$, $[\text{Fe}_2(\text{OH})_3]_3^+$, $[\text{Fe(OH)}_3]^-$ і інших, співіснуючих у розчині в різних концентраціях залежно від рН і в цілому визначального стану даних систем. Основною формою наявності Fe(III) у поверхневих водах є його комплексні сполуки з розчиненими неорганічними й органічними сполуками, головним чином, гуміновими речовинами. При рН 8,0 основною формою є Fe(OH)_3 . Колоїдна форма заліза найменш вивчена, вона являє собою гідрат оксиду заліза Fe(OH)_3 і комплекси з органічними речовинами.

Вміст заліза в поверхневих водах суші становить десяті частки міліграма в 1 л, поблизу боліт – одиниці міліграмів в 1 л. Підвищений вміст заліза спостерігається в болотних водах, де воно перебуває у вигляді комплексів із солями гумінових кислот – гуматів. Найбільші концентрації заліза (до декількох десятків і сотень міліграмів в 1 л) – в підземних водах з низьким значенням рН.

Будучи біологічно активним елементом, залізо певною мірою впливає на інтенсивність розвитку фітопланктону та водної рослинності для утворення хлорофілу, а також на якісний склад мікрофлори у водоймі. Тваринним організмам залізо необхідне для утворення крові. Концентрація заліза зазнає помітних сезонних коливань. У водоймах з високою біологічною продуктивністю

у період літньої й зимової стагнації спостерігається помітне збільшення концентрації заліза в придонних шарах води. Осінньо-весняне перемішування водних мас супроводжується окисненням Fe(II) в Fe(III) і випаданням останнього у вигляді Fe(OH)₃.

У воді рибоводних ставів влітку при інтенсивному фотосинтезі і лужності води понад 8,3 – 8,4 іонних форм заліза майже немає. У більшості ставів України концентрація заліза не перевищує 1 мг/л. Лише на Поліссі в ставах з болотним живленням, вода яких містить велику кількість гумінових кислот і має кислу реакцію (рН 5,8 – 6,5), концентрація його влітку досягає понад 5 мг/л. При підвищенні вмісту заліза понад 1 – 2 мг Fe/л, вода втрачає свої фізичні властивості (в'язучий смак, колір тощо). У такій воді створюються умови для розвитку мікроорганізмів, що споживають залізо. Особливо небажаний вміст заліза у воді для молокопереробної промисловості, воно надає маслу металічного присмаку і спричиняє швидкий розпад жирів. Допустимі межі заліза загального у воді рибогосподарських водойм **до 2 мг/л** (коропові господарства), та **до 0,5 мг/л** (форелеві господарства), заліза закисного **не більше 0,2 мг/л**, (коропові господарства), та – **0,1 мг/л** (форелеві господарства), вміст заліза загального у питній воді систем централізованого питного водопостачання **допускається** у межах **0,2 (1,0) мг/дм³**, (у дужках зазначений норматив, який встановлюють для обробленої питної води, крім обробленої хлоруванням з преамонізацією), а у воді нецентралізованого питного водопостачання (нефасована, фасована) – **не допускається**. Воду з високим вмістом заліза аерують, відстоюють у ставах-відстійниках і лише потім використовують.

Принцип визначення заліза базується на взаємодії у кислому середовищі окисного заліза з амонієм роданистим (NH₄CNS) та утворенні заліза роданіду, який надає розчину забарвлення різних відтінків.

Якісне визначення: У пробірку наливають 10 мл досліджуваної води, підкислюють 2 – 3 краплями концентрованої сірчаної кислоти, додають 2 – 3 краплі водню перекису та 5 – 6 крапель 50 %-го розчину амонію роданистого. Суміш перемішують і за таблицею визначають вміст заліза у воді (табл. 4.12).

Таблиця 4.12. Наближений вміст заліза в питній воді

Забарвлення при розгляданні пробірки збоку	Забарвлення при розгляданні пробірки зверху вниз	Вміст заліза в досліджуваній воді, мг/л
Забарвлення відсутнє	Забарвлення немає	менше 0,05
Ледве помітне жовтувато-рожеве	Надзвичайно слабо жовтувато-рожеве	0,1
Дуже слабке жовтувато-рожеве	Слабо жовтувато-рожеве	0,3
Слабо жовтувато-рожеве	Слабо жовтувато-рожеве	0,5
Світло жовтувато-рожеве	Жовтувато-рожеве	1
Сильно жовтувато-рожеве	Жовтувато-червоне	2
Світло жовтувато-червоне	Яскраво-червоне	5

За інтенсивністю та відтінком забарвлення визначають наближений вміст заліза у воді. У лабораторних умовах концентрацію заліза у воді визначають за допомогою КФК.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Джерела надходження хлоридів у воду.
2. Джерела надходження сульфатів у воду.
3. Джерела надходження заліза у воду.
4. На чому ґрунтується принцип визначення вмісту хлоридів у воді?
5. На чому ґрунтується кількісне визначення хлоридів (спосіб Мора)?
6. На чому ґрунтується принцип визначення вмісту сульфатів у воді?
7. На чому базується принцип визначення заліза?
8. Санітарна оцінка води за вмістом в ній хлоридів. Методи визначення.
9. Санітарна оцінка води за вмістом в ній сульфатів. Методи їх визначення.
10. Як можна диференціювати походження хлоридів і сульфатів у воді?
11. Як можна диференціювати походження заліза у воді?
12. Межі припустимих концентрацій хлоридів, сульфатів і заліза у воді.

ТЕМА 20. ВИЗНАЧЕННЯ ОКИСНЮВАНOSTІ ВОДИ

Мета роботи: ознайомлення з процесами самоочищення (мінералізації), що проходять у природних водних джерелах, та навчитись визначати окиснюваність води та розчинний у воді кисень.

Матеріали та обладнання: 0,01 н розчин калію марганцевокислого, 0,01 н розчин щавлевої кислоти ($C_2H_2O_4$), 25 %-й розчин сірчаної кислоти, розчин марганцю хлористого $MnCl_2$, суміш натрію їдкого та калію йодистого, концентрована соляна кислота, 0,01 н розчин натрію гіпосульфїту, 1 %-й розчин крохмалю, колби об'ємом на 100 та 500 мл, піпетки на 1, 2, 5 та 10 мл, груша, електрична плита, калібрований флакон з притертою пробкою, об'ємом на 300 мл, бюретки на 50 мл, термометр, барометр.

Санітарно-гігієнічне значення окиснюваності води. Склад органічних речовин у природних водоймах формується під впливом багатьох факторів. До числа найважливіших належать внутрішні біохімічні процеси утворення й трансформації у водоймі, надходження з інших об'єктів водопостачання, з поверхневими й підземними стоками, атмосферними опадами, промисловими та господарсько-побутовими стічними водами. Органічні речовини, які утворюються у водоймі або надходять до неї ззовні, досить різноманітні за своєю природою і хімічними властивостями, у тому числі за стійкістю до дії різних окиснювачів. До них належать гумінові кислоти, продукти життєдіяльності риби, рештки не з'їдених кормів, а також мінеральні сполуки (закисне залізо, нітрити, сірководень тощо). Протягом вегетаційного періоду окиснюваність змінюється від 10 до 30 мг/л і більше. Значне посилення окиснюваності води в ставах відбувається в червні-серпні, що зумовлено накопиченням продуктів життєдіяльності риби, решток тваринного та рослинного походження і не з'їдених комбікормів. Висока окиснюваність (до 38 мг/л) спостерігається у водоймах, куди вода надходить з боліт (Полісся), а також у ставках з ущільненою посадкою риби.

При надто високому вмісті органічних речовин (забруднення водойм стічними водами з тваринницьких ферм, цукрових, спиртових та інших заводів) кисень повністю витрачається на їх руйнування (рис. 4.20). Для коропових господарств бажано, щоб у воді літніх ставів містилось **до 15**, а зимувальних – до **10 мг О/дм³**.

Перманганатна окиснюваність у питній воді систем централізованого питного водопостачання повинна знаходитись у межах **5 мг О/дм³**, а у воді нецентралізованого питного водопостачання (нефасована, фасована) – знаходитись у межах **0,75 мг О/дм³**.

Якісною вважають воду, в якій органічні сполуки окислились і перетворились на неорганічні (мінералізувались). Визначення органічних речовин у воді технічно виконати важко, тому наявність їх встановлюється опосередковано за окиснюваністю води, яка характеризує ступінь забруднення її зваженими

органічними речовинами та недоокисненими солями, проте не вказує на їх кількість і походження (рослинне чи тваринне).

Органічні речовини, якщо їх кількість не дуже велика, сприяють розвитку життя у воді, оскільки є їжею для великої кількості дрібних тварин, які, в свою чергу, служать їжею для більш крупних тварин.



Рис. 4.20. Забруднення природних водойм [100, 101]

Окиснюваність води – кількість міліграмів кисню, необхідна для окиснення органічних речовин в 1 л води. Чиста вода має окиснюваність 1 мг/л, річкова – 4 – 5 мг/л, болотяна – 8 мг/л. Існує пряма залежність між окиснюваністю води та наявністю у ній органічних речовин. Співвідношення у воді легко- і важкоокиснюваних речовин значною мірою впливає на окиснюваність води в умовах того або іншого методу її визначення.

Визначають окиснюваність фільтрованої і не фільтрованої води. Якщо проводять аналіз звичайної (не фільтрованої) води, то після додавання реактивів гинуть організми, які будуть деякою мірою окислюватись атомарним киснем. У профільтрованій воді планктону і зважених речовин не буде, але залишаться бактерії, за рахунок яких, і буде частково перебігати окиснюваність.

Якщо окиснюваність фільтрованої води, вища за оптимальну (до 30 мг/л і більше), то це вказує на забруднення ставу органічними речовинами. У такому разі необхідно з'ясувати причини забруднення і вжити відповідних заходів, зокрема, підвищити водообмін, замінити воду у ставу на 50 – 70 %, провести вапнування з розрахунку 1 – 2 ц/га вапна, аерацію води тощо.

У природних водах поряд з речовинами, які досить швидко окислюються присутні речовини, які піддаються окиснюваності досить повільно, причому швидкість їх окиснення сильно залежить від умови реакції (температури, концентрації окиснювача, кислотності середовища тощо).

У ветеринарно-санітарній практиці часто використовують воду з окиснюваністю 20 мг/л за умови, якщо інші показники відповідають нормі, а тому слід визначати природу органічних речовин. Остання залежить від сезонних коливань. Її характер визначається, з одного боку, гідрологічним режимом і залежним від нього надходженням органічних речовин з водозбору, а з іншого – гідробіологічним режимом. Окиснюваність незабруднених поверхневих водойм виявляє досить виразну фізико-географічну зональність (табл. 4.13).

Окиснюваність води визначають не пізніше, ніж через 2 год після взяття проби. Якщо це неможливо, то воду консервують (1 мл сірчаної кислоти на 1 л води. Сірчаною кислотою доводять рН до <2, охолоджують до 2–5⁰С і зберігають у темряві).

Таблиця 4.13. Залежність окиснюваності від географічних зон

Фізико-географічна зональність природних водойм					
Окиснюваність	мг О/дм ³	Зона	Окиснюваність	мг О/дм ³	Зона
Дуже мала	0 – 2	Високогір'я	Середня	5 – 10	Зони широколистяних лісів, степу, напівпустелі та пустелі
Мала	2 – 5	Гірські райони	Підвищена	15 – 20	Північна і південна тайга

Велике значення для повноти окиснення має вид окиснювача. Існує декілька видів окиснюваності води: *перманганатна, біхроматна, йодатна, церієва*. У водоймах і водотоках, які зазнали сильного впливу господарської діяльності людини, зміна окиснюваності виглядає як характеристика, що відображає режим надходження стічних вод. У рибогосподарській практиці для природних малоабруднених водойм рекомендовано визначати *перманганатну* окиснюваність; у більш забруднених водах визначають, як правило, *біхроматну* окиснюваність.

Перманганатна окиснюваність у співставленні з *біхроматною* окиснюваністю дозволяє отримувати приблизні дані про якісний склад органічних речовин. Перманганат може окиснювати речовини як у кислому, так і лужному середовищі.

Принцип визначення перманганатної окиснюваності ґрунтується на тому, що розчин калію марганцевокислого у кислому середовищі при кип'ятінні виділяє кисень, який піддається точному підрахунку. При цьому дві молекули КМnО₄ виділяють 5 молекул кисню, який витрачається на окиснення органічних речовин, оскільки більшість органічних речовин, що є у воді, погано або зовсім не окислюються у холодній воді:



За кількістю витраченого кисню оцінюють окиснюваність води.

Спрощений метод визначення. У пробірку наливають 10 мл досліджуваної води, додають 0,5 мл 25 %-го розчину сірчаної кислоти та 1 мл 0,01 н розчину калію марганцевокислого. Після перемішування вміст пробірки залишають при температурі понад 20⁰С протягом 20 хв, а при температурі 10 – 20⁰С на 40 хв. Після цього розчин розглядають збоку і зверху і за його кольором визначають окиснюваність (табл. 4.14).

Таблиця 4.14. Наближене визначення окиснюваності питної води

Колір суміші в пробірці при розгляданні збоку	Окиснюваність, мг/л O ₂
Яскравий фіолетово-рожевий	1
Фіолетово-рожевий	2
Слабий фіолетово-рожевий	4
Блідо-фіолетово-рожевий	6
Блідо-рожевий	8
Рожево-жовтий	12
Жовтий	16 і >

Кількісне визначення окиснюваності за Кубелем

Обладнання: колби об'ємом на 100 мл, піпетки на 1, 2, 5 та 10 мл, електрична плита.

Реактиви: 1. 0,01 н розчин калію марганцевокислого, 1 мл якого у кислому середовищі може виділити 0,08 мг кисню.

2. 0,01 н розчин щавлевої кислоти (C₂H₂O₄), 1 мл якого для окиснення потребує 0,08 мг кисню, необхідний для визначення титру калію марганцевокислого.

3. 25 %-й розчин сірчаної кислоти.

У зв'язку з тим, що калій марганцевокислий не завжди хімічно чистий, а розчин його під час зберігання розкладається і титр знижується, перед кожним визначенням окиснюваності води перевіряють його титр. Для цього в колбу наливають 20 мл дистильованої води, додають 1 мл 25 %-го розчину сірчаної кислоти, 2 мл титрованого розчину калію марганцевокислого. Вміст колби нагрівають до кипіння (кип'ятять для того, щоб розчинений у воді кисень випарувався, а в окисненні брав участь тільки кисень, виділений під час розкладу KMnO₄). Після цього колбу знімають з вогню, додають 2 мл щавлевої кислоти. Реакція між щавлевою кислотою і перманганатом перебігає за схемою:



У цьому разі рожевий колір вмісту колби зникає (оскільки весь KMnO₄ витратився на окиснення щавлевої кислоти). Знебарвлену рідину дотитровують 0,01 н розчином KMnO₄ до появи стійкого слабо-рожевого забарвлення. Кількість мілілітрів KMnO₄, доданих за два рази, і буде його титром.

Приклад 1. Перед і після нагрівання додали по 2 мл KMnO₄. Отже, титр KMnO₄ буде 4 мл, тобто 4 мл розчину KMnO₄ для окиснення 2 мл щавлевої кислоти виділяють $0,08 \times 2 = 0,16$ мг кисню. Потім визначають окиснюваність досліджуваної води. У колбочку наливають 20 мл води, 1 мл 25 %-го розчину сірчаної кислоти і 2 мл 0,01 н розчину KMnO₄. Суміш доводять до кипіння, знімають з вогню й додають 2 мл розчину щавлевої кислоти. Як тільки забарвлення зникне, вміст колби дотитровують розчином KMnO₄ до появи стійкого світло-рожевого забарвлення. Від сумарної кількості витраченого KMnO₄ віднімають його титр, роблять розрахунок.

Приклад 2. Титр KMnO_4 становить 4 мл. На титрування вмісту колби витрачено 2 мл KMnO_4 до кип'ятіння та 4,5 мл при дотитровуванні після кипіння, всього 6,5 мл.

Звідси $6,5 - 4 = 2,5$ мл KMnO_4 , а на 1 л в 50 разів більше, тобто 125 мл.

Після цього розраховують виділений кисень:

4 мл KMnO_4 виділяє 0,16 кг кисню, а 125 — X

$$X = \frac{0,16 \times 125}{4} = 5 \text{ мг/л кисню.}$$

Якщо цю кількість кисню помножити на емпіричну цифру 20, то одержимо кількість органічних речовин в 1 л досліджуваної води.

Якщо досліджувана вода містить багато органічних речовин, то її розбавляють дистильованою водою, одержаний результат множать на кратність розведення.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Гігієнічне значення окиснюваності для рибництва?
2. Джерела надходження органічних речовин у воду.
3. На чому ґрунтується принцип визначення окиснюваності?
4. Яка окиснюваність річкової води?
5. Яка окиснюваність озерної води?
6. Яка окиснюваність болотяної води?
7. Яка є окиснюваність?
8. Межі припустимих концентрацій окиснюваності для води.

ТЕМА 21. САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЗА КОНЦЕНТРАЦІЄЮ РОЗЧИНЕНОГО У ВОДІ КИСНЮ

У воді розчиняються різні гази, у тому числі і кисень. Чисті, незабруднені води відкритих водойм зазвичай насичені киснем. Глибинні підземні води, як правило, не містять кисню і швидко поглинають його при контакті з повітрям.

Розчинність у воді кисню залежить від її температури, атмосферного тиску, парціального тиску кисню, сольового складу води та її забрудненості органічними речовинами. З підвищенням температури води кількість розчинного у ній кисню зменшується. У кип'яченій воді кисню немає зовсім. З підвищенням атмосферного тиску (або парціального тиску кисню) кількість кисню, розчинного у воді, збільшується. Чим більше забруднена вода, тим більша кількість кисню витрачатиметься на окиснення органічних речовин і тим менше розчинного кисню міститиметься у воді.

Вміст розчинного у воді кисню – дуже важливий показник при санітарній оцінці води відкритих водойм. У поверхневих шарах незабруднених річок, озер, водосховищ загальна кількість розчинного кисню повинна бути дещо меншою від тієї кількості, яка може розчинятися за певних температури і тиску. Порівнюючи визначену при дослідженні кількість розчинного у воді кисню з кількістю, яка повинна міститися за даних умов, можна зробити висновок про ступінь забруднення води відкритих водойм. Спуск у них стічних вод зумовлює посилене споживання кисню. Тому кисневий режим є основою кількісного розрахунку при контролі спуску у водойми стічних вод (рис. 4.21).

Наявність у воді розчинного кисню є обов'язковою умовою для існування більшості організмів, що населяють водойми, у тому числі і для риби (табл. 4.15). Молекулярний кисень атмосфери і вода є двома основними джерелами, із яких кожна аеробна клітина черпає кисень.



Рис. 4.21. Нестача у воді розчиненого кисню (задуха риби)

Вміст кисню у воді залежить від двох процесів, що протилежно перебігають: перший – збагачуючий воду киснем; другий – зменшуючий його вміст у воді.

Таблиця 4.15. Межі насичення киснем води рибних ставків

Межі забезпечення риб киснем	При температурі від 0,5 до 2 °С		При температурі від 5 до 10 °С	
	вміст O ₂ у воді, мг/л	насичення киснем, %	вміст O ₂ у воді, мг/л	насичення киснем, %
Критична нижня	0,5 – 4,5	3 – 32	0,5 – 3,5	3 – 32
Порогова нижня	5 – 6,5	34 – 47	4 – 5	35 – 40
Оптимальна (зона комфорту)	8 – 14	55 – 101	7 – 11	57 – 97
Порогова верхня	15 – 16	103 – 115	13 – 14	103 – 115
Критична верхня	17 і більше	116 і більше	15 і більше	116 і більше

Збагачення води молекулярним киснем здійснюється за рахунок виділення його водною рослинністю в процесі фотосинтезу, а також при потраплянні його з атмосфери. Збагачення киснем атмосфери верхніх шарів води перебігає при умові, якщо фактичний вміст кисню у воді буде менше його нормальної кількості, при відповідних температурах і атмосферному тиску. Швидкість розповсюдження газів у воді значно менша, ніж у повітрі, тому у стоячих водоймах цей процес перебігає більш повільніше. При наявності течії, вітру, розбризкування процес насичення води киснем значно прискорюється.

Досить вагомим джерелом збагачення води молекулярним киснем є фотосинтез водних рослин. Його інтенсивність залежить від ряду факторів, і в першу чергу від температури та освітленості. Фотосинтез перебігає на порівняно невеликих глибинах, головним чином у поверхневих шарах води, добре освітлених і прогрітих. Одночасно із збагаченням води киснем, перебігають процеси, які зменшують його вміст у водоймі. Так, майже всі біохімічні реакції, що перебігають у воді, пов'язані із споживанням кисню. До таких реакцій належать: бактеріальне окиснення органічних речовин і неорганічних сполук, а також деяких газових компонентів (H₂S, CH₄⁺); дихання тварин; дихання рослинних організмів.

Якісна питна вода при середній температурі містить **6 – 8 мг/л** кисню. При зниженні вмісту кисню у воді до 4 мг/л втрачається її властивість до самоочищення, а при вмісті 1 мг/л – призводить до масової загибелі риби. Одним із найбільш розповсюджених методів визначення розчинного у воді кисню, є йодометричний метод.

Принцип визначення розчинного у воді кисню ґрунтується на реакції витіснення хлором вільного йоду з калію йодистого, кількість якого еквівалентна розчиненому у воді кисню. Вільний йод, що утворився, відтитровують розчином натрію гіпосульфіту і за витраченою кількістю визначають вміст розчинного у воді кисню.

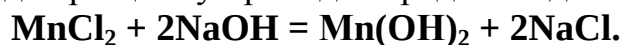
Обладнання. Калібрований кисневий флакон з притертою пробкою, об'ємом на 300 мл; піпетки – дві на 1 мл і одна на 5 мл, дозатор піпетковий на 10 – 25 мл; бюретки на 50 мл; колба з плоским дном на 500 мл; термометр, барометр.

Реактиви: 1. Розчин марганцю хлористого MnCl₂.

2. Суміш натрію їдкого та калію йодистого.
3. Концентрована соляна кислота.
4. 0,01 н розчин натрію гіпосульфіту, 1 мл якого еквівалентний 0,08 мг кисню.
5. 1 %-й розчин крохмалю.

Відбір проби та методика визначення. З водойми набирають воду у кисневий флакон (100 – 150 мл) так, щоб між водою і пробкою не залишалося бульбашок повітря. Краще відбирати безпосередньо у воді на глибині до 20 см від поверхні. Тут же вимірюють температуру води та атмосферний тиск. Потім у флакон з водою додають реактиви.

Спочатку піпеткою вносять на дно 1 мл суміші натрію їдкого і калію йодистого (NaOH + KJ). Такою ж самою другою піпеткою вносять 1 мл розчину марганцю хлористого (MnCl₂). Піпетки з реактивами заглиблюють на глибину, яка дорівнює половині висоти флакона, і по мірі виливання з них реактиву піднімають уверх. Флакон закривають пробкою, ретельно перемішують, вміст залишають у спокої, щоб випав осад. При цьому проходить ряд послідовних реакцій:

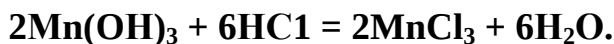


Марганцю гідрат закису, розчинений у воді, відразу окислюється до марганцю гідрату окису:

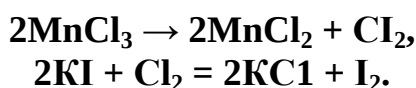


Після осідання пластівців до вмісту флакона додають піпеткою з грушею 3 мл соляної кислоти, яку вводять дуже обережно, щоб осад не піднявся вверх. Закривають пробкою і знову збовтують до повного розчинення осаду.

Марганцю гідрат окису у кислому середовищі розкладається з утворенням марганцю хлористого:



Марганець хлористий (III) — сполука нестійка і швидко розкладається на марганець хлористий (II) і вільний хлор. Іон хлору, що утворився, витискує з калію йодистого йод:



Кількість витиснутого йоду визначається титруванням 0,01 н розчином натрію гіпосульфіту і вона еквівалентна вмісту розчинного у воді кисню. Для цього вміст флакона переливають у чисту колбу, додають 1 мл 1 %-го розчину крохмалю, титрують з бюретки розчином гіпосульфіту натрію до повного зникнення синього кольору. За кількістю витраченого на титрування розчину визначають кількість розчинного у воді кисню, за формулою

$$X = \frac{0,08 \times n \times 1000}{V_1 - V_2},$$

де **X** — кількість кисню в 1 л досліджуваної води, мг;

0,08 — кількість кисню, еквівалентна 1 мл 0,01 н розчину гіпосульфіту, мг;

n — кількість 0,01 н розчину гіпосульфіту, витраченого на титрування, мл;

V₁ — об'єм досліджуваної води (300 мл);

V₂ — об'єм внесених реактивів, мл;

1000 – коефіцієнт для переведення об'єму води в літри.

Знайдену кількість кисню в 1 л досліджуваної води порівнюють з табличними даними (табл. 4.16) розчинності кисню повітря у воді і роблять висновок.

Таблиця 4.16. Розчинність кисню залежно від температури та атмосферного тиску

t°C	Концентрація O ₂ , мг/л				
	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8
1	2	3	4	5	6
0	14,16	14,08	14,00	13,93	13,85
1	13,77	13,70	13,63	13,55	13,48
2	13,40	13,33	13,26	13,19	13,12
3	13,05	12,98	12,91	12,84	12,77
4	12,70	12,64	12,57	12,51	12,44
5	12,37	12,31	12,25	12,18	12,12
6	12,06	12,00	11,94	11,88	11,82
7	11,76	11,70	11,64	11,58	11,52
8	11,47	11,41	11,36	11,30	11,25
9	11,19	11,14	11,08	11,03	10,98
10	10,92	10,87	10,82	10,77	10,72
11	10,67	10,62	10,57	10,53	10,48
12	10,43	10,38	10,34	10,29	10,24
13	10,20	10,15	10,11	10,06	10,02
14	9,98	9,93	9,89	9,85	9,81
15	9,76	9,72	9,68	9,64	9,60
16	9,56	9,52	9,48	9,45	9,41
17	9,37	9,33	9,30	9,26	9,22
18	9,18	9,15	9,12	9,08	9,04
19	9,01	8,98	8,94	8,91	8,88
20	8,84	8,81	8,78	8,75	8,71
21	8,68	8,65	8,62	8,59	8,56
22	8,53	8,50	8,47	8,44	8,41
23	8,38	8,36	8,33	8,30	8,27
24	8,25	8,22	8,19	8,17	8,14
25	8,11	8,09	8,06	8,04	8,01
26	7,99	7,96	7,94	7,91	7,89
27	7,86	7,84	7,82	7,79	7,77
28	7,75	7,72	7,70	7,68	7,66
29	7,64	7,61	7,59	7,57	7,55
30	7,53	7,51	7,48	7,46	7,44

Якщо в момент дослідження барометричний тиск інший, ніж 760 мм рт.ст., то роблять поправку за формулою

$$X = \frac{B \times P}{760} \text{ мг/л кисню,}$$

де X – розчинений кисень в умовах досліду;

P – атмосферний тиск у момент досліджень;

B – розчинність кисню при 760 мм рт.ст.

Експрес-метод визначення розчиненого у воді кисню

Відомо, що при підвищенні температури води на 1 °С, кількість розчиненого кисню зменшується на 0,2 см³, на 3 °С – на 0,6 см³ і т.д. Керуючись цією закономірністю наближено кисень визначають так: температуру води в градусах множать на 0,2 (постійна величина, яка вказує на різницю кількості кисню у воді при підвищенні температури на 1 °С). Одержаний добуток віднімають від 10 (кількість кисню (см³) в 1 л води при 0 °С).

Насичення води киснем (%) визначають так. **Наприклад**, при 17 °С в 1 л води виявлено 6 мг кисню. Повне насичення за цієї температури становить 9,74 мг О₂ (табл. 40), що відповідає 100 %. Тоді

9,37 мг – 100 %

6,00 мг – X %

$$X = \frac{6 \times 100}{9,37} = 64,0 \%$$

Визначення біохімічного споживання кисню водою (БСК)₅.

БСК₅ є важливим показником якості води, який характеризує ступінь забруднення води і визначається кількістю кисню в міліграмах, витраченого на процеси мінералізації органічних речовин, що містяться в 1 л води при 5-добовому зберіганні її при температурі 20 °С. Природні води здатні окислювати органічні речовини, про що свідчить зменшення вмісту кисню у воді. Найбільш повно цей показник можна визначити при використанні для аналізів біхромату та калію перманганату. Цей показник називають хімічним споживанням кисню (ХСК) і для питної води він не повинен перевищувати **15 мг/л** кисню.

Особлива роль належить розчиненому у воді кисню в анаеробному розщепленні органічної речовини, що присутня у природній воді. Кількісно цей процес виражається величиною хімічного поглинання кисню і називається біохімічним споживанням кисню (БСК). БСК у природних водах не повинен перевищувати **3 мг/л** кисню при +20 °С.

Суть методу оцінки БСК полягає у визначенні різниці між вмістом кисню до і після інкубації проб за стандартних умов. Стандартні умови – це термін інкубації проби протягом 5 днів при температурі +20 °С без доступу повітря і світла. Споживання кисню за цих умов називається БСК₅. Час експозиції проби може бути одна, три і навіть 10 діб. У цих випадках ми одержуємо БСК₁, або БСК₃, і т.д. залежно від часу експозиції проби.

Обладнання та реактиви. Такі самі, як і для визначення розчиненого у воді кисню.

Хід аналізу. Воду набрати в чисту колбу, нагріти на водяній бані до температури 20 °С, перемішати (збовтувати з повітрям протягом 1 хв) для насичення її киснем, після цього через лійку налити у два флакони з відомим об'ємом. Флакони закрити шліфованими корками.

В один із флаконів негайно додати реактиви і визначити вміст кисню (у такому порядку, як при дослідженні розчиненого у воді кисню), а другий флакон залишити у термостаті при температурі 20 °С (або при кімнатній) на 5 діб, після чого у цій пробі також визначити кількість розчиненого кисню.

Різниця між обома визначеннями кількості кисню і є БСК₅. За втратою кисню у 5-добовій пробі води відкриті водойми класифікують за чистотою (табл. 4.17).

Таблиця 4.17. Класифікація води за БСК₅

Ступінь забруднення	Втрата кисню, мг/л
Дуже чиста	0,5 – 1,0
Чиста	1,1 – 1,9
Достатньо чиста	2,0 – 2,9
Помірно забруднена	3,0 – 3,9
Сумнівна	4,0 – 10,0
Дуже забруднена	>10

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Гігієнічне значення розчинного у воді кисню для рибництва?
2. Джерела надходження органічних речовин у воду.
3. На чому ґрунтується принцип визначення розчинного у воді кисню?
4. Скільки розчинного у воді кисню містить якісна питна вода?
5. Скільки розчинного у воді кисню містить річкова вода?
6. Скільки розчинного у воді кисню містить озерна вода?
7. Скільки розчинного у воді кисню містить болотяна вода?

ТЕМА 22. ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ

Мета роботи: ознайомлення з фізичними та хімічними методами знезараження питної води.

Матеріали та обладнання: вода з різних водних джерел, колби об'ємом на 100 та 500 мл, піпетки на 1, 2, 5 та 10 мл, груша, електрична плита, калібрований флакон з притертою пробкою, об'ємом на 300 мл, бюретки на 50 мл, термометр, барометр.

22.1. ФІЗИЧНІ МЕТОДИ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ

Знезараження питної води обов'язкове для всіх водогінних станцій.

Нині на більшості території України знезараження води проводиться за допомогою хлору, який у воді утворює близько 10 сполук, які мають канцерогенну та мутагенну дію, тобто впливають на генетичний апарат людини. Високий вміст у воді хлору та його сполук провокує виникнення респіраторно-вірусних захворювань, пневмонії, гастритів й, що найстрашніше, онкологічних захворювань.

Тривалий гарячий душ також може бути небезпечний для людини. Токсичні речовини, що містяться у водяній парі, знаходяться у високих концентраціях. Ризик зараження при вдиханні такого повітря може бути таким же серйозним, як і пиття води – тривале вдихання водяної пари під час прийняття душу відповідає випитим 2 літрам води на день. Коли людина дихає повітрям у душі або ванній, її організм може одержати у 6 – 100 разів більше хімічних речовин, ніж коли вона п'є воду.

Тому заключним етапом підготовки питної води є її знезараження, мета якого – знищення бактерій і вірусів, що викликають різні захворювання.

За способом впливу на мікроорганізми виділяють реагентні (хімічні) і безреагентні (фізичні) методи знезараження.

До **фізичних методів** знезараження води належать: кип'ятіння, використання ультрафіолетових променів, ультразвуку тощо.

Кип'ятіння – один з найпоширеніших і найнадійніших фізичних способів індивідуального знезараження води, при якому, крім знищення бактерій, вірусів, бактеріофагів, антибіотиків й інших біологічних чинників, що часто містяться у відкритих вододжерелах, відділяються розчинні у воді гази та зменшується твердість води (рис. 4.22).

Але незважаючи на своє поширення та надійність, такі методи знезараження води, як кип'ятіння і стерилізація є неперспективними, оскільки вони не можуть бути застосовані у великих масштабах і потребують значних енергозатрат. Крім того, вода після кип'ятіння втрачає смакові якості.

Знезараження ультрафіолетовими променями. Одним з найбільш поширених фізичних методів знезараження води – є знезараження води ультрафіолетовими променями.



Рис. 4.22. Кип'ятіння води

Знезаражуючий ефект ультрафіолетового опромінення, в основному, обумовлений фотохімічними реакціями, у результаті яких відбуваються незворотні зміни ДНК, РНК і клітинних мембран що, в свою чергу, викликає загибель мікроорганізмів. Бактерицидні промені знищують не тільки вегетативні форми бактерій, але й спороутворюючі.

Вода, що подається на УФ-установку, повинна відповідати таким вимогам:

- загальний вміст заліза не більше 0,3 мг/л, марганцю – 0,1 мг/л;
- вміст сірководню не більше 0,05 мг/л;
- каламутність не більше 2 мг/л за каоліном;
- кольоровість не більше 35⁰.

Переваги знезараження шляхом ультрафіолетового опромінення:

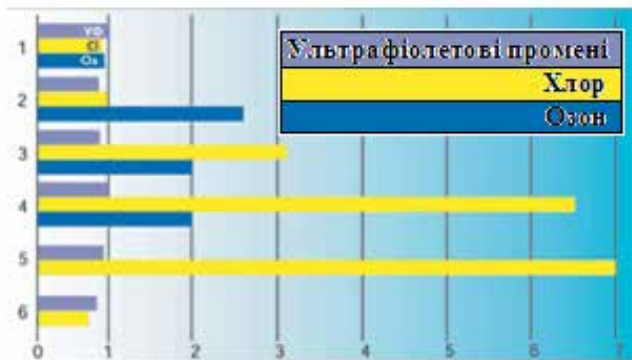
- скорочення часу технологічних процесів;
- компактність;
- збереження смаку і хімічних властивостей води;
- простота технологічного обладнання;
- підвищення екологічної чистоти процесу;
- істотне здешевлення процесу.

Знезараження води ультрафіолетовими променями має незаперечні переваги порівняно з хлоруванням та озонуванням:

- миттєве знезараження;
- екологічно чистіше. При цьому у воді не утворюються хлорорганічні сполуки, у т.ч. мутагени та канцерогени. Не відбувається змін хімічного складу оброблюваної води;
- ефективна дія проти вірусів;
- не змінюються колір і запах води;
- не застосовуються небезпечні для людей хімічні речовини, що в свою чергу вимагає використання реагентного господарства;
- безпечніше й значно простіше в обслуговуванні;

- можливість повної автоматизації процесу;
- значно дешевше, ніж капітальні й експлуатаційні витрати при хлоруванні й озонуванні.

Вибір методу знезараження залежить від якості вихідної води, ефективності попереднього очищення, а також від можливості здійснення того чи іншого методу в конкретних умовах (рис. 4.23).



- (1) E. coli,
- (2) Salmonella,
- (3) Staphylococcus,
- (4) Полівірус тип 1,
- (5) AZ Вірус коксакки,
- (6) Аденовірус тип 3

Рис. 4.23. Методи знезараження

На графіку наведені дози ультрафіолетових променів, активного хлору й озону, які необхідні для одержання однакового ефекту знезараження (відносно E. coli).

Встановлено, що найбільшу бактерицидну дію мають ультрафіолетові промені з довжиною хвилі від 200 до 295 нм. Ця область ультрафіолетового опромінення називається бактерицидною. Максимум бактерицидної дії припадає на довжину хвилі – 254 нм (рис. 4.24, 4.25).

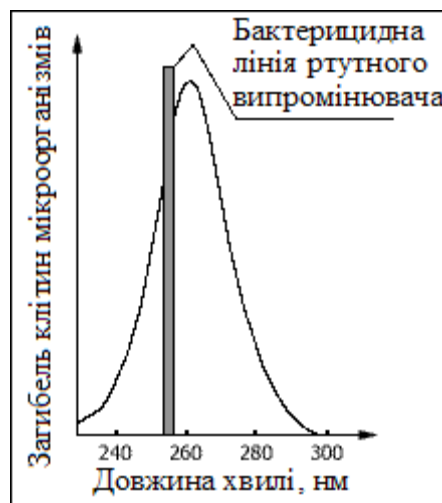


Рис. 4.24. Бактерицидність ультрафіолетових променів

Принцип роботи ультрафіолетових установок базується на жорсткому ультрафіолетовому випромінюванні УФ-ламп, яке при попаданні на мікробні клітини руйнує білкові колоїди й ферменти їх протоплазми.

Ефект знезараження води контролюють, визначаючи загальне число бактерій в 1 см³ води та кількість індикаторних бактерій групи кишкової палички в 1 л води після її знезараження, оскільки кишкова паличка не патогенна і є лише контрольним мікроорганізмом, що характеризує бактеріальне забруднення води.

Можливість вторинного бактеріального забруднення води існує у випадку попадання ґрунтових вод у систему через негерметичні отвори трубопроводу, а також при використанні засипних фільтрів (піщаних, вугільних) при локальній водопідготовці.

Наприклад, фільтр на активованому вугіллі через свою велику пористість має значну поверхню, на якій добре розвивається мікрофлора. Внаслідок біообростання поверхні активованого вугілля, тобто утворення біологічної плівки з органічних часток і бактерій, необхідна його заміна, а для гарантії одержання води належної якості за бактеріальним забрудненням – додаткове знезараження ультрафіолетовими променями.

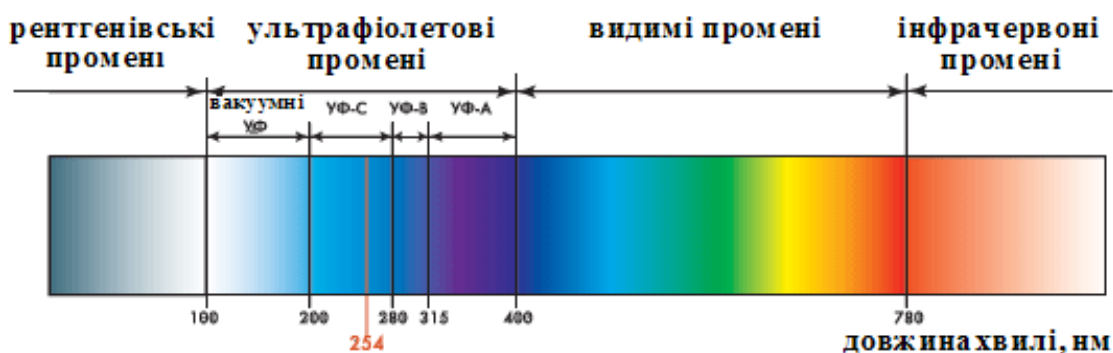


Рис. 4.25. Частка ультрафіолетового випромінювання у видимому спектрі

Бактерицидна установка для знезараження питної води – це електротехнічний пристрій, що складається з камери знезараження, пульта управління і блоку промивання (рис. 4.26).

Камера знезараження виготовлена з харчової нержавіючої сталі. Всередині камери розміщені бактерицидні лампи в міцних кварцових чохлах, які запобігають попаданню на ультрафіолетові лампи води. Кількість ламп та їх розташування визначаються продуктивністю установки, а також типом і якістю оброблюваної води. На камері знаходяться підвідні і відвідні патрубки, пробовідбирачі, оглядове вікно, УФ-датчик й інші елементи.

Система автоматики розміщується на виносному пульті управління. До складу більшості ультрафіолетових систем входить блок промивання, який дозволяє легко здійснювати регламентне очищення камер знезараження.

Принцип роботи. Вода, проходячи через камеру знезараження, безперервно піддається опроміненню ультрафіолетовими променями, які знищують всі мікроорганізми, що можуть знаходитись у воді (бактерії, віруси, найпростіші тощо) (рис. 4.27).

Установки забезпечують надійне знезараження в широкому діапазоні якості оброблюваної води.

В ультрафіолетових установках необхідно передбачати очищення кварцових чохлах, не виймаючи їх з камери знезараження, оскільки в процесі їх роботи накопичуються відкладення органічного й мінерального походження на внутрішній поверхні бактерицидної лампи.

На практиці застосовують спеціальні системи очищення двох типів: механічну й хімічну. У першому випадку спеціальна муфта із фторопласта, що приводиться у рух спеціальним механізмом і щільно облягає кварцовий чохол, періодично ковзає по ньому. Її основними недоліками є низька надійність та невелика довговічність. Хімічне очищення є простим і ефективним методом. Воно здійснюється шляхом циркуляції через установку води з додаванням невеликих доз харчових кислот за допомогою промивного насоса, який постачається разом з УФ-установкою.

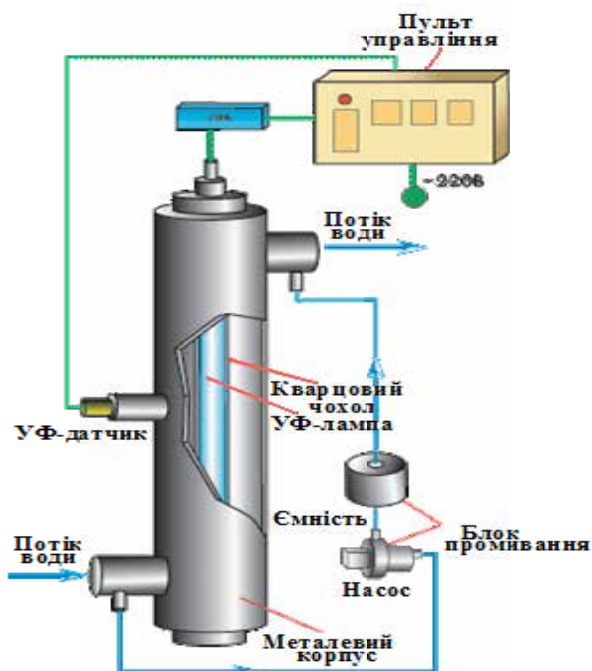


Рис. 4.26. Схематичне зображення бактерицидної установки

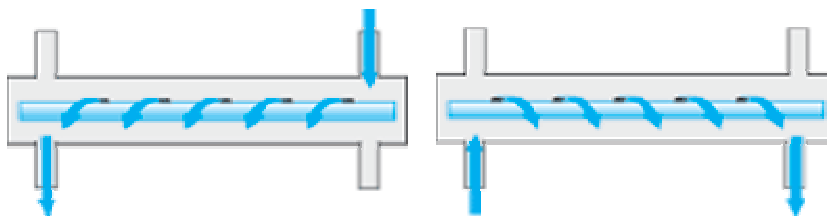


Рис. 4.27. Принципова схема ультрафіолетової установки

УФ-стерилізатор (рис. 4.28) являє собою, зазвичай, корпус-трубу (з нержавіючої сталі) з патрубками входу й виходу води, у якому закріплені герметично ізольовані одна або декілька трубок з кварцового скла. Це кожухи, в які поміщають лампи короткохвильового ультрафіолетового випромінювання. Вода, протікаючи в корпусі між стінками й кожухами, освітлюється лампою й у такий спосіб знезаражується.

Дія ультрафіолетових променів. Знезаражуючий ефект ультрафіолетового випромінювання, в основному, обумовлений фотохімічними реакціями, у результаті яких відбуваються незворотні зміни ДНК (рис. 4.29). Крім ДНК ультрафіолетове проміння діє й на інші структури мікроорганізмів, зокрема, на РНК і клітинні мембрани, що в кінцевому рахунку викликає загибель мікроорганізмів.



Рис. 4.28. Ультрафіолетовий стерилізатор для знезараження води

Дію ультрафіолету на мікроорганізми наочно демонструє бактерицидна крива, яка показує залежність частки загиблих мікроорганізмів від енергії випромінювання (відносно значення дії бактерицидного ультрафіолетового випромінювання в спектральному діапазоні 205 – 315 нм; дорівнює 1 при довжині хвилі 265 нм).

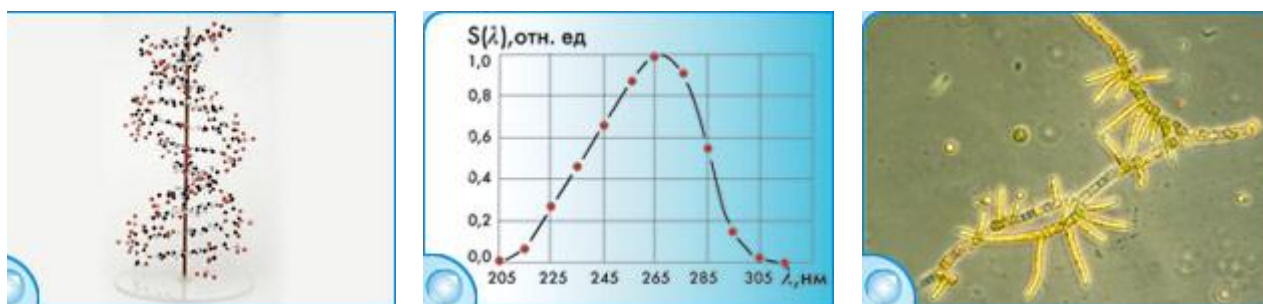


Рис. 4.29. Дія ультрафіолетових променів

Опірність різних типів мікроорганізмів до УФ-випромінювання значно коливається: від малих доз – для бактерій до дуже великих – для спор і найпростіших (рис. 4.30).

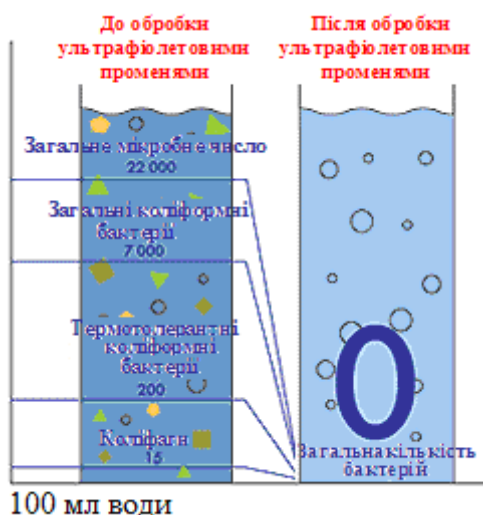


Рис. 4.30. Дослідження стану води до та після застосування ультрафіолетового випромінювання

Найбільш чутливі до впливу ультрафіолетового випромінювання віруси й бактерії у вегетативній формі (палички, коки), наприклад: *Salmonella typhosa* (черевний тиф), *Vibrio cholerae* (холера), *Shigella dysenteriae* (дизентерія), *Hepatitis*

virus (вірусний гепатит А), Mycobacterium tuberculosis (туберкульоз). Інтенсивність УФ-випромінювання (мВт/см^2) за одиницю часу (с) називається **дозою опромінення** (мДж/см^2) і є мірою бактерицидної енергії, переданої мікроорганізму.

Джерела ультрафіолетового випромінювання. Джерелом бактерицидного випромінювання є газорозрядні лампи, в яких у момент електричного розряду генерується випромінювання, що містить ультрафіолетовий бактерицидний діапазон. Для цього опромінювачі поміщають або над водою, або занурюють у неї. Зараз з цією метою використовують установку ОВ-АКХ-1. Знезараження таким способом триває лише декілька секунд і не впливає на смакові якості води (табл. 4.18).

Таблиця 4.18. Доза ультрафіолетового випромінювання для рівня інактивації, 99,9 %, мДж/см^2

Мікроорганізм	Захворювання	Доза УФ-випромінювання
Бактерії		
Escherichia Coli	Гострі кишкові захворювання (ГКЗ)	9,0
Proteus vulgaris	ГКЗ	7,8
Pseudom. aeruginosa	ГКЗ, кон'юнктивіти, отити	16,5
Salmonella enteritidis	Сальмонельози	7,6
Salmonella paratyphy	ГКЗ	6,1
Salmonella typhosa	Черевний тиф	6,0
Shigella flexneri	Дизентерія	5,2
Shigella dysenteriae	Дизентерія	4,2
Vibrio cholerae	Холера	6,5
Mycobacterium tuberculosis	Туберкульоз	10,0
Віруси		
Bacteriophage (E. coli)		6,6
Virus Poliomyelitis	Поліомієліт	6,0
Hepatitis virus	Вірусний гепатит А	8,0

Найбільш ефективними вважаються газорозрядні ртутні лампи низького тиску. Ці лампи відрізняються від звичайних освітлювальних люмінесцентних ламп тим, що їх колба виготовлена зі спеціального кварцового або увіолевого скла з високим коефіцієнтом пропускання ультрафіолетового випромінювання, на внутрішній поверхні скла відсутній шар люмінофору. Перевага ртутних ламп у тому, що понад 60 % випромінювання припадає на лінію з довжиною хвилі 254 нм, що знаходиться у спектральній області максимальної бактерицидної дії. Вони мають тривалий термін служби й миттєву здатність до роботи після їх вмикання. Ртутні лампи низького тиску випускаються в широкому діапазоні потужностей – від 10 до 300 Вт.

Робота ртутних ламп низького тиску в електричній мережі можлива лише за наявності в їх ланцюзі пускорегулювального апарату (ПРА), що забезпечує заданий режим вмикання й горіння.

Ультразвукове знезараження. Знезараження питної води ультразвуком засновано на здатності останнього викликати так звану кавітацію – утворення порожнин, які створюють велику різницю тиску, що у свою чергу, призводить до розриву клітинної оболонки й загибелі бактеріальних клітин. Бактерицидна дія ультразвуку різної частоти досить значна й залежить від інтенсивності звукових коливань.

22.2. ХІМІЧНІ МЕТОДИ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ

До *хімічних методів* знезараження належать озонування, сріблення, хлорування та ін.

Хімічні засоби можуть використовуватися для індивідуального знезараження питної води. Призначені для цього препарати мають високу бактерицидну дію (забезпечують знезараження води при контакті не більше 30 хв); вони нешкідливі для людини, зберігають ефективність після тривалого зберігання, швидко розчиняються у воді, не змінюючи її органолептичних властивостей, не реагують з матеріалом, з якого виготовлений посуд для зберігання води. Найпоширенішими препаратами для індивідуального знезараження є органічні хлораміни та йодорганічні сполуки. До хлорамінів належать **пантоцид**, одна таблетка якого містить 3 мг активного хлору і при розчиненні знезаражує 750 мл прозорої безбарвної води протягом 30 хв.

Недоліки пантоциду: ненадійність дії у водах з великим органічним забрудненням, повільне розчинення, присмак хлору у воді. Більш ефективним є **бісульфатпантоцидні таблетки** (пантоцид у суміші з кислим натрієм сірчано-кислим), що пояснюється посиленням бактерицидних властивостей хлору в слабокислому середовищі. Ще більш ефективними за пантоцид є йодорганічні сполуки в суміші з виннокам'яною кислотою; вони швидко розчиняються у воді з виділенням 3 мг активного йоду, слабкий присмак якого відчувається у воді не більше 30 – 40 хв.

Застосування важких металів (мідь, срібло тощо) для знезараження питної води ґрунтується на використанні їх «олігодинамічної» властивості – здатності здійснювати бактерицидну дію в малих концентраціях. До хімічних способів знезараження питної води належить також обробка її сполуками бромової та йодової кислоти (широко застосовувалося на початку 20 століття), які мають більш виражені бактерицидні властивості, ніж хлор, але потребують більш складної технології.

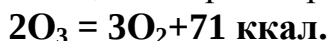
У сучасній практиці знезараження питної води йодатами застосовується, переважно, в малих населених пунктах та у районах поширення ендемічного зобу.

Озонування. Одним з перспективних методів знезараження питної води є обробка її озоном.

Застосування озону в санітарії як засобу для знезараження питної води й повітря від патогенної мікрофлори вперше запропонував у 1874 р. професор А.П. Доброславін. Пізніше, в 1886 р., Н.К. Келдиш провів дослідження бактерицидної дії озону й рекомендував його як високоефективний дезінфікуючий засіб.

Озон – O_3 – при нормальних температурі й тиску являє собою газ блідо-фіолетового кольору з характерним запахом (грец. озон – що пахне). При температурі кипіння ($-111,9^{\circ}C$) озон перетворюється на рідину темно-синього кольору, а при температурі плавлення ($-192,5^{\circ}C$) кристалізується в темно-фіолетові голчасті кристали. В природі озон утворюється з кисню при грозових розрядах або під дією сонячної радіації (стратосферний озоновий шар).

Чистий озон вибухонебезпечний, оскільки при його розкладанні вивільняється значна кількість тепла, що сприяє процесу розкладання озону:



При технологічних концентраціях до 200 мг/л озон практично безпечний, тому вибухів не відбувається ні при його нагріванні, ні при ударах.

Озон токсичний – діє на органи дихання, а також може вражати центральну нервову систему. **Межі припустимих концентрацій** озону в повітрі приміщень, де працюють люди, становить **0,1 мг/л**.

Основне технологічне застосування озону пов'язане з його винятковими окисними властивостями, за якими озон поступається лише фтору, гідроксильному радикалу і атомарному кисню, випереджаючи такі речовини, як хлор і водню перекис. Озон, є сильним окисником, при розкладанні перетворюється на атомарний кисень, окисні властивості якого ще більші. Завдяки цьому, озон знаходить усе ширше застосування при підготовці питної води, очищенні стічних вод, обробці води в плавальних басейнах та у сільському господарстві.

Унікальні дезінфікуючі властивості озону забезпечують його застосування в медичних технологіях. Підготовка озонованого фізіологічного розчину, озонна аутогемотерапія, опікові захворювання, інгаляції – далеко не повний перелік методик лікування, де озон має надзвичайно важливу роль. Крім того, доведено, що озонування повітряного середовища поліпшує умови праці, знижує загальне мікробне забруднення в 3 – 4 рази.

Застосування озону для підготовки питної води – одна з найперших стадій використання окисних й дезінфікуючих властивостей озону. Спочатку озон використовували лише для знезараження, потім його почали застосовувати для видалення запаху, кольору води й домішок.

Дослідження механізму впливу озону на бактерії свідчать, що він діє досить швидко за умови підтримки необхідної концентрації розчинного озону у воді протягом певного часу. Якщо озон повністю знешкоджує бактерії, то хлор робить тільки вибіркове отруєння їх життєвих центрів, причому досить повільне через необхідність тривалого часу для дифузії в цитоплазмі.

Час, необхідний для зниження концентрації бактерій до гранично допустимого рівня, що характеризується **колі-індексом** і згідно з ДСТУ 7525:2014 відповідає **значенню 3**, називається **часом інактивації**.

Для хлору час інактивації становить 30 хв при вмісті залишкового хлору у воді в межах **0,05 – 0,2 мг/л**, для озону – 12 хв при вмісті розчиненого озону у воді **0,1 – 0,3 мг/л**.

Крім знешкодження бактерій, озон ще й знищує спори, цисти (щільні оболонки, що утворюються навколо одноклітинних організмів, наприклад, джгути-

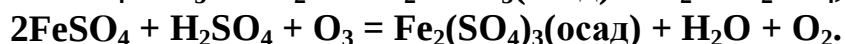
кових і кореніжок, при їхньому розмноженні, а також за несприятливих для них умов) і багато інших патогенних мікробів.

Фізичний механізм *впливу озону при знебарвленні* води полягає, по-перше, у розкладанні складних речовин до простих H_2O і O_2 , по-друге, у коагуляції (об'єднанні) речовин з подальшим випаданням їх в осад.

Доза озону для доведення кольоровості води до норми для поверхневих вод різна – від **2,5 до 8 мг/л**.

Ефективність знебарвлення води озонуванням є одним з визначальних критеріїв вибору озону як діючого реагенту при підготовці питної води.

Озон легко *окислює солі заліза й марганцю* з утворенням нерозчинних речовин, які видаляються шляхом відстоювання або фільтрації:



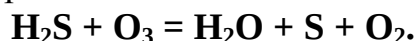
Якщо залізо й марганець знаходяться у формі органічних сполук або колоїдальних часток (завбільшки 0,1 – 0,01 мкм), то знезалізнення й деманганація води звичайними способами провести не вдається. У цьому випадку необхідне попереднє окиснення цих комплексних органічних сполук, що призводить до їх розщеплення, після чого стає можливим видалення заліза й марганцю одним зі звичайних методів. Окислюючи комплексні сполуки, озон перетворює розчинні солі на нерозчинні, тому необхідне подальше фільтрування води для звільнення її від осадів, що випадають.

Застосування озону з метою знезалізнення й деманганації виправдано у двох випадках: по-перше, коли звичайні способи видалення з води заліза й марганцю не дають бажаних результатів, по-друге, коли необхідне одночасне усунення запаху, присмаку та кольору води.

Усунення присмаку та запаху води. Неприємні присмаки та запахи в деяких природних водоймах обумовлені присутністю сполук мінерального та органічного походження, що перебувають у розчинному або колоїдному стані. Ці присмаки за походженням можуть бути:

1. Мінерального походження, тобто пов'язані з наявністю заліза, марганцю, сірководню або загальною підвищеною мінералізацією.
2. Природного органічного походження – гумінові кислоти, органічні речовини, що надходять зі стоками, водорості, планктон.
3. Міського походження – продукти розпаду органічних речовин у міських відходах.
4. Промислового походження – різні хімічні стоки, миючі засоби, вуглеводні, гудрон й інші смоли.
5. Сільськогосподарського походження – пестициди, гербіциди, мінеральні добрива.

Озон окислює названі вище сполуки, викликаючи їх розщеплення, що супроводжується зникненням присмаку та запаху. Такий спосіб нейтралізації речовин називається «холодним спалюванням». Наприклад, при окисненні сірководню спостерігається виділення сірки:



Завдяки високій окисній властивості озон здатний діяти на такі сполуки, які не піддаються впливу інших хімічних реагентів. Обробка води надлишковою кількістю озону не спричиняє ніяких небажаних явищ: надлишковий озон як нестійка сполука, знову перетворюється на кисень протягом декількох хвилин. При озонуванні не утворюються додаткові або заміщені сполуки, тоді як хлор утворює з деякими речовинами складні сполуки, що викликають появу досить різких запахів. Наприклад, при обробці хлором води, що містить домішки фенолів, утворюється хлорфенол, що має досить неприємні присмак і запах. І нарешті, при обробці озоном вода насичується киснем, що обумовлює ефект джерельної води.

Обробка стічних вод. Механізм дії озону на забруднені природні і стічні води однаковий: це – молекулярне окиснення й атака активними радикалами. Значною мірою механізм окиснення обумовлений дипольністю молекули озону, що фіксується на заряджених частках і розриває подвійні зв'язки з утворенням окиснених форм. Полярний характер молекули дозволяє використовувати озон у процесі каталітичного окиснювання разом з Al_2O_3 , Fe_2O_3 , ультразвуком, ультрафіолетовим випромінюванням.

Ступінь забруднення стічних вод часто характеризується показниками хімічного споживання кисню (**ХСК**) та біологічного споживання кисню (**БСК**), які показують, яка кількість кисню в мг використовується на окислення домішок в 1 л води.

При високому рівні забруднюючих речовин для зниження концентрації речовин, які необхідно видалити за допомогою озону, на початок циклу після аерації ставиться система біологічного очищення води з використанням мікроорганізмів: бактерій, найпростіших червів, цвілевих грибів, дріжджів та ін. У цьому випадку якщо на вході показники БСК і ХСК дорівнюють 1000, після аеротенка – 500, після біофільтра – 30 – 50, а після озонування – 5 мг/л. Таким чином, озон використовується на виході очисної системи для доведення води до необхідної кондиції.

Синтез озону. Для одержання озону використовують або хімічний метод, або електросинтез у плазмі газового розряду. Найбільшого поширення одержали озонатори на бар'єрному розряді. У технологіях, де потрібна невелика продуктивність при високих концентраціях озону в озono-повітряній суміші, найчастіше застосовуються генератори озону з поверхневим розрядом. У таких озонаторах розряд створюється уздовж поверхні діелектрика, який має вигляд плівки, на одну сторону якої нанесений коронуючий електрод, а на другу – індукційний електрод.

Молекули кисню, зазнаючи впливу електронів у зоні розряду, дисоціюють на атоми. Потім атом кисню, з'єднуючись з молекулою кисню, утворює молекулу озону. Однак на синтез озону витрачається тільки 20 % енергії електричного розряду, а решта виділяється у вигляді тепла й світлового випромінювання, що призводить до підвищення температури в зоні синтезу озону а, отже, прискорює процес розкладання озону, що утворився. У зв'язку з цим для збільшення виходу озону необхідно здійснювати відведення тепла, що виділяється.

Розчинення озону. Найбільш повне розчинення газоподібного озону у воді, яка підлягає очищенню або знезараженню, є одним з основних завдань озонування, оскільки тільки в розчинній формі озон здатний впливати на забруднення. Найпоширенішими способами диспергування озону у воду нині є: механічне перемішування, барботаж, ежекція. Перевага того або іншого способу обґрунтовується в кожному конкретному випадку економічними розрахунками, а також залежить від призначення озонування. Наприклад, для сприяння процесам коагуляції (передозонування) або дезінфекції води потрібні різні ступені дисперсності газу, доза озону й тривалість контакту з водою, що й визначає вибір тієї або іншої системи диспергування. Незважаючи на це можна визначити основні вимоги, щодо процесу абсорбції озону з газу в рідину. По-перше, необхідна максимальна поверхня розподілу між газовою й рідкою фазами, тобто повинна бути максимальна поверхня пухирців. По-друге, час перебування пухирців у воді повинен бути достатнім для дифузії озону з газу в рідину.

Озон отримують на водопровідних станціях у спеціальному генераторі-озонаторі з атмосферного повітря, попередньо очищеного від механічних домішок. Повітря пропускають між двома електродами, до яких підведено електричний струм високої напруги (5000 – 25000 В), за допомогою так званого електричного розряду отримують озон. Установка забезпечує отримання озону і змішування його з водою, яка підлягає знезараженню. Ефективність озонування перевіряється за залишковим озоном (від **0,1 до 0,3 мг/л**). Доза озону для знезараження води становить **від 1 до 4 мг/л**.

Переваги озонування:

1. Озон не утворює у воді токсичних сполук.
2. Поліпшуються органолептичні властивості води.
3. Короткий час контакту – від 3 – 5 до 10 хв, при хлоруванні він становить не менше 30 – 60 хв.

Знезараження води методом сріблення. Про корисні властивості срібла відомо ще з V століття до н.е., коли його застосовували для попередження й лікування захворювань кишечника. Єгиптяни використовували срібні пластини для покриття ран. Геродот писав, що перський цар Кир під час походів зберігав воду в срібному посуді, щоб та залишалася чистою. В Індії воду знезаражували, занурюючи в неї розпечений срібний меч. У багатьох народів існував такий звичай – при освяченні колодязів кидати в них срібні монети й начиння. Заможні люди намагалися зберігати воду в срібному посуді, а бідняки – просто кидали в посудину з водою срібні монети.

Вважається, що використання срібла – найбільш ефективний засіб боротьби зі збудниками інфекційних, вірусних й грибкових інфекцій. Особливо ефективний при дії на стафілококи і стрептококи.

Звичайний антибіотик знищує шість різних видів хвороботворних вірусів або інших мікроорганізмів. **Колоїдне срібло знищує 650 видів різних вірусів і бактерій**, захищає природні ферменти організму й стимулює регенерацію ушкоджених тканин.

Механізм дії срібла на мікробну клітину полягає в тому, що воно сорбується клітинною оболонкою. Коли на поверхні клітини сорбується достатня кількість срібла, воно проникає всередину клітини і затримується цитоплазматичною мембраною, де розташовані основні ферментні системи клітини. Срібло блокує бактеріальні ферменти, у результаті чого патогенні мікроорганізми гинуть. Ефект знищення бактерій за допомогою срібла надзвичайно високий. Він у 1750 раз сильніший за дію карболової кислоти в тій же самій концентрації і в 8,5 раза – активного хлору, хлорного вапна, натрію гіпохлориту й інших сильних окиснювачів в однакових концентраціях.

Срібло належить до групи важких металів. Виходячи з цього, в санітарних нормах СанПіН 2.1.4.1074-01 «Питна вода й водопостачання населених місць» срібло відносять до класу небезпеки 2, тобто «високонебезпечна речовина». Таким чином, срібло знаходиться на одному рівні зі свинцем, кобальтом, кадмієм, миш'яком, ціанідами й іншими загальноновизнаними отруйними речовинами, що мають такий же самий клас небезпеки й близькі рівні МПК.

Як і більшість важких металів, срібло досить повільно виводиться з організму й при його постійному надходженні може накопичуватися. При тривалому (до 10 років і більше) накопиченні срібла можливий прояв ознак *аргірозу* – отруєння сріблом.

Фізіологічна роль срібла в організмі людини нині вивчена недостатньо. Відомо, що звичайне срібло надходить в організм у незначних кількостях (середнє добове надходження з водою і їжею становить, за останніми даними ВООЗ, приблизно **7 мкг на добу**) і таке явище як дефіцит срібла поки ніде не описано. Срібло не належить до життєво важливих біоелементів.

Срібло (поряд з такими важкими металами, як мідь, олово, ртуть) має в невеликих концентраціях (2×10^{-11} моль/л) бактерицидну дію (**олігодинамічний ефект**). Виражений бактерицидний ефект спостерігається при концентрації іонів срібла понад 150 мкг/л. При концентрації 50 – 100 мкг/л іони срібла мають бактериостатичну дію (здатність стримувати ріст і розмноження бактерій. **Бактеріостаз** – процес зворотний і після припинення діючого фактора ріст і розмноження бактерій відновлюються. Виняток становить тривалий бактериостатичний вплив). Іони срібла діють згубно не на всі бактерії. Цілий ряд мікроорганізмів (наприклад, спороутворюючі бактерії) більш стійкі до їх впливу. Також до кінця не вивчено дію іонів срібла на найпростіші й віруси.

Срібло досить давно використовується як бактериостатичний агент при тривалому зберіганні питної води, наприклад, на морських і річкових судах, підводних човнах, під час авіа- та космічних польотів. При зберіганні срібленої води необхідне дотримання певних умов – повинно бути виключено нове мікробне забруднення води, вона має зберігатися в темному приміщенні, оскільки під дією світла можливе випадання осаду й зміна її кольору (сполуки срібла чутливі до світла – це явище використовується у фотографії). Необхідна кількість срібла для повного знезараження води – від **0,05 до 0,25 мг/м³**. Межі припустимих концентрацій срібла у воді водойм **0,05 мг/л**.

Срібло успішно застосовується як знезаражуючий засіб у комбінації з іншими дезінфектантами. Наприклад, іонізація води іонами міді й срібла у співвідношенні 10 : 1 (МПК міді за СанПіНом у 20 разів, а в США – у 10 разів вища, ніж срібла, а бактерицидна дія на деякі організми навіть сильніша) дає добрі результати при знезараженні води в басейнах і одночасно дозволяє на 80 % знизити ступінь хлорування (але не відмовитися від нього!).

В Україні, особливо у сільській місцевості, одним з найпоширеніших реагентних методів знезараження питної води є її хлорування сполуками, що містять активний хлор.

На водопровідних станціях введення хлору у воду здійснюється на спеціальних хлораторних установках – хлораторах. Невелику кількість води знезаражують 1 %-м освітленим розчином хлорного вапна.

Для знезараження води хлоруванням використовують хлорне вапно, газоподібний хлор і його похідні, під дією яких бактерії й віруси, що знаходяться у воді, гинуть у результаті окислювання речовин, що входять до складу протоплазми їх клітин. Самі ж хлор, вапно й інші речовини затримуються у шарі фільтруючого матеріалу на фільтрах серій FE або СА.

При реагентних методах знезараження питної води для досягнення стійкого ефекту необхідно правильно визначити дозу реагенту, що вводиться, і забезпечити достатню тривалість його контакту з водою.

Перевагами даного методу є:

- висока ефективність знезараження;
- простота технологічного обладнання, яке використовується;
- дешевизна застосовуваного реагенту й простота обслуговування.

Знезараження води буде повним за дотримання таких умов:

- а) у воді немає завислих частинок;
- б) достатня кількість хлору;
- в) швидке і ретельне перемішування води з хлором;
- г) достатній за часом контакт води і хлору (не менше 45 – 60 хв).

Залежно від санітарного стану води та епізоотичної ситуації застосовують різні *способи хлорування*.

Перхлорування – початковий спосіб обробки води з метою її очищення і поліпшення питних якостей. При цьому використовується активний хлор.

Постхлорування – кінцевий етап, який проводиться після застосування всіх інших способів обробки води.

Подвійне хлорування – застосовується як до, так і після обробки води в разі сильного забруднення її органічними речовинами.

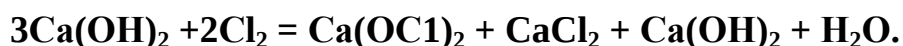
На практиці частіше застосовують постхлорування води.

За інтенсивністю обробки води хлором розрізняють нормальне хлорування, перхлорування і суперхлорування. Два останніх методи використовують, якщо спостерігається нестійкий фон бактеріального забруднення і немає впевненості у надійності бактерицидного ефекту. Нормальне хлорування застосовується для знезараження води, яка має задовільні фізико-хімічні показники.

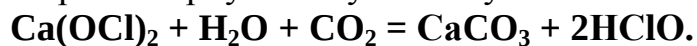
Доза реагенту визначається пробним знезараженням або розрахунковими методами. Для підтримання необхідного ефекту при хімічних способах знезараження питної води доза реагенту розраховується з надлишком (залишковий хлор, залишковий озон), що гарантує знищення мікроорганізмів, що попадають у воду через деякий час після знезараження.

Кількість внесеного активного хлору на 1 л води може коливатися в межах від 0,5 до 25 мг і більше, а час контакту хлору з водою – від 15 – 20 хв до 1 – 2 год. При нормальному хлоруванні передбачається така доза активного хлору, щоб після 30 – 60 хв контакту його з водою доза залишкового хлору не перевищувала 0,4 – 0,5 мг/л.

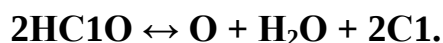
Хлорне вапно одержують шляхом насичення гашеного вапна газоподібним хлором:



Активна частина його – кальцію гіпохлорит $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ – у воді за наявності вуглекислого газу утворює хлорнуватисту кислоту:



Хлорнуватиста кислота легко дисоціює на іони хлору та кисню, що мають бактерицидну дію:



За наявності у воді аміаку під впливом HClO утворюються хлораміни NH_2Cl , які також мають бактерицидну дію. Зараз для знезараження води використовують газоподібний хлор. Він транспортується в балонах при тиску 8 атмосфер. Із 50 – 60 кг рідкого хлору одержують 18000 л газоподібного хлору. Його бактерицидна дія у 8 разів сильніша, ніж хлорного вапна.

Хлорування води здійснюють у такій послідовності:

- визначення вмісту активного хлору у хлорному вапні;
- визначення хлорпотреби води;
- визначення залишкового хлору у хлорованій воді;
- і, в разі необхідності, дехлорування води.

22.2.1. Визначення вмісту активного хлору у хлорному вапні

Під впливом факторів зовнішнього середовища (CO_2 , волога, світло, температура тощо) хлорне вапно швидко розщеплюється і втрачає хлор. Тому перед застосуванням необхідно перевіряти вміст у вапні активного хлору (%). У свіжоприготовленому хлорному вапні повинно бути **не менше 32 – 39 % активного хлору**. Якщо його вміст менше 25 %, то таке вапно для хлорування непридатне.

Хлорують воду 1 %-м розчином хлорного вапна. **Принцип визначення** активного хлору ґрунтується на тому, що він у кислому середовищі витискає з калію йодистого еквівалентну кількість вільного йоду, який відтитровують 0,01 н розчином натрію гіпосульфіту.

Обладнання: колба на 150 мл, 3 колби на 250 мл, піпетки на 5 та 10 мл, бюретка на 50 мл.

Реактиви. 1 %-й розчин хлорного вапна; 10 %-й розчин калію йодистого; 25 %-й розчин сірчаної кислоти; 1 %-й розчин крохмалю; 0,01 н розчин натрію гіпосульфіту (1 мл такого розчину відповідає 1 мл 0,01 н розчину хлору, що рівноцінно 0,355 мг хлору).

Хід аналізу. Готують 1 %-й розчин хлорного вапна. Для цього з різних місць діжки з вапном беруть середню пробу – 100 г, ретельно перемішують, наважку 1 г розтирають у фарфоровій ступці, а потім розчиняють у 100 мл дистильованої води. Вміст колби перемішують і залишають, закривши корком, для відстоювання (не менше години). Після цього 1 мл освітленого розчину хлорного вапна наливають у колбочку, додають 20 мл дистильованої води, 1 мл 25 %-го розчину сірчаної кислоти, 2 мл 10 %-го розчину калію йодистого, 5 – 6 крапель 1 %-го розчину крохмалю.

Вміст колби ретельно перемішують. При цьому хлор у кислому середовищі витискує еквівалентну кількість йоду, який при сполученні з крохмалем надає розчину синього забарвлення. Вміст колби титрують розчином натрію гіпосульфіту до повного знебарвлення. За кількістю витраченого на титрування 0,01 н натрію гіпосульфіту розраховують кількість виділеного йоду і вміст активного хлору за формулою

$$Ax = \frac{A \times 0,355 \times 100 \times 100}{1000},$$

де **Ax** – вміст хлору у досліджуваному хлорному вапні, %;

A – кількість натрію гіпосульфіту, витраченого на титрування, мл;

0,355 – кількість хлору, сполученого з 1 мл 0,01 н розчину натрію гіпосульфіту, мг;

100 – переведення вмісту хлору у 100 мл приготовленого розчину хлорного вапна;

100 – переведення вмісту хлору у 100 г хлорного вапна;

1000 – переведення грамів у міліграми.

22.2.2. Визначення хлорпотреби води

Хлорпотреба води – це сумарна кількість активного хлору, необхідна для надійного знезараження води. Надійним вважають таке знезараження, коли після 30-хвилинного контакту хлорного вапна з водою у ній знаходять залишковий хлор.

Для визначення хлорпотреби використовують зазначені вище обладнання та реактиви. У три колби з плоским дном наливають по 200 мл досліджуваної води і в кожному з них піпеткою на 1 мл вносять краплями 1 %-й розчин хлорного вапна: у першу колбу – краплю, у другу – дві, у третю – три краплі. Вміст колб перемішують і залишають у спокої на 20 – 30 хв. Після цього в кожному колбу доливають 1 мл 25 %-го розчину сірчаної кислоти, 2 мл 10 %-го розчину калію йодистого та 20 крапель 1 %-го розчину крохмалю. За наявності у воді вільного залишкового хлору вміст колби набуде синього забарвлення, а його інтенсивність забарвлення свідчатиме про кількість хлору.

Для визначення хлорпотреби беруть колбу з найменшою інтенсивністю забарвлення і розрахунок роблять за формулою

$$X_{п} = \frac{a \times 5}{b},$$

де $X_{п}$ – кількість 1 %-го хлорного вапна, необхідного для знезараження 1 л води (хлорпотреби), мл;

a – кількість крапель 1 %-го розчину хлорного вапна, внесеного у колбу (200 мл);

b – кількість крапель 1 %-го розчину хлорного вапна, що міститься в 1 мл. Для цього набирають 1 мл розчину у одномілілітрову піпетку і, тримаючи її вертикально, підраховують кількість краплин.

Якщо відомо, що вода небезпечна у епізоотичному і епідеміологічному відношенні, то використовують підвищені дози активного хлору – 10 – 20 мг/л при контакті з водою 15 хв, без попереднього визначення хлорпотреби.

22.2.3. Визначення залишкового активного хлору у хлорованій воді

Надійно знезараженою вважається та вода, яка після 30-хвилинного контакту з розчином хлорного вапна містить 0,2 – 0,3 мг/л залишкового хлору (*допускається 0,5 мг/л*).

Для визначення кількості залишкового активного хлору у колбу наливають 200 мл хлорованої води, додають 2 мл 10 %-го розчину калію йодистого, 1 мл 25 %-го розчину сірчаної кислоти 20 крапель розчину крохмалю. Вміст колби набуде синього забарвлення, після чого його відтитровують 0,01 н розчином натрію гіпосульфїту до повного знебарвлення. Розрахунок кількості залишкового хлору проводять за формулою

$$3x = a \times 5 \times 0,355,$$

де $3x$ – кількість залишкового хлору в 1л води, мг;

a – кількість 0,01 н розчину натрію гіпосульфїту, витраченого на титрування 200 мл води, мл;

5 – коефіцієнт переведення об'єму води до 1 л;

0,355 – кількість активного хлору, якому відповідає 1 мл 0,01 н розчину натрію гіпосульфїту, мг.

У польових умовах, користуючись мікропіпеткою, можна визначити залишковий хлор:

$$3x = \frac{a \times 5 \times 0,355}{b},$$

де $3x$ – кількість залишкового хлору, мг/л;

a – кількість крапель 0,01 н розчину гіпосульфїту, витраченого на титрування 200 мл води;

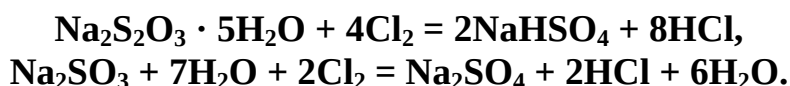
b – кількість крапель в 1 мл 0,01 н розчину натрію гіпосульфїту;

5 – коефіцієнт переведення об'єму води до 1 л;

0,355 – кількість активного хлору, якому відповідає 1 мл 0,01 н розчину натрію гіпосульфїту, мг.

22.2.4. Дехлорування хлорованої води

Якщо хлорована вода містить більше надлишкового хлору, ніж 0,5 мг/л, її дехлорують. Для дехлорування води можна використовувати 0,01 н розчин натрію гіпосульфїту (Na_2SO_3), натрій сірчистоокислий ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), водню перекис (H_2O_2), калію перманганат (KMnO_4). Найпоширенішими засобами для дехлорування є 0,01 н розчин натрію гіпосульфїту і натрію сірчистоокислого. Реакція відбувається за такими рівняннями:



Для дехлорування вміст колби, де найбільш інтенсивне синє забарвлення (див. визначення хлорпотреби води) титрують 0,01 н розчином натрію гіпосульфїту до повного знебарвлення. Розрахунок кількості 0,01 н розчину натрію гіпосульфїту, необхідного для дехлорування води, роблять за формулою

$$Дх = \frac{(a \times 5 \times 0,355) - 0,5}{0,355} \times 2,48,$$

де **Дх** – кількість 0,01 н розчину натрію гіпосульфїту (порошкоподібного), необхідного для дехлорування 1 л хлорованої води, мг;

a – кількість мілілітрів 0,01 н розчину натрію гіпосульфїту, витраченого на титрування 200 мл води;

5 – коефіцієнт переведення об'єму води до 1 л;

0,355 – кількість активного хлору, якому відповідає 1 мл 0,01 н розчину натрію гіпосульфїту, мг;

2,48 – кількість 0,01 н розчину натрію гіпосульфїту, що міститься у 1 мл 0,01 н розчину, мг;

0,5 – допустимий вміст залишкового хлору у воді після хлорування.

Після визначення кількості 0,01 н розчину натрію гіпосульфїту на 1 л хлорованої води роблять розрахунок на всю воду, яку хлорують.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Які методи знезараження води належать до фізичних?
2. Які методи знезараження води належать до хімічних?
3. Що таке час інактивації?
4. Як проводять усунення присмаку та запаху води?
5. Як проводять знезараження води методом сріблення?
6. Які є способи хлорування?
7. Що таке перхлорування?
8. Що таке постхлорування?
9. Що таке подвійне хлорування?
10. Який відсоток активного хлору повинен бути у свіжоприготовленому хлорному вапні?
11. Що таке хлорпотреба води?
12. На чому ґрунтується принцип визначення розчинного у воді кисню?
13. Для чого проводять дехлорування хлорованої води?

РОЗДІЛ 5. СПЕЦІАЛЬНА ГІГІЄНА ТВАРИН

Практичні заняття проводяться головним чином в умовах Навчально-науково-виробничого Клінічного центру «Ветмедсервіс» факультету ветеринарної медицини; на фермах по виробництву молока навчально-дослідних господарств відокремлених підрозділів Національного університету біоресурсів і природокористування України «Великоснітинське навчально-дослідне господарство ім. О.В. Музиченка», «Агрономічна дослідна станція» та «Ворзель»; навчальної лабораторії технологій виробництва продукції скотарства, навчально-науково-виробничої лабораторії конярства, навчальної лабораторії свинарства, навчально-науково-виробничої лабораторії технології виробництва продукції птахівництва кафедри технологій у тваринництві факультету тваринництва та водних біоресурсів НУБіП України.

На заняттях здійснюється ознайомлення з об'єктами, які вивчаються у межах даної теми. Заняття включають вивчення систем і способів утримання тварин, умов вирощування та експлуатації тварин залежно від їх виду, віку та виробничого призначення.

Мета роботи: ознайомлення з об'єктами, які вивчаються у межах даного розділу. Заняття включають вивчення систем і способів утримання тварин, умов вирощування та експлуатації тварин залежно від їх виду, віку та виробничого призначення.

Матеріали та обладнання: відомчі норми технологічного проектування ВНТП АПК-07.06 Об'єкти ветеринарної медицини; ВНТП-АПК-01.05 Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми); ВНТП-АПК-02.05 Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми); ВНТП-АПК-03.05 Вівчарські і козівничі підприємства; ВНТП-АПК-04.05 Підприємства птахівництва; ВНТП-АПК-05.07 Підприємства звірівництва та кролівництва; ВНТП-АПК-06.07 Конярські підприємства; ВНТП-АПК-24.06 Підприємства з переробки молока; ВНТП-АПК-23.06 Підприємства по забою худоби, птиці, кролів і переробці продуктів забою; ВНТП-АПК-09.06 Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною; прилади для контролю параметрів мікроклімату.

ТЕМА 23. ГІГІЄНА ПРАЦІ І ОСОБИСТА ГІГІЄНА ПРАЦІВНИКІВ ТВАРИННИЦТВА І ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ

На прикладі одного із навчально-дослідних господарств відокремлених підрозділів розглядаються такі питання:

Розпорядок роботи на тваринницькому об'єкті (ферма по виробництву молока).

Робоче місце, його облаштування. Заходи щодо охорони праці при догляді, утриманні, годівлі, експлуатації тварин; при роботі з механізмами для приготування кормів, підготовки і їх роздачі; при доїнні корів, стрижці овець тощо. Підтримання необхідних умов мікроклімату у приміщенні. Контроль за роботою вентиляції і каналізації. Підтримання необхідної освітленості приміщень.

Основні нормативи забезпечення працівників тваринництва спецодягом. Правила, ветеринарно-санітарні вимоги до використання спецодягу.

Організація і облаштування приміщень та місць для зберігання власного одягу, взуття, спецодягу, для відпочинку працівників. Облаштування умивальників, місць загального користування.

Контроль за станом здоров'я працівників тваринництва, їх власною гігієною:

- медичний огляд всіх громадян перед прийняттям на роботу, особливо тих, робота яких безпосередньо буде пов'язана з отриманням продукції тваринництва (молоко, м'ясо, яйця та ін.);
- періодичні медичні огляди працівників ферм і комплексів, записи про стан їх здоров'я у спеціальні санітарні книжки;
- заходи щодо профілактики травматизму: догляд за шкірою, руками (тепла вода на фермі, посуд для ванночок рук, душові кабінки та ін.);
- організація попереджувальних заходів щодо охорони людей від зараження їх зоонозами при догляді за хворими тваринами, та при контакті з неякісними і підозрілими продуктами харчування і трупами тварин.

ТЕМА 24. ГІГІЄНА ДОГЛЯДУ ЗА ТВАРИНАМИ РІЗНИХ ВИДІВ ТА ВІКОВИХ ГРУП

Короткі відомості про фізіологічне значення шкіри, молочної залози, кінцівок при технологічному процесі виробництва продукції тваринництва.

Фізіологічне, оздоровче і господарсько-економічне значення догляду за шкірою.

Прийоми догляду за шкірою: чистка, підмивання і миття, купання, стрижка, покриття попонами.

Чистка шкіри. Ручна – за допомогою волосяної щітки, суконки, скребниці та ін. Послідовність чистки. Механізована чистка – за допомогою ручного, рухомого електропилососа, пневматичних установок.

Купання, підмивання, миття тварин. Умови і показники для купання, підмивання і миття тварин. Ручне і машинне миття тварин. Машина для миття тварин (стаціонарна і переносна). Купання - гігієнічне, лікувально-профілактичне (у проточних водоймах, у спеціальних ваннах).

Стрижка тварин (з санітарно-гігієнічною і господарсько-економічною метою).

Догляд за кінцівками і копитами:

а) періодичні огляди стану кінцівок і відростання копитного рогу, рогу копитаць;

б) систематичний догляд за кінцівками:

- замивання і розтирання нижніх частин кінцівок;
- періодичне підрізання і розчистка копитного рогу;
- кування і перековування тварин.

Догляд за молочною залозою (підстригання волосся, підмивання, масаж попередній і заключний), попередження переохолодження у стійлі, на вигульному майданчику, під час випасання. Охорона залози від хімічних забруднень, травмувань, маститів.

Моціон. Організація систематичних активних вигулів тварин: корів, свиней, племінних виробників, молодняку. Тривалість моціону і місця для вигулів для окремих видів і вікових груп тварин. Профілактика травматизму і охорона праці при організації і проведенні моціону.

ТЕМА 25. ГІГІЄНА ДОГЛЯДУ, УТРИМАННЯ І ВИРОЩУВАННЯ МОЛОДНЯКУ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

Вивчення способів утримання і вирощування телят, гігієнічна оцінка родильного відділення і профілакторію:

- наявність родильного відділення, його розміри, розміри стійл, стан мікроклімату і гігієнічна оцінка способів утримання корів у родильному відділенні, розміри денника для отелення корів, його облаштування;
- наявність профілакторію, його розміри, місткість, розміри індивідуальних кліток для телят. Мікроклімат у профілакторії та його гігієнічна оцінка. Строки перебування телят у профілакторії, норми випоювання телят молоком, стан їх здоров'я (диспепсія, бронхопневмонія та ін.).
- вирощування телят до 6-місячного віку: індивідуальне (у клітках), групове (розміри груп і кліток). Гігієнічна оцінка способів випоювання телят молоком, підгодівлі грубими і концентрованими кормами та мінеральними добавками. Вигул телят у двориках. Стан розвитку і здоров'я телят, їх прирости. Вирощування молодняку великої рогатої худоби після 6-місячного віку для ремонту стада. Вирощування молодняку на відгодівлі. Гігієнічна оцінка систем утримання – прив'язна, безприв'язна, групова (розміри груп). Стан шкіри і кінцівок, загального розвитку, збереженість.

ТЕМА 26. ГІГІЄНА ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ТА САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ ЗАХОДИ НА ФЕРМАХ І ПІДПРИЄМСТВАХ ПО ВИРОБНИЦТВУ МОЛОКА

При проведенні занять у корівниках, приміщеннях для утримання корів та бугаїв-плідників здобувачі вищої освіти шляхом вимірювань гігрометричних величин і їх розрахунків визначають параметри мікроклімату і дають гігієнічну оцінку цього приміщення, порівнюють одержані дані з нормами ВНТП-АПК-01.05 Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми).

Дати відповіді на такі запитання:

Системи і способи утримання тварин на фермах. Закріплення тварин за постійними працівниками (доярками, тваринниками).

Вивчення внутрішнього обладнання приміщень при різних способах утримання тварин. Основні вимоги до розмірів стійл, станків, годівниць, проходів. Санітарно-технічний стан обладнання у приміщенні:

- система вентиляції та оцінка її роботи;
- система прибирання гною; гноєзбиральні транспортери; способи зберігання та знезараження гною;
- освітлення приміщень (штучне, природне);
- організація і проведення моціону. Місце, час, тривалість вигулів тварин залежно від їх фізіологічного стану.

Стан шкіри і волосяного покриву, кінцівок, молочної залози. Організація догляду за молочною залозою.

Основні ветеринарно-санітарні вимоги щодо профілактики захворювань на спеціалізованих фермах та у фермерських господарствах.

Ветеринарно-санітарні вимоги до молока високої санітарної якості.

ТЕМА 27. ГІГІЄНА СВИНЕЙ, САНІТАРНИЙ РЕЖИМ І ПРОФІЛАКТИКА ЗАХВОРЮВАНЬ

При ознайомленні з гігієною утримання свиней у господарстві студент здійснює гігієнічну оцінку показників параметру мікроклімату приміщення, порівнює одержані дані з нормами ВНТП-АПК-02.05 Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми) і дає відповідь у формі звіту на такі запитання:

Системи і способи утримання свиней різного віку та виробничих груп.

Особливості основних варіантів обладнання станків та їх будова для холостих і поросних свиноматок.

Особливості будови станків для опоросу і підсисних свиноматок з поросятами.

Особливості забезпечення оптимального мікроклімату для різних виробничовікових груп свиней.

Загальний санітарний режим на свинарських підприємствах.

Заходи профілактики простудних захворювань та захворювань, що пов'язані з порушенням обміну речовин (аліментарна анемія, рахіт, бронхопневмонія та ін.).

ТЕМА 28. ГІГІЄНА ТА ВЕТЕРИНАРНІ ВИМОГИ У ПТАХІВНИЦТВІ

При вивченні теми студент має звернути увагу на те, що птахівництво – це одна з галузей тваринництва, яка виробляє дієтичне м'ясо, харчові яйця, пір'я і пух.

Доведено, що людині потрібно щоденно 100 – 105 г білка, в тому числі 65 – 67 г тваринного походження. Фізіологічно обґрунтована норма споживання яєць людиною становить 365 штук на рік, м'яса птиці – 16,4 кг.

При відвідуванні пташників для утримання птиці необхідно, перш за все звернути увагу на ветеринарно-санітарні та гігієнічні вимоги до виробництва продукції птахівництва із застосуванням нових технологій з метою профілактики поширення інфекційних та інвазійних хвороб серед поголів'я птиці. Одержані дані порівняти з нормами ВНТП-АПК-04.05 Підприємства птахівництва. Ознайомитись дати відповідь на наступні питання:

1. Тип птахівничого господарства.
2. Система і способи утримання різних вікових і виробничих груп птиці.
3. Особливості внутрішнього обладнання пташників.
4. Мікроклімат приміщень, забезпечення його оптимальних параметрів.
5. Гігієнічний контроль за якістю кормів, годівлею та напуванням птиці.

ТЕМА 29. ГІГІЄНА КОНЕЙ

У сільському господарстві для транспортних робіт найчастіше використовують робочих коней. Тривале й ефективне їх використання залежить від строгого дотримання основних правил і вимог гігієни до експлуатації цих тварин.

Завданням даного заняття є ознайомлення здобувачів вищої освіти з основними частинами упряжі і вимогами до неї з метою профілактики експлуатаційних травм тварин.

Залежно від росту і живої маси робочого коня він має різну силу, але працездатність його залежить від стану упряжі, яку використовують у процесі експлуатації. Добре підігнана упряж і правильне запрягання коня забезпечують високу його продуктивність та не допускають травматизму, особливо в області спини, шиї, холки і плечей у вигляді потертостей, ушибів, глибоких ран шкіри.

Надмірна експлуатація коней може бути причиною їх захворювань: емфіземи легень, запалення сухожилків та сухожильних піхв, згиначів пальця, деформуючий артрит скакального суглобу та ін.

Основні вимоги до упряжі:

- міцність;
- легкість;
- простота у виготовленні та ремонті;
- легка заміна окремих частин;
- не повинна спричиняти пошкоджень, стримувати рух коня, утруднювати дихання і кровообіг.

Упряж робочого коня поділяють на дугову і бездугову.

Дугова упряж складається із вуздечки, хомута, сіделка, шлеї, черезсідельника, попруги, дуги і віжок.

Бездугова упряж складається із вуздечки, хомута, шлеї, сіделка з попругою, черезсідельника, підтримника, посторонків, віжок.

Упряж верхового коня складається із вуздечки або оголів'я, сидла різної конструкції.

На конюшні навчально-науково-виробничої лабораторії конярства кафедри технологій у тваринництві факультету тваринництва та водних біоресурсів НУБіП України здобувач вищої освіти під час заняття ознайомлюється з упряжжю, дає гігієнічну оцінку її окремих частин, оцінює умови зберігання та догляду за упряжжю та запряжкою в цілому, набуває практичних навичок при цьому, а також набуває нових знань і вмінь щодо догляду за шкірою тварин.

ТЕМА 30. ГІГІЄНА ОВЕЦЬ І КІЗ

Особливістю овець, їх біологічною цінністю є рання статева сплість, висока скороспілість поряд з високою плодючістю, здатність ефективно використовувати різні корми. Це дає можливість забезпечити швидкий оборот вкладених у галузь засобів. Овече молоко – цінний харчовий продукт, з якого виготовляють різні сорти сиру. Головний продукт – шерсть – ідеальна сировина для виробництва одягу, хутрових виробів, шерстяних килимів та взуття.

Вівчарство не конкурує з головними галузями тваринництва, а доповнює їх. Кількість овець у господарстві має відповідати наявному в господарстві обсягу кормів, оскільки із 800 видів рослин вівці використовують 520. Виходячи з цього, доцільно утримувати невеликі отари овець у сімейній фермі, у фермерських господарствах, тим самим поповнюючи місцевий бюджет.

При вивченні теми необхідно звернути увагу на такі запитання:

1. Біологічні особливості дорослого поголів'я та новонароджених ягнят.
2. Системи і способи утримання овець у різних зонах України.
3. Вміст кошар, особливості їх внутрішнього обладнання.
4. Особливості утримання та забезпечення повноцінними кормами баранів-плідників, суягних і підсисних маток.
5. Вивчення основних гігієнічних заходів при стійловому утриманні овець. Недопущення у приміщенні вологи, високої температури, накопичення шкідливих газів.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Як проводять контроль за станом здоров'я працівників тваринництва, їх власною гігієною?
2. Які основні прийоми догляду за шкірою тварин?
3. Що в себе включає чистка шкіри тварин?
4. Що в себе включає система і способи утримання і вирощування телят?
5. Як здійснюють гігієнічну оцінку родильного відділення і профілакторію?
6. Як контролюють гігієнічний стан обладнання у приміщенні для утримання великої рогатої худоби?
7. Як контролюють гігієнічний стан обладнання у приміщенні для утримання свиней?
8. Як контролюють гігієнічний стан обладнання у приміщенні для утримання птиці?
9. Як контролюють гігієнічний стан обладнання у приміщенні для утримання коней?
10. Як контролюють гігієнічний стан обладнання у приміщенні для утримання овець?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Загальна гігієна тварин: навчальний посібник / М.О. Захаренко, Д.А. Засекін, В.М. Поляковський, В.М. Михальська Київ: НУБіП України, 2024. 252 с.
2. Системи утримання тварин: навчальний посібник / М. О. Захаренко та ін. Київ. Видавництво «Центр учбової літератури», 2016. 424 с.
3. Поляковський В.М., Чепіль Л.В. Спеціальна гігієна тварин: навчальний посібник. Київ: ТОВ «ЦП КОМПРИНТ», 2017. 568 с.
4. Утримання і гігієна тварин: Утримання птиці. Ч.1: навчальний посібник / М. І. Сахацький та ін. Київ: ФОП «Ямчинський О.», 2020. 330 с.
5. Утримання і гігієна тварин: Утримання птиці. Ч.2.: навчальний посібник / М. І. Сахацький та ін. Київ: ФОП «Ямчинський О.», 2020. 392 с.
6. Етологія і благополуччя тварин: підручник / Захаренко М.О., Поляковський В.М., Михальська В.М., Шевченко Л.В. Київ ФОП Ямчинський О.В. 2021. 625 с.
7. Санітарно-гігієнічні вимоги до утримання кролів: навчальний посібник / М.О. Захаренко, О.С. Яремчук, В.М. Поляковський, В.М. Михальська, Л.В. Шевченко, В.В. Соломон Вінниця.: ВНАУ, 2018. 578 с.
8. Утримання і гігієна тварин: Вимоги до води, водопостачання та водовідведення тваринницьких підприємств: навчальний посібник. Частина V. / М.О. Захаренко, В.М. Поляковський, В.М. Михальська, Л.В. Чепіль, Л.В. Шевченко, І.М. Курбатова . Київ: ФОП Ямчинський О., 2023. 536 с.
9. Нормативні вимоги до мікроклімату приміщень для утримання сільськогосподарських тварин та їх енергоощадне обґрунтування: навчальний посібник / М.О. Захаренко. та ін. Вінниця: ВЦ «Едельвейс і К». 2011. 64 с.
10. Каталог законодавчих актів та ДСТУ: навч. посіб. / М. О. Захаренко та ін. Вінниця: ВЦ «Едельвейс і К», 2011. 176 с.
11. Засекін Д. А., Соломон В. В., Поляковський В. М. Ветеринарна санітарія: навчальний посібник. Київ: ФОП Ямчинський О., 2024. 318 с.
12. Високос М.П., Чорний М.В., Захаренко М.О.. Практикум для лабораторно-практичних занять з гігієни тварин. – Харків: Еспада, 2003. 218 с.
13. Демчук М.В., Чорний М.В., Високос М.П., Павлюк Я.С.; за ред. М.В. Демчука. Гігієна тварин. К.: Урожай. 1996. 384 с.
14. Відомчі норми технологічного проектування. Підприємства птахівництва ВНТП – АПК 04.05 (Міністерство аграрної політики України). К., 2005. 90 с.
15. ВНТП-АПК-24.06 Підприємства з переробки молока (Інститут «УкрНДІагропроект»). К.: Ноосфера, 2006. 62 с.
16. ВНТП-АПК-09.06 Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною. К.: Ноосфера, 2006. 36 с.
17. Відомчі норми технологічного проектування. Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми) ВНТП – АПК – 01.05 (Міністерство аграрної політики України). К., 2005. 112 с.

18. Відомчі норми технологічного проектування. Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми) ВНТП – АПК – 02.05 (Міністерство аграрної політики України). К., 2005. 98 с.
19. Відомчі норми технологічного проектування. Вівчарські і козівничі підприємства ВНТП – АПК – 03.05 (Міністерство аграрної політики України). К., 2005. 88 с.
20. Відомчі норми технологічного проектування. Конярські підприємства ВНТП – АПК – 06.07 (Міністерство аграрної політики України). К., 2007. 56 с.
21. Відомчі норми технологічного проектування. Підприємства звірівництва та кролівництва ВНТП – АПК – 05.07 (Міністерство аграрної політики України). К., 2008. 68 с.
22. Атмосфера Землі. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96/
23. До України наближається циклон: як зміниться погода. URL: https://varta1.com.ua/news/do-ukrayini-nablizhaetsya-ciklon-yak-zminitsya-pogoda_373505.html.
24. Схеми позначення і чим відрізняються між собою циклон і антициклон. URL: <https://moyaosvita.com.ua/geografija/%E2%9C%85sхеmi-poznachennya-i-chim-vidriznyayutsya-mizh-soboyu-ciklon-i-anticiklon/>.
25. Барометр Торрічеллі. URL: <https://moyaosvita.com.ua/fizuka/barometr-torrichelli/>.
26. Барометр-анероїд БАММ-1 зі зберігання. URL: <https://spectrolab.com.ua/ua/p1676359833-barometr-aneroyid-bamm.html>.
27. Барометр-анероїд демонстраційний. URL: <https://stemclass.com.ua/catalog/geography/obladnannya-zagalnogo-priznachennya/barometr-aneroid-demonstracijnij>.
28. Барограф М-22 А. URL: <http://standart-m.com.ua/izmeritelnye-pribory/barometry/barograf-m-22-a?mova=uk>.
29. Точний термогігрометр Greisinger GFTB 200 з вбудованим барометром. URL: <https://pragmatic.com.ua/greisinger-gftb-200-termogigrometr-barometr.html/>
30. Barigo 183RFPO морський барометр з подвійною діаграмою (серія Sky). URL: https://pragmatic.com.ua/barometry/sea_barometers/barigo_183rfpo.
31. Як влаштований барометр. Барометр-прилад для вимірювання атмосферного тиску. URL: <https://mskaya17.com.ua/yak-vlashtovaniy-barometr-barometr-prilad-dlya-vimiryuvannya-atmosfernogo-tisku/>.
32. Барометр TFA с термометром, бук, 120 мм, d=105 мм (45100005). URL: <https://agusik.com.ua/ru/meteostancii-i-barometry/37479-tfa-barometr-s-termometrom-i-gigrometrom-20300632.html?show=reviews>.
33. Барометр TFA 29.4002 Dostmann. URL: <https://shop.hlr.ua/ua/barometr-tfa-294002-dostmann-255858.html>.

34. БАРОМЕТР БМ-2 / Барометр-Гігрометр-Термометр / Побутова метеостанція. URL: <https://unc.ua/uk/auction/barometr-bm-2-barometr-gigrometr-termometr-bytovaya-meteostanciya-sssr-znak-kachestva-1142919>.
35. Барометр, гігрометр, термометр Рига БМ-7, Робочий, точний, Кривий Ріг. Регіон: вся Україна, Дніпропетровська обл. / Кривий Ріг. URL: <https://www.ukrboard.com.ua/ua/board/m-3017106/barometr-gigrometr-termometr-riga-bm-7-rabochij-tochnyj/>.
36. Барометр TFA 29402454B. URL: <https://epicentrk.ua/ua/shop/mplc-barometr-tfa-29402454b-1ee07997-346c-6a68-a8c3-4df442a944fe.html>.
37. Барометр FISCHER 1768-22(з дефектом покриття, фото) – FISCHER. URL: <https://www.timestyle.com.ua/566-barometry/567-fischer/2059-fischer-1768-22>.
38. Погодна станція Ea2 EN209 Eternity MultiZone Color. URL: https://astroscope.com.ua/uk/pogodnaya_stanciya_ea2_en209_eternity_multizone_co/105035.htm.
39. Погодна станція (метеостанція) Davis Vantage Vue. URL: https://agrovektor.com.ua/physical_product/532922-pogodna-stanciya-meteostanciya-davis-vantage-vue.html.
40. Ртутний і без ртутний термометр: ціна в Києві. URL: <https://tabletki.ua/uk/category/1031/>.
41. Термометр спиртовий. URL: <https://ukrvet.com.ua/ua/p439321284-termometr-spirovoij.html>.
42. Термометр віконний біметалевий ТББ. URL: <https://epicentrk.ua/ua/shop/termometr-okonnyy-bimetallicheskiy-tbb.html>.
43. Термопара ТХА-2088, ТХК-2088. URL: <https://itrto.com.ua/p493889938-termopara-tha-2088.html>.
44. Термометр для м'яса. URL: <https://epicentrk.ua/ua/shop/termometr-dlya-myasa-punkto-5-sm-0-s-120-c-15315-kela.html>.
45. Термометр TP 3001. URL: <https://www.umax.pro/?product=%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80-tp3001>.
46. Термометр електронний ТА-288 S зі щупом 4 см. URL: <https://mirbeer.com.ua/ua/termometry/3819-termometr-elektronnij-ta-288-s-zi-sshupom-4-sm-.html>.
47. Індикатор термометр для інкубатора 0 - +40 °C. URL: <https://epicentrk.ua/ua/shop/mplc-indikator-termometr-dla-inkubatora-0-40-s-00000002241-1eeb3b37-10b4-600a-8534-df62c8760ad5.html>.
48. Термометр кімнатний побутовий. URL: <https://termometr.in.ua/ua/p1132180112-termometr-komnatnyj-bytovoj.html>.
49. Термометр електронний. URL: <https://epicentrk.ua/ua/shop/meteostantsii-i-termometry-bytovye/fs/vid-elektronnyy/tip-ustroystva-termometr/>.
50. Термогігрометр цифровий Т-14 з годинником -50°C до 70°C Білий. URL: <https://epicentrk.ua/ua/shop/mplc-termogigrometr-cifrovij-t-14-z-godinnikom-50-c-do-70-c-bilij-24096369-1efe40d9-8b4c-6316-8aab-539d8712da4e.html>.

51. Анемометр АТТ-1004. URL: <http://www.momm.com.ua/anemometry/552-anemometr-att-1004.html>.
52. РСЕ-444 портативний термогігрометр. URL: https://pragmatic.com.ua/pce_444.
53. Інфрачервоний цифровий пірометр CZD8680 від -50°C до 680°C, Прецизійний пірометр, Безконтактний термометр. URL: <https://shcaf.com.ua/ua/p2208125545-infrakrasnyj-tsifrovoj-pirometr.html>.
54. Безконтактний медичний термометр. URL: <https://shafa.ua/uk/cosmetics/medicinskie-pribory/termometry/181155173-bezkontaktniy-medichniy-termometr>.
55. Термогігрометр з виносним датчиком EZODO HT-390. URL: <https://simvolt.ua/termogigrometr-ezodo-ht-390-bliy.html/>.
56. Trotec BZ05 термогігрометр. URL: <https://pragmatic.com.ua/trotec-bz05-termogigrometr.html>.
57. Термограф М-16А. URL: <https://trofan.com.ua/uk/p/1476766619-termograf-m-16a/>.
58. Термометр біметалевий. URL: <https://zahidnateplova.com/product/termometr-bimetalevyj/>.
59. Термометр кухонний цифровий BESTCRAFT для приготування їжі. URL: <https://epicentrk.ua/ua/shop/mplc-termometr-kuhonnij-cifrovij-bestcraft-dla-prigotuvanna-izi-1edcd4e6-03d4-603a-b346-a99bee00c752.html>.
60. Термоанемометр TENMARS ТМ-4001. URL: <https://simvolt.ua/bagatofunkcionalniy-anemometr-tm-4001-ru.html/>.
61. Електронний термометр для тварин. Термометр для тварин. Цифровий термометр. Швидкий ректальний термометр для собак, кішок, коней, свиней і овець. URL: https://www.joom.com/uk/products/65095e70b9d82701d51d56b7?variant_id=65095e70b9d82772d51d56bd.
62. Температура у кішки: норми і відхилення, як виміряти і збити жар в домашніх умовах. URL: <https://pesyk.kiev.ua/temperatura-u-kishki-normi-i-vidxilennya-yak-vimiryati-i-zbiti-zhar-v-domashnix-umovax/>.
63. Термометр ветеринарний AG-102 для ВРХ. URL: <https://biovet.ua/termometr-veterinarniy-ag-102-dlya-vrkh/>.
64. Термометр цифровий ветеринарний із гнучким кінчиком. URL: <https://spilna-meta.com.ua/ua/p1097166729-termometr-tsifrovoj-veterinarnyj.html>.
65. Термометри ветеринарні для ВРХ. URL: <https://agrovet.ua/termometri-veterinarni/>.
66. Термометр цифровий для великих тварин. URL: <https://spilna-meta.com.ua/ua/p1083780508-termometr-tsifrovoj-dlya.html>.
67. Спиртовий віконний термометр TFA 145000. URL: <https://fotofox.com.ua/meteopribory/termometry/termometr-okonnyj-tfa-metall-200-mm-detail>.
68. Гігрометр психрометричний ВІТ-2, від +15 до +45 °C (ТУ України 14307481.001-92) Україна. URL: <https://happypen.com.ua/uk/p-gigrometr-psikhrometricheskiy-vit-2-ukraina>.

69. Психрометр аспіраційний МВ-4М. URL: <https://spectrolab.com.ua/ua/p184632212-psihrometr-aspiratsionnyj.html>.
70. Гігрометр М-19. URL: <http://standart-m.com.ua/izmeritelnnye-pribory/psihrometry-gigrometry/gigrometr-m-19?mova=uk>.
71. Гігрометр. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80>.
72. BARIGO 420MS. Гігрометр-484-00102/ URL: https://chemtest.com.ua/ua/barigo__420ms_gigrometr
73. Гігрограф М-21А. URL: <https://prom.ua/p618874158-gigrograf-21a.html>.
74. Метеостанція Kestrel 3000 анемометр термометр. URL: https://prom.ua/ua/p1963647410-meteostantsiya-kestrel-3000.html?utm_source=google_pmax&utm_medium=cpc&utm_content=pmax&utm_campaign=Pmax_cpa_50_b2b&gad_source=1&gclid=CjwKCAiA5Ka9BhB5EiwA1ZVtvF0ETq4TrWlzpULHMvBHLE8Tvp8QZjmoPfYTIBwoFDSkqfxch0qpAxоСКuIQAvD_BwE.
75. Карта напрямків вітру. URL: <https://forum.kozovod.com/t/karta-napryamk-v-v-tru/7125>.
76. Анемометри. URL: <https://mpr-kip.com.ua/g17871802-anemometry>.
77. Анемометр чашечний МС-13. URL: <http://standart-m.com.ua/izmeritelnnye-pribory/anemometry/anemometr-chashechnyj-ms-13?mova=uk>.
78. Анемометр АСО-3. URL: <https://www.systopt.com.ua/item-anemometr-aso-3>.
79. Анемометр з виносною прецизійною крильчаткою Wavetek Meterman ТМА 10. URL: <https://medlab.ua/anemometr-s-izmereniem-temperaturi-vozdruha-tma-10/>.
80. Анемометр DT-318. URL: <http://www.momm.com.ua/anemometry/206-dt-318.html>.
81. Огляд систем охолодження корів: туман чи дощування? URL: <https://uvt.com.ua/ohliad-system-okholodzhennia-koriv-tuman-chy-doshchuvannia/>.
82. Фотосинтез і зелене світло. URL: <https://svet-fito.com.ua/novyna2/>.
83. Вплив синього світла на шкіру. URL: <https://vitaminclub.ua/blog/vpliv-sinogo-svitla-na-shkiru>.
84. Сучасні ультрафіолетові лампи для дому. URL: <https://www.brille.ua/ua/ultrafioletovyye-lampy/>.
85. Чому озоновий шар необхідний? URL: <https://www.pogodairadar.com.ua/pohodni-novyny/16-veresnya-mizhnarodnym-dnem-zakhystu-ozonovoho-sharu-tsey-den-vidznachayetsya-z-1995-roku--a210610a-14e5-475b-b83e-005094bf024d>.
86. Пірометри Dwyer: на гребені прогресу. URL: <https://www.svaltera.ua/press-center/articles/8345.php>.
87. Фільтри аерозольні АФА. URL: <http://proflab.com.ua/produkt/product-details/105-fil-try-aerazol-nye-afa.html>.

88. Електроаспіратор "Тайфун" Р-20-20-2-2 (ДМ). URL: <https://spectrolab.com.ua/ua/p16222416-elektroaspirator-tajfun.html>.
89. Пробовідбірник зерна автоматичний на рейці Ecotec RAIL з щілинним зондом. URL: https://agrovektor.com.ua/physical_product/1450643-probootbornik-zerna-avtomaticheskij-na-reise-ecotec-rail-s-schelevym-zondom.html.
90. Продукція для автоматичного відбору проб зерна Ecotec. URL: <https://sampler-ecotec.com/produkcziya-dlya-avtomatychnogo-vidboru-prob-zerna-ecotec/>.
91. Правильний відбір проб – запорука точної оцінки показників якості зерна. URL: <https://www.cherk-consumer.gov.ua/novyny/4321-pravylnyi-vidbir-prob-zaporuka-tochnoi-otsinky-pokaznykiv-iakosti-zerna>.
92. Водойми. Національний природний парк «Голосіївський». URL: https://www.google.com/search?q=%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%81%D1%96%D1%97%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9+%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%BA&sca_esv=2d840e117ec3fd11&rlz=1C1GCEB_enUA1025UA1025&udm=2&biw=1920&bih=953&ei=stliaPC6JIGI7NYP9omZqAM&ved=0ahUKEwjw2_bb1Z-NAxUBBNsEHfZEBjUQ4dUDCBE&uact=5&oq=%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%81%D1%96%D1%97%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9+%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%BA&gs_lp=EgNpbWciJ9Cz0L7Qu9C-0YHRltGX0LLRgdGM0LrQuNC5INGB0YLQsNCy0L7Qukjim7AGUOjbrwZYtpewBnADeACQAQCYAYQBoAGzD6oBBTEwLjEwuAEDyAEA-AEBmAIRoAKjd8ICCxAAGIAEGLEDGIMBwgIOEAAAYgAQYsQMYgwEYigXCAggQABiABBixA8ICChAAGIAEGEMYigXCAg0QABiABBixAxdGloFwgIFEAAAYgATCAgQQABgDwgIEEAAAYHsICBhAAGAgYHpgDAIgGAZIHBDQuMTOgB-Z1sgcENC4xM7gHow_CBwgyLTEuMTUuMcgH6QE&sclient=img#vhid=Jsn2uTXCMZLVIM&vssid=mosaic.
93. Річка Дніпро. URL: <https://guide.kyivcity.gov.ua/places/richka-dnipro>.
94. Ein Bach fließt im Sommer durch ein Feld. URL: https://de.freepik.com/fotos-premium/ein-bach-fliesst-im-sommer-durch-ein-feld_30510336.htm.
95. Річка Чорнява. URL: <https://mapio.net/pic/p-62703656/>.
96. Стокове фото на тему Сечовипускання корови в річці. URL: <https://www.istockphoto.com/uk/%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE/%D1%81%D0%B5%D1%87%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BF%D1%83%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8-%D0%B2-%D1%80%D1%96%D1%87%D1%86%D1%96-gm1143716790-307247454>.
97. «Не той тепер Миргород, Хорол-річка не та...». URL: <https://www.golos.com.ua/article/114445>.

98. Що п'є корова: скільки літрів води, що робити, якщо корова не п'є. URL: <https://fermer.blog/bok/zhivotnye/krupnyy-rogatyy-skot-krs/kormlenie-korov/131-cto-pet-korova.html>.
99. Диск Секкі. URL: <https://waterrangers.com/uk/product/secchi-disk/?v=5269f4d75f5b>.
100. Кабмін подав законопроект “Про відповідальності за порушення у сфері водовідведення”. URL: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/kabmin-podav-zakonoproiekt-pro-adminvidpovidalnosti-za-porushennya-u-vodovidvedenni/>.
101. Експерти прогнозують Україні неминучий дефіцит питної води: названо причини. URL: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/eksperti-prognozujut-ukraini-neminuchij-deficit-pitnoi-vodi-nazvano-prichini/>.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

- Абсолютна маса 112
Аерорумбограма 42
Аеростаз 42
Акт 246, 247, 248
санітарно-топографічного обстеження
криниці 246
санітарно-топографічного обстеження
річки (струмка) 247
санітарно-топографічного обстеження
ставка 248
Аміак 69, 98, 121, 150
у питній воді 150, 151
у повітрі 70
Амоніфікація 130
Анемометр 40, 43, 44
крильчастий 40, 44
чашковий 40, 44
Антициклон 12
Аспіраційний (динамічний)
психрометр Ассмана 30, 33
Аспірація 31
Атмосфера Землі 10
Атмосферне повітря 10, 17
Атмосферний тиск 17
Барограф М-22 А 19
Барометр 17, 18
анероїд 17, 18
чашковий 17, 19
Батометр 133, 139
Молчанова 139
Зобелла 139
Родіної 139
Біогеохімічні зони (провінції)
України 106, 107
західна 107
південна 107
північно-східна 107
центральна 107
Біологічні властивості ґрунту 126, 131
Біохімічне споживання кисню водою
(БСК)₅ 171
Будівельні норми і правила (БНіП) 94
Вакуумні промені 53
Вентиляція 98
природна 98
штучна 98
комбінована 98
Ветеринарний пункт 91
Ветеринарні об'єкти 92
Вет-сан пропускник 92
Ветеринарно-санітарні об'єкти 91
Видимі промені сонячного спектру 52
жовті 52
зелені 52
оранжеві 52
сині 52
фіолетові 52
червоні 52
блакитні 52
Випаровування 24
Випромінювання 24
Відомчі норми технологічного
проектування (ВНТП) 90, 94
ВНТП-АПК 05.07 Підприємства
звірівництва і кролівництва 95
ВНТП-АПК 06.07 Конярські
підприємства 94
ВНТП-АПК-01.05 Скотарські
підприємства (комплекси, ферми, малі
ферми) 94
ВНТП-АПК-02.05 Свинарські
підприємства (комплекси, ферми, малі
ферми) 94
ВНТП-АПК-03.05 Вівчарські і козівничі
підприємства 95
ВНТП-АПК-04.05 Підприємства
птахівництва 95
ВНТП-АПК-07.06 Об'єкти ветеринарної
медицини 95
ВНТП-АПК-09.06 Системи віддалення,
обробки, підготовки та використання
гною 95
ВНТП-АПК-24.06 Підприємства з
переробки молока 95
Вода 123, 133
Вологість 30, 112
зерна 112
повітря 30

- абсолютна 31
- відносна 31
- дефіцит насичення 31
- максимальна 31
- точка роси 31
- Вологоємність ґрунту 129
- Волосяний гігрометр 35
- Вуглекислий газ 63, 65
- Гігієна тварин 8
- Гігрограф 36
- Гігрометр 36
- Гірська (висотна) хвороба 17
- Глиняний замок 135
- Гноєсховище 92
- Ґрунт 127
 - крупнозернистий 127
 - крупнопористий 127
- Ґрунтомір 130
- Дезблок 92
- Денітрифікація 152
- Допустимі мікрокліматичні умови 14
- Електроаспіратор «Тайфун» 82
- Ендемічний дефіцит йоду 108
- Єдина система конструкторської документації (ЄСКД) 96
- Житниця 116
- Забійно-санітарний пункт 91
- Залізо у питній воді 140, 156, 159
- Запах 111, 145
 - води 145
 - ароматний 146
 - болотний 146
 - гнильний 146
 - дерев'яний 146
 - земляний 146
 - невизначений 146
 - пліснявий 146
 - рибний 146
 - сірководневий 146
 - трав'яний 146
- зерна 111
 - гнильний 111
 - затхлий 111
 - медовий 112
 - мишачий 112
 - неприємний 112
 - оселедцевий 112
 - пліснявий 112
 - солодовий 112
 - сторонній 112
- Зараженість зерна 119
- Знезараження води 173
 - безреагентні (фізичні) 179
 - ультразвук 180
 - ультрафіолетові промені 173
 - кип'ятіння 173
 - реагентні (хімічні) 180
 - озонування 180
 - сріблення 180, 184
 - хлорування 180, 186
- Зона комфорту (індиферентна) 24
- Ізолятор для тварин 91
- Інфрачервоні промені 53
 - довгохвильові 54
 - короткохвильові 53
- Каламутність води 145
- Кандела 54
- Капілярність ґрунту 129
- Карбгемоглобін 63
- Катаіндекс 49
- Кесонна хвороба 17
- Кислотність ґрунту 131
- Кислотність зерна 113
- Колірність води 147
- Колі-титр ґрунту 131
- Комірні шкідники 118
 - амбарний довгоносик 118
 - борошняна вогнівка 118
 - великий борошняний хрущак 118
 - горохова зернівка 118
 - зерновий шашель 118
 - квасолева зернівка 118
 - кукурудзяний метелик 118
 - малий борошняний хрущак 118
 - хлібний жук або «Кузька» 118
- Конвекція 24
- Кратність обміну повітря 100
- Критичні температури 24
- Кульковий кататермометр 43, 48
- Кут отвору 55, 56

- Кут падіння 55
- Лабораторія ветеринарної медицини 92
- Лінія 96
 - виносна 96
 - розімкнута 96
 - розмірна 96
 - суцільна 96
 - суцільна тонка 96
 - суцільна хвиляста 96
 - штрихова 96
- Лужний гематин 63
- Люксметр фотоелектричний 58
- Люмен 54
- Макроклімат 13
- Максимальна пружність водяних парів 100
- Метгемоглобінемія 154
- Методи нормування природного освітлення 54, 57
 - непрямий – геометричний 54
 - прямий – світлотехнічний 57
- Мікробне число 131
- Мікроелементози 108
- Мікроклімат 13
- Мінералізація 150
- Масштаб 96
 - збільшення 96
 - зменшення 96
- Методи визначення кількості мікроорганізмів у повітрі 87
 - вільного осадження 87
 - просмоктування повітря і осадження мікроорганізмів на щільні живильні середовища 87
 - просмоктування повітря через рідинні стерильні живильні середовища 87
- Напрямок руху 46
- Натура зернофуражу 114
- Нітрати у питній воді 154
- Нітрат-тестер 123
- Нітрити у питній воді 152
- Нітрифікація 130
- Нітрофікація 130
- Нормативно-рекомендаційна документація 93
- Одиниця виміру «ppm» 62
- Окиснюваність води 162, 163
 - біхроматна 164
 - йодатна 164
 - перманганатна 164
 - церієва 164
- Освітленість 54
- Освітленість ґрунту 130
- Освітленість тваринницьких приміщень 51
- Очисні споруди 92
- Паскаль (Па) 18
- Період року 15
 - теплий 15
 - холодний 15
- Пил 80
 - за дисперсністю 80
 - видимий 80
 - мікроскопічний 80
 - ультрамікроскопічний 80
 - за походженням 80
 - неорганічний 80
 - металевий 80
 - мінеральний 80
 - органічний 80
 - рослинний 80
 - тваринний 80
 - штучний 80
 - за характером дії 81
 - алергічний 81
 - вовняний 81
 - синтетичний 81
 - виробничий 81
 - дратівливий 81
 - вапняний 81
 - лужний 81
 - інфекційний 81
 - мікроорганізми 81
 - спори 81
 - канцерогенний 81
 - азбест 81
 - сажа 81
 - цемент 81

пневмоконіотичний 81
 токсичний 81
 марганцевий 81
 миш'яковий 81
 свинцевий 81
 Плівчастість вівса 115
 Повітрообмін 98
 Повітропроникність ґрунту 128
 Погода 13
 Погодна станція 22
 Пористість ґрунту 128
 Портативний аналізатор повітря 67
 Портативний вимірювач погоди 36
 Послідосховище 92
 Приміщення для санітарної обробки тварин 92
 Присмак води 133, 147
 в'язучий 147
 гірко-солоний 147
 лужний 147
 металевий 147
 терпкий 147
 Проведення (кондукція) 24
 Проект 95
 експериментальний 95
 індивідуальний 95
 типовий 95
 Прозорість води 143
 Пурка літрова 114
 Річка 136
 Роза вітрів 41
 Розчинний у воді кисень 167
 Рух повітря 40
 Сажка 116
 Самозігрівання зерна 111
 Санітарно-захисні зони 90
 Світловий коефіцієнт (СК) 54
 Світловий потік 54
 Сила світла 54
 Силос 121
 Синдром хворого будинку» (СХБ) 64
 Сінаж 121
 Сірководень 76
 Сірчисте залізо 63
 Служба ветеринарної медицини 90
 Смак 112, 147
 води 147
 гіркий 147
 кислий 147
 солодкий 147
 солоний 147
 зерна 112
 гіркуватий 112
 кислуватий 112
 молочно-солодкуватий 112
 солодкуватий 112
 Соланін 123
 Спосіб Мора 157
 Ставок 135
 Статичний психрометр Августа 31
 Стрес 37
 тепловий 37
 холодовий 37
 Струмок 137
 Сульфати у питній воді 158, 159
 Тахікардія 17
 Тварини 51
 довгоденні 51
 короткоденні 51
 нейтральна фотоперіодична група 51
 проміжна група 51
 Температура 24, 142
 води 142
 повітря 24
 Температурно-вологісний індекс (ТВІ) 37
 Тепловий баланс тваринницьких приміщень 102
 негативний 102
 позитивний 102
 Термобарометр 22
 Термогігробарометр 21
 Термометр 25
 безконтактний 27
 біметалевий 25, 27
 електричний 25
 інфрачервоний 27
 ртутний 25
 спиртовий 25

Титр кишкової палички 131	легкі 15
Ультрафіолетові промені 53	середньої важкості 15
довгохвильові А 53	Фізіологічні показники вологості 31
короткохвильові С 53	Хімічна терморегуляція 24
середньохвильові В 53	Хімічне споживанням кисню водою (ХСК) 171
Умови мікроклімату 62	Хлориди у питній воді 156
допустимі умови 62	Циклон 11, 12
обмежено допустимі 62	позатропічний 12
оптимальні 62	тропічний 12
підвищено оптимальні умови 62	Швидкість руху повітря 42, 43
Універсальний газовий аналізатор	Шкала Бофорта 228
УГ-2 74	Шкала Реомюра 29
Фактор кататермометра 48	Шкала Фаренгейта 29
Фізична терморегуляція 24	Штучне освітлення 51, 59
Фізичні роботи 15	Щуп для відбору проб зерна 109
важкі 15	

ДОДАТКИ

ДОДАТОК 1

ПЕРЕВЕДЕННЯ БАРОМЕТРИЧНОГО ТИСКУ З ПАСКАЛІВ (ПА) У ММ РТ. СТ.

Па	мм рт. ст.
980	735
982	736
983	737
984	738
986	739
987	740
988	741
990	742
991	743
992	744
994	745
995	746
996	747
998	748
999	749
1000	750
1002	751
1003	752
1004	753
1006	754
1007	755
1008	756
1010	757
1011	758
1012	759
1014	760
1015	761
1016	762
1017	763
1018	764
1019	765
1020	766
1022	767
1023	768
1024	769
1025	770
1026	771
1027	772
1028	773

**3. ЗАЛЕЖНІСТЬ ПАРЦІАЛЬНОГО ТИСКУ КИСНЮ
В АТМОСФЕРНОМУ ТА АЛЬВЕОЛЯРНОМУ ПОВІТРІ ВІД ВИСОТИ НАД РІВНЕМ МОРЯ**

4.

Висота над рівнем моря, тис. м	Загальний атмосферний тиск повітря, P_0		Парціальний тиск кисню вдихуваного повітря, $PO_2 \downarrow$		Розрахунковий $PO_2 \downarrow$ альвеолярного повітря	
	гПа	мм рт. ст.	гПа	мм рт. ст.	гПа	мм рт. ст.
0	1013,1	760,0	212,7	159,6	198,6	149,0
0,5	954,4	716,0	200,5	150,4	186,6	140,0
1,0	898,6	674,1	188,7	141,6	174,6	131,0
1,5	845,4	634,2	177,5	133,2	163,4	122,6
2,0	794,6	596,1	166,9	125,2	152,9	114,7
2,5	746,6	560,1	156,8	117,6	142,9	107,2
3,0	700,9	525,8	147,2	110,4	133,3	100,0
3,5	657,4	493,2	138,1	103,6	124,2	93,2
4,0	616,2	462,3	129,4	97,1	115,6	86,7
4,5	577,1	462,9	121,2	90,9	105,4	80,6
5,0	539,9	405,0	113,4	85,1	99,7	74,8
5,5	516,8	387,7	108,5	81,4	95,0	71,3
6,0	471,6	353,8	109,0	74,3	85,5	64,2
6,5	440,1	330,2	101,8	69,3	78,8	59,1
7,0	410,4	307,9	94,9	64,6	72,6	54,5
8,0	355,7	266,9	82,3	56,0	61,2	45,9
9,0	307,1	230,4	71,0	48,3	50,9	38,2
10,0	264,2	198,2	61,1	41,6	42,0	31,5
10,5	244,4	183,4	56,5	38,5	37,8	28,4
11,0	225,8	169,4	50,7	34,5	34,0	25,5
11,5	208,7	156,6	48,2	32,8	30,5	22,9
12,0	192,7	144,6	44,5	30,3	27,2	20,4
12,5	178,2	133,7	41,2	28,0	24,1	18,1
13,0	164,8	123,7	38,1	25,9	21,3	16,0
13,5	152,2	114,2	35,3	24,0	18,7	14,0
14,0	140,7	105,6	32,6	22,2	16,3	12,2



Рис. 1.33. Термометр інфрачервоний [53, 54]



Рис. 1.34. Термогігрометр EZODO HT-390 [55]



Рис. 1.35. Настільний термогігрометр [56]

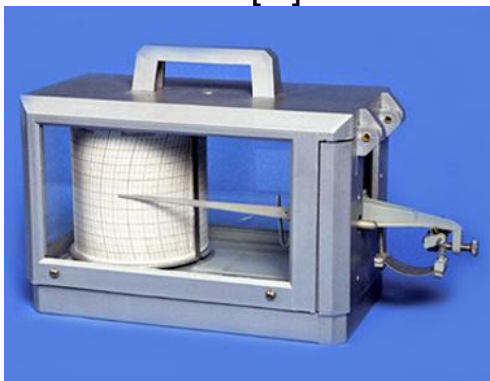


Рис. 1.36. Термограф [57]



Рис. 1.37. Біметалевий термометр [58]



Рис. 1.38. Електричний термометр [59]



Рис. 1.39. Термоанемометр [60]



Рис. 1.40. Термометр ректальний для всіх тварин [61]



Рис. 1.41. Термометр вушний для дрібних тварин [62]



Рис. 1.42. Термометр ветеринарний AG-102 для ВРХ [63]



Рис. 1.43. Термометр ветеринарний [64]



Рис. 1.44. Термометр ветеринарний для ВРХ [65]



Рис. 1.45. Термометр цифровий для великих тварин [66]



Рис. 1.46. Віконний термометр TFA 145000 [67]

ВЕЛИКА РОГАТА ХУДОБА

Основні параметри мікроклімату в приміщеннях для утримання великої рогатої худоби
(ВНТП-АПК-01.05)

Показник	Технологічні групи тварин			
	телята до 20-денного віку	телята від 14 днів до 6 місяців	молодняк від 6 до 12 місяців	молодняк старше року і дорослі тварини
Температура повітря в зимовий і перехідний періоди, °С	17	15	12	10
Відносна вологість повітря у зимовий і перехідний періоди, %	75	75	75	75
Швидкість руху повітря, м/с, у період:				
зимовий	0,15	0,20	0,30	0,30
перехідний	0,20	0,30	0,50	0,50
Повітрообмін на 1 ц живої маси, м³/год., у період:				
зимовий	45	30	25	17 – 20
перехідний	65	55	45	35
літній	–	–	–	70
Коефіцієнт природної освітленості (КПО), %	1,5 – 2,0	1,5 – 2,0	1,5 – 1,8	1,0 – 1,2
Мікробна забрудненість, тис.тіл/м³	до 20	до 40	до 70	до 70
Концентрація: пилу, мг/м³	до 2,0	до 3,0	до 30	до 3,0
CO ₂ , %	0,15	0,20	0,25	0,25
NH ₃ , мг/м³	10	10	15	20
H ₂ S, мг/м³	5	5	10	10

ДРІБНА РОГАТА ХУДОБА**Температура та відносна вологість повітря вівчарень**

Призначення будівель і приміщень	Температура повітря в приміщеннях, °С			Відносна вологість, %	
	розрахункова	межі		максимум	мінімум
		максимум	мінімум		
1. Приміщення для баранів, цапів, кітних і холостих маток ремонтного молодняку, відгодівельного поголів'я	не нормується				
2. Приміщення для ягіння	16	18	10	75	40
3. Приміщення для утримання маток з ягнятами, козенятами до 20-добового віку	12	15	8	75	40
4. Приміщення для штучного вирощування ягнят (козенят) віком:					
до 45 діб	16	18	12	70	40
старше 45 діб	12	14	6	75	40
5. Манеж для взяття сперми і осіменіння маток	18	20	16	70	40

СВИНІ**Температурні норми для утримання свиней залежно від типу підлоги (ВНТП-АПК-02.05)**

Групи тварин	Температура повітря в приміщенні, °С			
	Тверда підлога з підстилкою	Частково щілинна підлога	Повністю щілинна підлога	Під навісами на будь-якій підстилці (в зоні лігва)
Підсисні свиноматки	18	20	22	—
Лігво для поросят	30 – 20	30 – 22	30 – 22	—
Поросята:				
10 кг	18	22	25	—
20 кг	16	20	22	—
Поросні свиноматки:				
групове утримання	14	16	18	—
одиначне утримання	16	18	20	—
Свині на відгодівлі:				
масою більше 40 кг	16	18	20	12 – 14
масою більше 80 кг	12	15	18	8 – 10

ДОДАТОК 7

КОНИ
Параметри мікроклімату конюшень (ВНТП-АПК-06.07)

Показники	Жеребні кобили	Робочі коні	Племінні коні	Молодняк коней у тренінгу
Температура, °C	12 – 18	4 – 6	5 (4 – 6)	6 (4 – 8)
Відносна вологість, %	75	85	70 (60 – 80)	70 (60 – 80)
Швидкість руху повітря, м/с				
холодний період	0,2	0,2	0,3	0,2
перехідний період	0,4	0,3	0,5	0,4
теплий період	0,8	0,7 – 1,0	1,0	0,8
Повітрообмін на одну тварину, м³/год.				
холодний період	50	30	50	30
перехідний період	70	50	70	50
теплий період	100	70	100	70
Вміст шкідливих газів				
CO ₂ , %	0,25	0,20	0,25	0,20
NH ₃ , мг/м³	20	20	20	20
H ₂ S, мг/м³	10	10	10	10
Бактеріальна забрудненість, мікробних тисяч тіл на 1 м³ повітря	150	150	150	150
КПО	1,0	0,5	0,5	1,5
СК	1 : 20	1 : 20	1 : 10	1 : 10
Штучне освітлення, лк	50 – 100	30 – 50	50 – 100	50 – 100

ДОДАТОК 8

КРОЛІ ТА ХУТРОВІ ЗВІРІ
Нормативні параметри мікроклімату в будівлях

Призначення приміщень	Температура, °С			Відносна вологість, %	Швидкість повітря, м/сек
	оптимальна	гранична			
		верхня	нижня		
Для утримання самок з кролятами на підсисі	15 – 18	25	12	65	не більше 0,3
Для утримання кролів інших груп	10	23	5	75	не більше 0,3
Для утримання нутрій	15	25	10	85	не більше 0,3

Параметри мікроклімату приміщень для утримання птиці

Вид і вікова група птиці	Оптимальна температура в холодний період року, °C			Оптимальна відносна вологість, %
	підлогове утримання		кліткове утримання	
	в приміщенні	під брудером		
А. Доросла птиця				
Кури	16 – 18	–	16 – 18	60 – 70
Індики	16	–	16	60 – 70
Качки	14	–	–	70 – 80
Гуси	14	–	–	70 – 80
Цесарки	16	–	16	65 – 70
Перепілки	–	–	20 – 22	60 – 70
Б. Молодняк птиці				
Молодняк курей віком, тижнів:				
Ремонтний:				
1	28 – 26	35 – 33	33 – 31	60 – 70
2 – 3	26 – 24	32 – 28	30 – 26	60 – 70
4	24 – 22	28 – 26	25 – 24	60 – 70
5 – 9	18 – 16	–	23 – 20	60 – 70
10 – 17 (19) – 22 (26)	16	–	20 – 18	60 – 70
Курчата-бройлери – 1	28 – 26	35 – 30	32 – 28	65 – 70
2 – 3	22	29 – 26	25 – 24	65 – 70
4 – 6	20	–	20	65 – 70
7 – 9	18	–	18	65 – 70
Молодняк індиків віком, тижнів:				
1	30 – 28	37 – 30	35 – 32	60 – 70
2 – 3	28 – 22	29 – 25	31 – 27	60 – 70
4 – 5	21 – 19	25 – 21	26 – 22	60 – 70
6 – 17	20 – 17	–	21	60 – 70
18 – 33 (36)	16	–	18	60 – 70
Молодняк качок віком, тижнів:				
1	26 – 22	35 – 26	31 – 24	65 – 75
2 – 4	20	25 – 22	24 – 20	65 – 75
5 – 8	16	–	18	65 – 75
9 – 26 (28)	14	–	14	65 – 75
Молодняк гусей віком, тижнів:				
1	26 – 24 – 30	30 – 28	30 – 28	65 – 75
2 – 3	24 – 22	28 – 26	28 – 26	65 – 75
4	20 – 18	24 – 22	24 – 22	65 – 75
5 – 9	20 – 18	20 – 18	20 – 18	–
10 – 34	14	–	14	70 – 80
Молодняк цесарок віком, тижнів:				
1	30 – 25	36 – 30	32	60 – 65
2 – 3	22 – 20	27 – 25	27	65 – 70
4 – 30	18 – 16	–	16	65 – 70
Молодняк перепелів віком, тижнів:				
1	–	–	35 – 33	60 – 70
2 – 3	–	–	30 – 23	60 – 70
4 – 7	–	–	22 – 20	60 – 70

**Максимальна пружність водяної пари,
мм рт.ст.**

Температура, °C	Десяті частки градуса									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	4,60	4,63	4,67	4,70	4,73	4,77	4,80	4,84	4,87	4,91
1	4,94	4,98	5,01	5,05	5,08	5,12	5,16	5,19	5,23	5,27
2	5,30	5,34	5,38	5,42	5,45	5,49	5,53	5,57	5,61	5,65
3	5,69	5,73	5,77	5,81	5,85	5,89	5,93	5,97	6,01	6,06
4	6,10	6,14	6,18	6,23	6,27	6,31	6,36	6,40	6,45	6,49
5	6,53	6,58	6,63	6,67	6,72	6,78	6,81	6,86	6,90	6,95
6	7,00	7,05	7,10	7,15	7,19	7,24	7,29	7,34	7,39	7,44
7	7,49	7,54	7,60	7,65	7,70	7,75	7,80	7,86	7,91	7,96
8	8,02	8,07	8,13	8,18	8,24	8,29	8,35	8,40	8,46	8,52
9	8,57	8,63	8,69	8,75	8,81	8,87	8,93	8,99	9,05	9,11
10	9,17	9,23	9,25	9,35	9,41	9,47	9,54	9,60	9,67	9,73
11	9,79	9,86	9,92	9,99	10,05	10,12	10,19	10,26	10,32	10,39
12	10,46	10,53	10,60	10,67	10,73	10,80	10,88	10,95	11,02	11,09
13	11,16	11,24	11,31	11,38	11,46	11,53	11,61	11,68	11,76	11,83
14	11,91	11,99	12,06	12,14	12,22	12,30	12,38	12,46	12,54	12,62
15	12,70	12,78	12,86	12,95	13,03	13,11	13,20	13,28	13,37	13,45
16	13,54	13,62	13,71	13,80	13,89	13,97	14,06	14,15	14,24	14,33
17	14,41	14,51	14,61	14,70	14,79	14,88	14,98	15,07	15,17	15,26
18	15,36	15,45	15,55	15,65	15,75	15,85	15,95	16,05	16,15	16,25
19	16,32	16,45	16,55	16,66	16,76	16,86	16,96	17,07	17,18	17,25
20	17,39	17,50	17,61	17,72	17,83	17,94	18,05	18,16	18,27	18,38
21	18,15	18,61	18,72	18,84	18,95	19,07	19,19	19,31	19,42	19,54
22	19,66	19,78	19,90	20,02	20,14	20,27	20,39	20,51	20,64	20,76
23	20,91	21,02	21,14	21,27	21,41	21,53	21,66	21,79	21,97	22,05
24	22,18	22,32	22,45	22,59	22,72	22,86	23,00	23,14	23,24	23,41
25	23,55	23,69	23,83	23,98	24,18	24,26	24,41	24,53	24,70	24,84
26	24,99	25,14	25,29	25,44	25,39	25,74	25,89	26,05	26,20	26,35
27	26,51	26,66	26,82	26,98	27,14	27,29	27,45	27,62	27,78	27,94
28	28,10	28,27	28,43	28,60	28,77	28,93	29,10	29,27	29,44	29,61
29	29,78	29,96	30,13	30,31	30,48	30,65	30,83	31,01	31,19	31,37

Визначення швидкості руху повітря за кататермометром

Н/Q	Швидкість, м/с.	Н/Q	Швидкість, м/с.
0,30	0,011	0,67	1,27
0,31	0,023	0,68	1,31
0,32	0,035	0,69	1,36
0,33	0,050	0,70	1,40
0,34	0,070	0,71	1,45
0,35	0,076	0,72	1,49
0,36	0,09	0,73	1,54
0,37	0,11	0,74	1,58
0,38	0,13	0,75	1,62
0,39	0,15	0,76	1,67
0,40	0,17	0,77	1,72
0,41	0,19	0,78	1,76
0,42	0,21	0,79	1,81
0,43	0,23	0,80	1,86
0,44	0,25	0,81	1,91
0,45	0,28	0,82	1,95
0,46	0,31	0,83	2,00
0,47	0,34	0,84	2,05
0,48	0,37	0,86	2,11
0,49	0,40	0,87	2,17
0,50	0,44	0,88	2,22
0,51	0,48	0,89	2,28
0,52	0,52	0,90	2,34
0,53	0,56	0,91	2,39
0,54	0,60	0,92	2,45
0,55	0,69	0,93	2,51
0,56	0,74	0,94	2,56
0,57	0,82	0,95	2,62
0,58	0,90	0,96	2,68
0,59	0,96	0,97	2,74
0,60	1,0	0,98	2,80
0,61	1,04	0,99	2,86
0,62	1,09	1,00	2,93
0,64	1,14	1,01	2,99
0,65	1,18	1,02	3,06
0,66	1,22	1,03	3,12

ДОДАТОК 12

Норми швидкості руху повітря у приміщеннях для утримання великої рогатої худоби (ВНТП-АПК-01.05)

Показник	Технологічні групи тварин			
	телята до 20-денного віку	телята від 14 днів до 6 місяців	молодняк від 6 до 12 місяців	молодняк старше року і дорослі тварини
Швидкість руху повітря, м/с, у період:				
зимовий	0,15	0,20	0,30	0,30
перехідний	0,20	0,30	0,50	0,50
Повітрообмін на 1 ц живої маси, м³/год., у період:				
зимовий	45	30	25	17 – 20
перехідний	65	55	45	35
літній	–	–	–	70

ДОДАТОК 13

Норми швидкості руху повітря у приміщеннях для утримання дрібної рогатої худоби (ВНТП – АПК – 03.05)

Назва приміщень	Швидкість руху повітря, м/с		
	холодний	перехідний	теплый
Приміщення для утримання баранів (цапів) і маток з ягнятами (козенятами) віком старше 20 днів	0,3	0,5	1,0
Приміщення для ягніння (в період ягніння)	0,2	0,2	0,5
Приміщення для штучного вирощування ягнят та козенят	0,2	0,2	0,3
Манеж, приміщення для утримання маток після відлучення ягнят (козенят) та ремонтного молодняку	0,3	0,2	1,0

ДОДАТОК 14

Норми швидкості руху повітря в приміщеннях для утримання свиней (ВНТП-АПК-02.05)

Найменування приміщень	Швидкість руху повітря, м/с	
	холодний та перехідний періоди року	теплый період року
1. Приміщення для утримання холостих і поросних маток і кнурів	0,3	1,0
2. Приміщення для утримання ремонтного молодняку і відлучених поросят	0,2	0,6
3. Приміщення для утримання відгодівельного поголів'я	0,3	1,0
4. Приміщення для утримання поросних маток (за 7 – 10 днів до опоросу) та маток з приплодом	0,15	0,4

ДОДАТОК 15**Норми швидкості руху повітря в приміщеннях для утримання кролів і хутрових звірів
(ВНТП – АПК – 05.07)**

Призначення приміщень	Швидкість повітря, м/сек
Для утримання самок з кроленятами на підсисі	не більше 0,3
Для утримання кролів інших груп	не більше 0,3
Для утримання нутрій	не більше 0,3

ДОДАТОК 16**Норми швидкості руху повітря в приміщеннях для утримання птиці (ВНТП – АПК 04.05)**

Пташники	Показники швидкості руху повітря, м/с					
	холодний період року			теплий період року		
	мінімум	оптимум	максимум	мінімум	оптимум	максимум
Для дорослих курей, індиків, цесарок, перепелів	0,2	0,3	0,6	0,3	0,6	1,0
Для дорослих качок і гусей	0,2	0,5	0,8	0,3	0,8	1,2
Для молодняку курей, качок, гусей, індиків, цесарок, перепелів	0,1	0,2	0,5	0,2	0,4	0,6

ДОДАТОК 17

Таблиця натуральних тригонометричних величин

Тангенс кута	Величина, град.	Тангенс кута	Величина, град.
0,25	14,0	0,84	40,0
0,29	16,0	0,90	44,0
0,32	18,0	1,00	45,0
0,36	20,0	1,11	48,0
0,40	22,0	1,23	51,0
0,45	24,0	1,38	54,0
0,49	26,0	1,54	57,0
0,53	28,0	1,73	60,0
0,57	30,0	1,96	63,0
0,62	32,0	2,25	66,0
0,67	34,0	2,60	69,0
0,73	36,0	3,08	72,0
0,78	38,0	4,01	76,0
0,82	39,0	5,67	89,0

ДОДАТОК 18

Норми природного освітлення деяких приміщень різного призначення

Вид приміщення	Коефіцієнт природної освітленості (КПО), не менше, %	Світловий коефіцієнт (СК)	Кут падіння (°), не менше, °	Кут отвору (°), не менше, °	Коефіцієнт заглиблення приміщення
1. Навчальні приміщення (аудиторії)	1,25 – 1,5	1:4 – 1:5	27	5	2
2. Житлові кімнати	1,0	1:5 – 1:6	27	5	2
3. Лікарняні палати	0,5	1:6 – 1:8	27	5	2
4. Операційні	2,0	1:2 – 1:3	27	5	2

Параметри освітленості у будівлях та спорудах для тваринництва

Будівлі та приміщення	Норми природного освітлення		Штучне освітлення в зоні розміщення тварин, ЛК	
	коефіцієнт природного освітлення (КПО), %	світловий коефіцієнт (СК)	газорозрядні лампи	лампи розжарювання
1. Корівники:				
а) приміщення для прив'язного та безприв'язного утримання тварин, з годівлею у стійлах	0,8 – 1,0	1:10 – 1:15	75	30
б) те саме, з годівлею на вигулах	0,4 – 0,6	1:20 – 1:30	60	25
в) доїльні приміщення і молочні	0,5 – 0,6	1:15 – 1:20	300	150
2. Родильні відділення, профілакторії для телят, ізолятори	0,8 – 1,0	1:10 – 1:15	150 – 100	100 – 50
3. Телятники	0,5 – 0,8	1:10 – 1:15	75	30
4. Свинарники:				
а) для маток, кнурів, відлучених поросят та ремонтного молодняку	0,6 – 0,8	1:10 – 1:15	75	30
б) для відгодівельного молодняку	0,2 – 0,3	1:20 – 1:30	50	20
5. Кошари	0,2 – 0,3	1:20 – 1:30	40	20
6. Конюшні	0,2 – 0,3	1:20 – 1:30	40	20
7. Пташники:				
а) для підлогового утримання птиці	0,3 – 0,4	1:20 – 1:30	40	20
б) для кліткового утримання птиці	0,4 – 0,5	1:10 – 1:15	50	30
8. Інкубаторії	0,2 – 0,3	1:10 – 1:15	40	20
9. Ветеринарні будівлі:				
а) амбулаторії	0,8 – 1,0	1:10 – 1:15	150-100	100-50
б) стаціонари та ізолятори для тварин	0,5 – 0,8	1:10 – 1:15	75	30
10. Будівлі та приміщення для приготування кормів	0,3 – 0,4	1:20 – 1:30	50	30
11. Санпропускники для обслуговуючого персоналу	0,5 – 0,6	1:15 – 1:20	150 – 100	100 – 50
12. Складські приміщення для зберігання кормів	0,1 – 0,2	1:20 – 1:30	30	20

Таблиця для перерахунку об'єму повітря при нормальній температурі і тиску

T°C	$1+0,0036 \frac{t}{273}$ (1+αt)	Атмосферний тиск, В	$\frac{В}{760}$	T°C	$1+0,0036 \frac{t}{273}$ (1+αt)	Атмосферний тиск, В	$\frac{В}{760}$
-20	0,9267	726	0,9553	+8	1,0293	754	0,9921
-19	0,9303	727	0,9566	+9	1,0330	755	0,9934
-18	0,9340	728	0,9579	+10	1,0367	756	0,9947
-17	0,9377	729	0,9592	+11	1,0403	757	0,9961
-16	0,9413	730	0,9605	+12	1,0440	758	0,9974
-15	0,9450	731	0,9618	+13	1,0476	759	0,9987
-14	0,9484	732	0,9632	+14	1,0513	760	1,0000
-13	0,9523	733	0,9645	+15	1,0550	761	1,0013
-12	0,9560	734	0,9658	+16	1,0586	762	1,0026
-11	0,9597	735	0,9671	+17	1,0623	763	1,0039
-10	0,9633	736	0,9684	+18	1,0660	764	1,0053
-9	0,9670	737	0,9697	+19	1,0696	765	1,0066
-8	0,9707	738	0,9710	+20	1,0733	766	1,0079
-7	0,9743	739	0,9724	+21	1,0770	767	1,0092
-6	0,9780	740	0,9737	+22	1,0806	768	1,0105
-5	0,9817	741	0,9750	+23	1,0843	769	1,0118
-4	0,9853	742	0,9763	+24	1,0880	770	1,0132
-3	0,9890	743	0,9776	+25	1,0917	771	1,0145
-2	0,9927	744	0,9789	+26	1,0953	772	1,0158
-1	0,9963	745	0,9803	+27	1,0990	773	1,0171
0	1,0000	746	0,9816	+28	1,1027	774	1,0184
+1	1,0037	747	0,9829	+29	1,1063	775	1,0197
+2	1,0073	748	0,9842	+30	1,1100	776	1,0211
+3	1,0110	749	0,9855	+31	1,1137	777	1,0224
+4	1,0147	750	0,9868	+32	1,1173	778	1,0237
+5	1,0183	751	0,9882	+33	1,1210	779	1,0250
+6	1,0220	752	0,9885	+34	1,1247	780	1,0263
+7	1,0257	753	0,9908				

ДОДАТОК 21

**Концентрація шкідливих газів у повітрі приміщень для утримання великої рогатої худоби
(ВНТП-АПК-01.05)**

Показник	Технологічні групи тварин			
	телята до 20-денного віку	телята від 14 днів до 6 місяців	молодняк від 6 до 12 місяців	молодняк старше року і дорослі тварини
Концентрація: пилу, мг/м ³	до 2,0	до 3,0	до 3,0	до 3,0
CO ₂ , %	0,15	0,20	0,25	0,25
NH ₃ , мг/м ³	10	10	15	20
H ₂ S, мг/м ³	5	5	10	10

ДОДАТОК 22

**Концентрація шкідливих газів у повітрі приміщень для утримання дрібної рогатої худоби
(ВНТП – АПК – 03.05)**

Назва приміщень	Концентрація шкідливих газів		
	CO ₂ , %	NH ₃ , мг/м ³	H ₂ S, мг/м ³
Приміщення для утримання баранів (цапів) і маток з ягнятами (козенятами) віком старше 20 днів	0,25	0,02	0,01
Приміщення для окоту (в період окоту)	0,25	0,01	0,01
Приміщення для штучного вирощування ягнят та козенят	0,25	0,01	0,01
Манеж, приміщення для утримання маток після відлучення ягнят (козенят) та ремонтного молодняка	0,25	0,02	0,01

ДОДАТОК 23

Межі припустимих концентрацій вуглекислого газу у повітрі виробничих приміщень для свиней має бути не більше 0,2 % (об'ємних) або 2 л/м³, аміаку – до 20,0 мг/м³, сірководню – до 10,0 мг/м³ (ВНТП – АПК – 02.05).

ДОДАТОК 24

Концентрація шкідливих газів у повітрі приміщень для утримання коней (ВНТП-АПК-06.07)

Показники	Жеребні кобили	Робочі коні	Племінні коні	Молодняк коней у тренінгу
Вміст шкідливих газів				
CO ₂ , %	0,25	0,20	0,25	0,20
NH ₃ , мг/м ³	20	20	20	20
H ₂ S, мг/м ³	10	10	10	10

ДОДАТОК 25

Межі припустимих концентрацій пилу, мікроорганізмів і шкідливих газів у повітрі приміщень для утримання птиці (ВНТП – АПК 04.05)

Підрозділи приміщення	Пил, мг/м ³	Мікроорганізми, тис. тіл/м ³	CO ₂ , %	Аміак, мг/м ³
1 Батьківське стадо				
Приміщення для дорослої птиці при клітковому утриманні	5,0	220,0	0,25	15,0
Приміщення для птиці при утриманні на підлозі	8,0	500,0	0,25	15,0
Територія підрозділу, місця забору повітря	1,2	25,0	0,3	2,0
2 Ремонтний молодняк				
Приміщення для вирощування молодняку в кліткових батареях	–	–	0,25	15,0
Приміщення для вирощування на підлозі	–	–	0,25	15,0
Територія підрозділу, місця забору повітря	–	–	0,3	1,5
3 Цех інкубації				
Приміщення для інкубації	–	–	0,15	10,0
Територія цеху інкубації, місця забору повітря	–	–	0,3	1,0

ДОДАТОК 26

Максимально-допустимі рівні пилу та мікроорганізмів у повітрі тваринницьких приміщень

Спосіб утримання тварин	Концентрація пилу, мг/м ³ , в період року		Число мікробних тіл, тис. в 1 м ³ повітря
	холодний	теплый	
Велика рогата худоба:			
прив'язний та безприв'язний	0,8 – 10	1,2 – 1,5	до 70
на глибокій підстилці	1,5	3,0	до 100
пологове відділення і профілакторій	0,5	1,0	не більше 30
молодняк	1,0	1,5	до 50
Свині:			
кнури та поросні матки	0,5	1,0	до 60
ремонтний молодняк	1,0	1,5	до 50
на відгодівлі	1,0	3,0	до 100
Вівці:			
матки та барани	1,5	2,5	до 100
тепляки	1,0	1,5	до 50
Птиця:			
кури	2,0	4,0	до 220
курчата в віці, діб:			
1 – 30	1,5	2,0	до 120
31 – 60	1,5	2,5	до 150
61 – 150	2,0	5,0	до 180

Гранично допустимі концентрації пилу, мікроорганізмів і шкідливих газів

Підрозділи приміщення	Пил, мг/м ³	Мікроорганізми, тис. тіл/м ³	CO ₂ , %	Аміак, мг/м ³
1 Батьківське стадо				
Приміщення для дорослої птиці при клітковому утриманні	5,0	220,0	0,25	15,0
Приміщення для птиці при утриманні на підлозі	8,0	500,0	0,25	15,0
Територія підрозділу, місця забору повітря	1,2	25,0	0,3	2,0
2 Ремонтний молодняк				
Приміщення для вирощування молодняку в кліткових батареях	–	–	0,25	15,0
Приміщення для вирощування на підлозі	–	–	0,25	15,0
Територія підрозділу, місця забору повітря	–	–	0,3	1,5
3 Цех інкубації				
Приміщення для інкубації	–	–	0,15	10,0
Територія цеху інкубації, місця забору повітря	–	–	0,3	1,0

Норми виділення тваринами тепла і водяної пари

Група тварин	Маса тварин, кг	Тепло, ккал/год, вільне	Водяна пара, г/год
1	2	3	4
Корови тільні, сухостійні та нетелі	300	477	319
	400	569	380
	600	733	489
	800	861	574
Корови лактуючі, при рівні лактації: 5 л	300	474	316
	400	565	377
	500	602	408
	600	727	485
10 л	300	510	340
	400	605	404
	500	682	455
	600	757	505
15 л	300	588	395
	400	687	458
	500	760	507
	600	823	549
20 л	400	728	463
	600	843	537
	800	961	619
Бугаї-плідники	400	550	350
	600	660	430
	800	780	516
	1000	920	610
Воли на відгодівлі	400	738	493
	600	898	599
	800	1073	715
	1000	1269	846
Телята: до 1 місяця	30	79	53
	40	112	74
	50	137	92
	80	202	135
від 1 до 3 місяців	40	117	78
	60	170	113
	100	266	177
	130	302	202
від 3 до 4 місяців	90	196	131
	120	292	195
	150	302	202
	200	398	265

1	2	3	4
Молодняк від 4 місяців і старше	120	255	170
	180	324	216
	250	392	261
	350	515	344
Кнури-плідники	100	212	142
	200	292	194
	300	372	250
Матки холості і поросні	100	175	117
	150	202	135
	200	233	156
Матки підсисні з поросятами	100	420	282
	150	480	320
	200	555	370
Ремонтний та молодняк на відгодівлі	50	123	89
	60	161	107
	80	185	124
	100	206	138
	120	226	151
Дорослі свині на відгодівлі	100	228	153
	200	302	202
	300	388	267
Барани	50	123	70
	80	160	98
	100	172	98
Матки холості	40	90	52
	50	108	62
	60	134	78
Матки суягні	40	108	62
	50	123	70
	60	134	78
Жеребці-плідники	400	551	318
	600	728	430
	800	884	527
	1000	1037	623
Кобили холості та мерини	400	461	278
	600	606	362
	800	738	440
Кобили жеребі	400	551	318
	600	717	412
	800	884	508
Кобили підсисні з приплодом	600	1192	680
	800	1522	878

ДОДАТОК 29

Середня абсолютна вологість повітря, г/м³

Зона	Абсолютна вологість атмосферного повітря по місяцях				
	листопад	грудень	січень	лютий	середнє за період
Київ	4,5	3,4	2,9	2,9	3,43
Вінниця	4,8	3,6	3,0	3,1	3,63
Львів	4,9	3,8	3,2	3,4	3,83
Полтава	4,6	3,1	2,7	2,8	3,30
Харків	4,4	3,0	2,6	2,6	3,15
Донецьк	5,8	3,2	2,8	2,8	3,65
Херсон	5,3	4,1	3,6	3,5	4,13

ДОДАТОК 30

Швидкість руху повітря у вентиляційних трубах залежно від їх висоти і різниці температури повітря всередині приміщення і зовні

Різниця температури внутрішнього і зовнішнього повітря, °С	Висота труби, м						
	4	5	6	7	8	9	10
6	0,64	0,73	0,80	0,87	0,92	0,98	1,03
8	0,76	0,84	0,93	1,00	1,07	1,14	1,20
10	0,85	0,95	1,05	1,12	1,20	1,28	1,34
12	0,93	1,05	1,15	1,24	1,32	1,40	1,48
14	1,01	1,13	1,24	1,34	1,43	1,52	1,60
16	1,09	1,22	1,33	1,44	1,54	1,63	1,72
18	1,16	1,29	1,42	1,53	1,64	1,74	1,83
20	1,23	1,37	1,50	1,62	1,73	1,84	1,94
22	1,29	1,44	1,58	1,71	1,82	1,94	2,04
24	1,35	1,51	1,66	1,79	1,91	2,03	2,14
26	1,41	1,58	1,73	1,87	2,00	2,12	2,24
28	1,47	1,65	1,80	1,98	2,08	2,21	2,33
30	1,53	1,71	1,87	2,02	2,16	2,30	2,42
32	1,59	1,77	1,94	2,10	2,24	2,38	2,51
34	1,64	1,84	2,01	2,17	2,32	2,46	2,60
36	1,69	1,90	2,08	2,24	2,40	2,54	2,68
38	1,75	1,96	2,14	2,32	2,47	2,62	2,77
40	1,80	2,02	2,21	2,39	2,55	2,70	2,85

Загальний коефіцієнт теплопровідності (K) для деяких конструкцій огорож та матеріалів

Конструкція огорожень	Товщина огорожень		ккал/год/ м²/град
	у цеглинах	без штукатурки см	
Стіна цегляна, цегла глиняна звичайна	2,5	64	0,89
Цегла без штукатурки	2,0	51	1,10
Стіни саманні	2,0	67	0,75
Стіни дерев'яні	—	25	0,65
Стіни (в середньому)	—	—	0,89
Стеля — по балках, із дерев'яних пластин, завтовшки 5 см, глиняно-піщана змазка 2 см, шар тирси (зверху шар землі 6 см без штукатурки)	Товщина шару тирси		
	15	27	0,39
	12	24	0,45
	8	22	0,51
	10	20	0,59
Вікна: одинарні	—	—	5,0
подвійні	—	—	2,3
Суцільні дерев'яні зовнішні двері та ворота: одинарні	—	—	4,0
подвійні	—	—	2,0
Підлога (в середньому)	—	—	0,22
глиняно-піщана	—	—	0,60
дерев'яна	—	—	0,15

АКТ
санітарно-топографічного обстеження криниці

1. _____
поштова адреса господарства

2. _____
місцезнаходження

3. _____
гідрогеологічні дані

4. _____
рельєф ділянки розміщення

5. _____
водопідйомні пристосування

6. _____
якість води

7. _____
санітарні дані

8. _____
облаштування криниці, свердловини

9. _____
місце роботи, посада

_____ (_____)
дата підпис прізвище, ім'я, по батькові

АКТ
санітарно-топографічного обстеження ставка

1. _____
місцезнаходження, назва

2. _____
розміри

3. _____
ґрунт дна і берегів

4. _____

ЖИВЛЕННЯ

5. _____

яка є вода у ставку

6. _____
 можливість заболочення, наявність риби

7. _____ можливість забруднення

8. _____
утворення ставка

9. _____
матеріал, з якого побудована гребля (загата)

10. висота підпори води, наявність водозливу та його облаштування

11. наявність гідротехнічних споруд

12. _____
місце роботи, посада

_____ (_____) _____
дата підпис прізвище, ім'я, по батькові

АКТ **санітарно-топографічного обстеження річки (струмка)**

1. _____
місцезнаходження і назва
2. _____
розміри (ширина і т.д.)
3. _____
тривалість весняної повені, чи пересихає влітку, чи перемерзає взимку, чи вливаються в неї джерела
4. _____
характер рельєфу довкілля, стан дна
5. _____
стан берегів річки
6. _____
відстань до житлових будинків, тваринницьких ферм, промислових та переробних підприємств
7. _____
наявність греблі чи загати
8. _____
можливість забруднення стоками промислових підприємств, тваринницьких ферм
9. _____
водовикористання річки
10. _____
якщо проводиться забір питної води, то на якій відстані від можливих джерел забруднення
11. _____
наявність чи відсутність водоохоронних лісонасаджень
12. _____
метеорологічні дані (температура повітря, кількість опадів, хмарність та ін.) під час відбору проб
13. _____
характеристика відібраного зразка (запах, колір води, прозорість, наявність зважених часток та ін.)
14. _____
тип обладнання для відбору проб
15. _____
метод консервації зразків
16. _____
умови зберігання і транспортування зразків
17. _____
місце роботи, посада

_____ (_____)
дата підпис прізвище, ім'я, по батькові

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

ЗАХАРЕНКО Микола Олександрович
ПОЛЯКОВСЬКИЙ Василь Михайлович
МИХАЛЬСЬКА Віта Михайлівна
СОЛОМОН В'ячеслав Віталійович

ПРАКТИКУМ З ГІГІЄНИ ТВАРИН

Навчальний посібник

Підписано до друку 14.09.26
Ум. друк. арк. 13,7
Наклад 50 прим.

Формат 60x84\16
Зам. № 260527

Віддруковано у редакційно-видавничому відділі НУБіП України
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041
тел.: 527-81-55