

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»
АКАДЕМИЯ БИОРЕСУРСОВ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Факультет ветеринарной медицины

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ «ГИГИЕНА ЖИВОТНЫХ» (раздел «Воздушная среда и
микроклимат помещения")**

Симферополь, 2019

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Гигиена животных» для специальности 36.05.01 «Ветеринария» – Симферополь: АБиП ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», 2019. – 48 с.

Методические рекомендации подготовил:
Доцент кафедры хирургии и акушерства, к.вет.н.Белявцева Е.А.

Одобрены учебно-методической комиссией факультета ветеринарной медицины. Протокол №___ от ___.____.2019г.

Утверждено Советом факультета ветеринарной медицины.
Протокол №___ от ___.____ 2019 г.

Рекомендованы к печати учебно-методической комиссией Академии биоресурсов и природопользования «КФУ им. В.И. Вернадского».
Протокол №___ от ___.____.2019г.

Раздел 1

ВОЗДУШНАЯ СРЕДА И МИКРОКЛИМАТ ПОМЕЩЕНИЯ

РАБОТА №1. ИЗУЧЕНИЕ ПРИБОРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И ИЗМЕРЕНИЕ ТЕРМОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ПОМЕЩЕНИИ

Микроклимат закрытых животноводческих помещений это комплекс физических факторов (температура, влажность, движение воздуха, солнечная радиация, атмосферное давление, освещение и ионизация), газовый состав воздуха (кислород, углекислый газ, аммиак, сероводород и др.) и механические примеси (пыль и микроорганизмы). Формирование микроклимата в помещениях для животных зависит от ряда условий: местного климата, термического и влажностного состояния ограждающих конструкций здания, уровня воздухообмена или вентиляции, отопления, канализации и освещения, а также от степени теплопродукции животных, плотности их размещения, технологии содержания, распорядка дня и т.д.

Среди этих факторов важнейшее значение имеют физические свойства воздуха: температура, влажность, движение воздуха, атмосферное давление, солнечная радиация и электрические явления. Физические свойства воздуха имеют большое гигиеническое значение, так как они рефлекторно воздействуют на организм, его тепловое состояние и оказывают влияние на многие физиологические функции, что выражается в изменениях газообмена и теплообмена, обмена веществ, температуры тела и кожи, физико-химических показателях крови, продуктивности животных и т. д.

Неблагоприятные для нормальной теплоотдачи условия температуры, влажности и движения окружающего воздуха вызывают нарушение теплового состояния организма животных. В этих случаях происходит или излишняя задержка тепла, вызывающая перегревание, или усиление теплоотдачи, ведущее к переохлаждению организма. Одно из важных условий здорового микроклимата закрытых животноводческих помещений - их соответствие физиологическому состоянию животных. В этом отношении наиболее гигиеническим - является такой микроклимат, который не вызывает нарушений в теплообмене и других физиологических процессах организма.

Цель занятия: научиться определять температурные параметры животноводческих помещений.

Содержание занятия:

1. Изучить приборы для определения температуры воздуха и поверхностей ограждений.
2. Ознакомиться с правилами измерения температуры в животноводческих помещениях, и внешней среды.
3. Изучить оптимальный температурный режим различных видов животных и птиц.

Материальное обеспечение: ртутные, спиртовые, толуоловые, электротермометры, термографы (суточные, недельные), таблицы.

Порядок выполнения заданий

1. ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

В практике регулярного контроля за температурой воздуха в животноводческих помещениях применяют:

1. Жидкостные (спиртовые, ртутные и толуоловые) термометры.
2. Электротермометры.
3. Пристеночные.
4. Термографы (самописные).
5. Комбинированные разных модификаций (максимально-минимальный, термоанемометр ЭА-2М).

Наибольшее применение в животноводстве находят спиртовые, ртутные и толуоловые термометры.

Спиртовые термометры применяют для определения низких температур (от плюс 70° до минус 130°C) и их называют минимальными (фото 1).

Фото 1. Минимальный (спиртовой) термометр



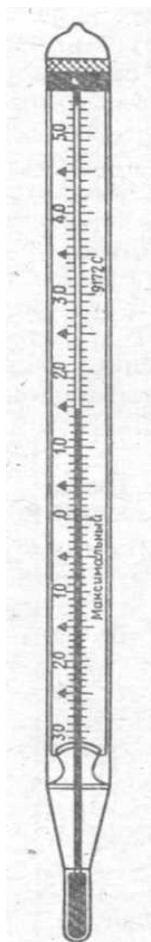


Рис. 1 Максимальный (ртутный) термометр

СПИРТОВЫЕ термо-
метры имеют несложное устрой-
ство и просты в обращении. Они
состоят из стеклянной трубки и
резервуара, заполненного под-
крашенным спиртом. При нагрее-
вании спирт расширяется и пере-
ходит из резервуара в трубку.
Чем выше температура ок-
ружающей среды, тем выше под-
нимается столбик спирта. Уро-
вень подъема спирта соответ-
ствует показаниям градуирован-
ной планки. На понижение тем-
пературы столбик жидкости от-
вечает падением. Для "смягче-
ния" резких подъемов и опуска-
ний жидкости между резервуаром
и столбиком устраивается суже-
ние.

Иногда в стеклянную трубку вводится штифт-указатель. При повышении температуры спирт не увлекает за собой штифт (или иглу) и свободно проходит через сужение капилляра, а при понижении вогнутый мениск тянет за собой штифт по направлению к резервуару и показывает самую низкую (минимальную) температуру за период исследований.

РТУТНЫЙ термометр имеет принципиально сходное устройство со спиртовым. Воспринимающий механизм ртуть. Диапазон измерений от плюс 500°C до минус 35°C . В некоторых термометрах в месте перехода от резервуара с ртутью к капилляру вводится пузырек разреженного воздуха или стеклянный штифт. Их используют для определения высоких температур (так как ртуть замерзает при минус $39,4^{\circ}\text{C}$) и их называют максимальными (рис. 1). Ртутные термометры дают устойчивые показания при положительных температурах, а спиртовые - при минусовых. Толуоловые термометры можно применять для измерения как низких, так и высоких температур (от -95° до $+110^{\circ}\text{C}$).

Отсчет показаний ведут с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$. Инерция жидкостных термометров составляет 3-7 мин.

ЭЛЕКТРОТЕРМОМЕТРЫ основаны на полупроводниках. Состоят из термопары и гальванометра. Приборы портативны и отличаются большой точностью измерений. Они бывают различных типов ЭТП-М (рис. 2), ММТ-6, АМ-2М, ЭВМ-2 и др.

Электротермометры предназначены для измерения температуры воздуха в производственных условиях, помещениях для животных, а также температуры поверхностей ограждений и др. Этот термометр можно применять при температуре окружающего воздуха от 10°C до 35°C и относительной влажности до 80%. Температуру можно измерять в диапазоне от -30° до 120°C .

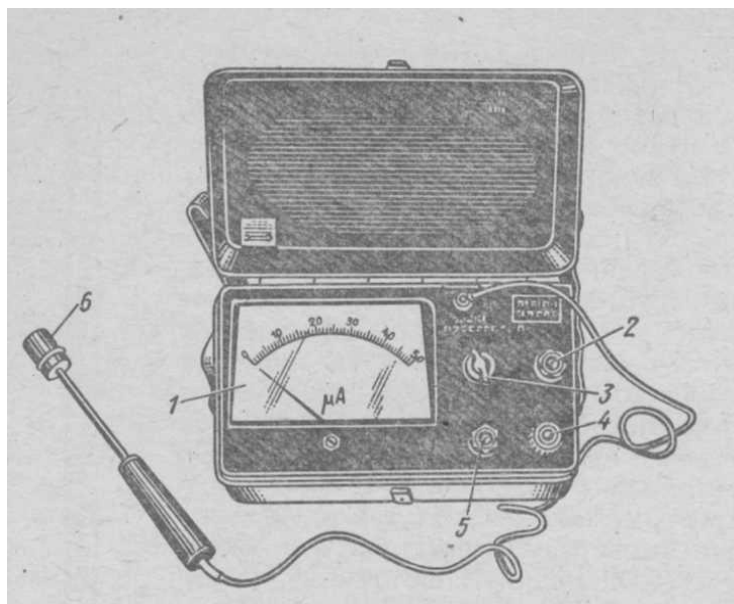


Рис. 2 Электротермометр типа ЭТП-М

1- микроамперметр с измерительной шкалой; 2-переключатель «контроль-измерение»; 3- переключатель поддиапазонов; 4-ручка регулировки напряжения; 5-включатель прибора; 6-полупроводниковый датчик температуры.

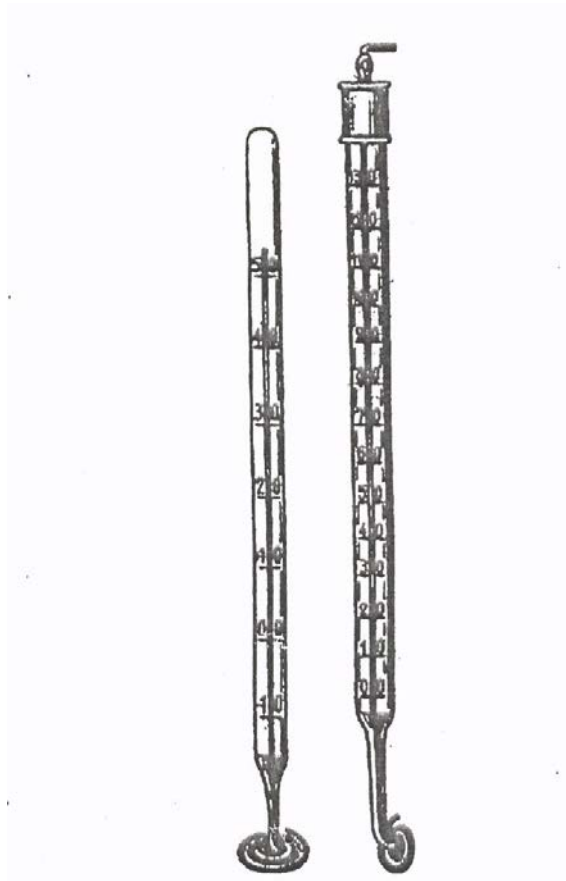


Рис. 3 Пристеночные термометры

ПРИСТЕНОЧНЫЕ термометры (рис. 3) используют для измерения температуры ограждающих конструкций (стен, полов и пр.). Шкала термометра для удобства наблюдений расположена под углом 90° к плоскости спирали. Чтобы исключить влияние температуры воздуха помещения на показания термометра, спираль его защищают кружком из сукна или пробки. Этот термометр прикрепляют в точке измерения на стене или полу замазкой из воска с канифолью.

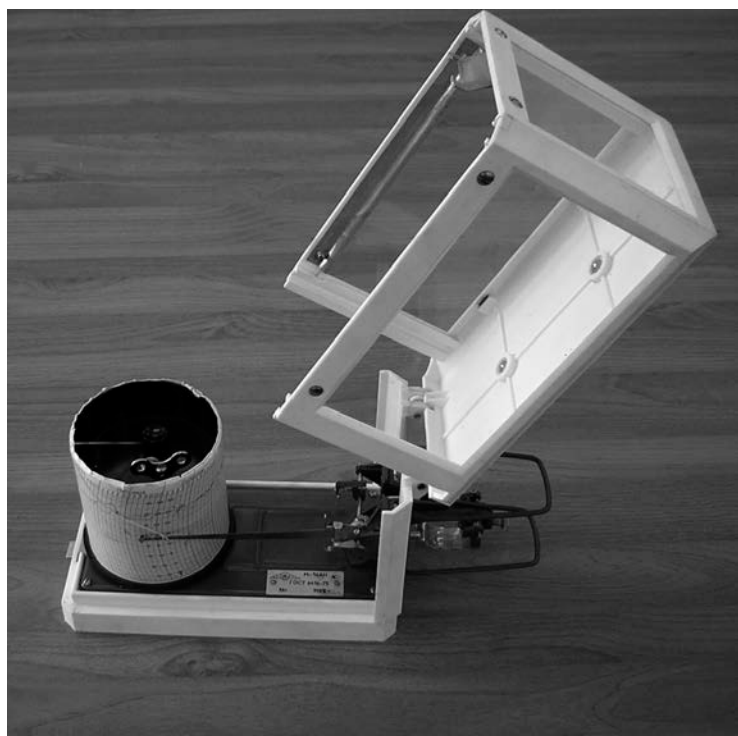
ТЕРМОГРАФ (рис. 4) – прибор для автоматической непрерывной диаграммной записи изменений температуры воздуха (термограммы). Термографы применяются суточные и недельные в диапазоне 80° , но в разных интервалах плюсовой и минусовой температур.

Основные элементы термографа:

1. Воспринимающая часть (металлическая коробочка, наполненная толуолом, спиртом или биметаллическая стальная изогнутая пластинка, колеблющаяся при изменении температуры воздуха).

2. Передаточный механизм с пером (при повышении температуры перо перемещается вверх, при понижении – вниз).

3. Регистрирующая часть (барабан с часовым механизмом и лен-



точной диафрагмальной бумагой, вращающийся вправо на вертикальной оси).

4. Отметчик времени для нанесения на ленте засечек времени наблюдений.

Суточный и недельный термографы устроены одинаково и внешне не отличаются, но имеют разные часовые механизмы и разную скорость вращения барабанов.

Барабан суточного термографа делает один оборот за 26 часов, барабан недельного – за 176 часов.

У недельного барабана нижняя шестерня – трибка

имеет 16 зубьев, зубчатое колесо станины 87 зубьев, у суточного барабана соответственно – 22 и 86 зубьев.

Заменой барабана и зубчатого колеса станины термограф можно использовать и для недельной и для суточной записи.

Диаграммная лента термографа имеет координатную сетку, разделенную по дням, часам и градусам. Горизонтальные параллельные линии, для регистрации температуры имеют цену деления соответствующую 1° , вертикальные дугообразные линии, для регистрации времени, имеют цену деления соответствующую 15 минутам для суточного термографа и 2 часам для недельного. Часы на ленте нанесены в четных цифрах. Погрешность записи термографа $\pm 1^{\circ}$ при изменении температуры на 10° .

Запись на ленте является относительной. Для того, чтобы получить истинную величину температуры воздуха по термографу в любой момент времени диафрагма подвергается специальной обработке путем сравнения ее с показаниями точного термометра. По термограмме можно определить общий характер изменений температуры и температуру воздуха в любой момент времени оборота барабана, максимальную и минимальную температуру, а также суточную или недельную амплитуду температур.

Отметки времени на ленте дают возможность установить правильность хода часового механизма барабана. Точность регистрации времени для суточных термографов равна ± 5 минут за 24 часа, для недельных ± 30 минут за 168 часов.

Порядок работы с термографом.

5. Обрезается нижняя кромка ленты и закрепляется на барабане с заведенным механизмом (на обратной стороне начала ленты делается надпись: номер, дата, время).

6. Заполняется специальными чернилами перо.

7. Регулировочным винтом перо устанавливается на определенном делении ленты по контрольному термометру и времени.

8. Проверяется качество записи.

Примечание:

1. для полного завода часового механизма барабана нужно сделать 10-12 полуоборотов ключом;
2. работающий термограф устанавливают строго горизонтально;
3. при легком наклоне прибора (на 30-40 градусов) в боковую сторону перо должно отходить от ленты;
4. барабан термографа при настройке можно поворачивать на оси в любую сторону без вреда для механизма, но последнее движение должно быть против хода часовой стрелки;
5. при снятии отработанной ленты, на обороте её делается повторная запись;
6. запасные диаграммные ленты должны находиться в исследуемом помещении;

При нарушении точности хода часового механизма термографа делается его регулирование передвижением стрелки регулятора барабана. Проверка времени термографа делается по радиосигналам

КОМБИНИРОВАННЫЙ МАКСИМАЛЬНЫЙ - МИНИМАЛЬНО ТЕРМОМЕТР

(рис. 5). Им пользуются для изучения колебаний температуры в помещениях для животных. Термометр имеет вид изогнутой с обоих концов трубки, у которой правый конец расширен в виде шара, а левый в виде цилиндра.

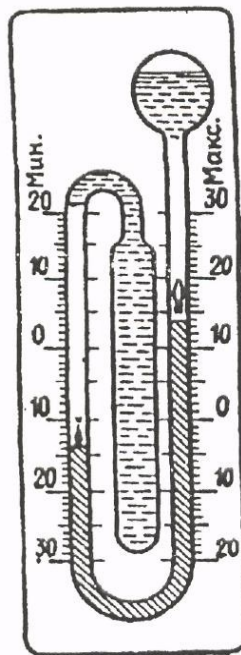


Рис. 5. Максимально-минимальный термометр

Средняя (нижняя) часть трубки заполнена ртутью, левое колено спиртом, а правое заполнено спиртом только до половины шаровидного расширения. Во второй половине этого расширения находятся пары спирта. Над ртутными менисками в обоих коленах имеется по стальному указателю со щетинками. Перед определением температуры оба указателя при помощи магнита подводят, к менискам ртутного столба так чтобы их нижние концы касались ртути.

При повышении температуры спирт в левом колене расширяется, давит на столбик ртути и передвигает его в правом колене трубки. Одновременно передвигается вверх и указатель температуры. При понижении температуры и обратном движении спирта и ртути указатель благодаря трению щетинок остается на месте и фиксирует максимальную температуру. При этом столбик ртути в левом колене под-

нимается, проталкивает указатель, который показывает минимальную температуру за период наблюдений.

Правила измерения температуры воздуха.

Все термометры обладают инерцией, то есть отставанием показаний от температуры среды, поэтому их выдерживают в измеряемой точке не менее пяти минут.

При измерении температуры воздуха термометр должен быть сухим.

Для определения истинной температуры наружного воздуха термометр устанавливают в тени. Защита от солнца не должна затруднять вентилизацию термометра.

Для определения температуры воздуха в помещении термометр устанавливают в центре помещения над полом, на высоте середины туловища животных.

Измерения температуры делятся на лабораторные и технические.

Для исключения погрешностей измерений, к лабораторным термометрам, по поверочному свидетельству, вводятся инструментальные шкаловые поправки. Эти поправки могут иметь знак (+), если показания термометра занижены или знак (-), если показания завышены.

Поправки к термометрам даются для различных пределов температур («от» и «до»). Например: от +36,4 до +40,0° поправка +0,1°; от +26,7 до +30,1° – поправка 0,1°.

При внесении поправок следует прежде всего определить в каком интервале температур поверочного свидетельства находится данное измерение. Затем к показанию термометра алгебраически вносится поправка. Поправка, имеющая одинаковый знак с записанным отсчетом термометра плюсуется, поправка, имеющая противоположный знак – отнимается.

Например:

Отсчет по термометру	Поправки	Истинная температура
-27,5	-0,4	-27,9
-0,2	-0,2	-0,4
-0,2	+0,2	$\pm 0,0$
$\pm 0,0$	+0,2	+0,2

Погрешности измерений технических термометров не превышают деления шкалы и поправки к этим термометрам не вносятся.

Кроме непосредственных измерений температуры воздуха, в животноводческих помещениях путем вычислений определяются - средняя суточная температура, амплитуда температур и Δt .

Средняя суточная температура – это средняя величина из суммы максимальной и минимальной температур или средняя из нескольких измерений, проведенных через равные промежутки времени.

Амплитуда температур (A) – это величина интервала между крайними значениями минимальной и максимальной температур (разность без знака).

Например, при колебании температуры от +20 до +5, от +10 до –5, от –10 до +5° амплитуда 15°. Δt – это алгебраическая разность (приращение) температур. Например, $\Delta t = t_{\text{в}} - t_{\text{н}}$; $\Delta t = t_{\text{макс}} - t_{\text{мин}}$; $\Delta t = t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}$.

Δt может быть с положительным и отрицательным знаком. Если первая величина больше второй, то Δt будет положительной. Если первая величина меньше второй – Δt будет отрицательной.

2. ПРАВИЛА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Температуру воздуха внутри помещения измеряют 3 раза в сутки (утром до начала работы, в середине дня и вечером после окончания работы) в одно и то же время.

В 3-х зонах по вертикали (на уровне лежания, стояния животных (таблица 1), на высоте роста обслуживающего персонала и 0,6 м от потолка).

Температуру в помещениях определяют для:

- а) лошадей - 0,6 и 1,5 метра от пола;
- б) взрослого К. Р. С.-0, 5; 1,2 и 1,5 метра от пола;
- в) в свинарнике - 0,4; 0,7 и 1,5 метра от пола;
- г) в птичниках с напольным содержанием 0,2; 0,8; 1,5 метра от пола. При клеточном содержании точки замеров выбирают в проходах между батареями и в зоне клеток нижнего, среднего и верхнего ярусов. Точки измерения по горизонтали: середина помещения и два угла по диагонали на расстоянии 0,8-1 метр от продольных стен и 3 метра от торцовых.

Продолжительность измерения температуры в каждой точке - 10-15 минут для суточных и 2 часа для недельных термографов. Измерительные приборы располагают в помещении так, чтобы на них не попадали солнечные лучи, тепло от батарей отопления, холод от стен и вентиляционных устройств. Температуру воздуха измеряют не реже 3-4 раз в месяц, 3 дня подряд. Среднюю температуру воздуха следует определять по результатам трех суточных исследований.

При измерении температуры наружного воздуха резервуар термометра защищают от влияния солнечной радиации и холодных ветров. Для этого применяют ширмы из листа картона или фанеры, которые устанавливают на пути солнечных лучей или холодного ветра, но не препятствуют движению воздуха вокруг термометра.

Температуру наружного воздуха можно определять по показаниям "су-хого" термометра, аспирационного психрометра, так как ртутные резервуары которого заключены в металлические патроны, что защищает их от воздействия посторонних факторов внешней среды.

Таблица 1 Правила измерения температуры воздуха в помещении

Помещения	Высота измерения от пола, м	
	уровень лежания животного	уровень стояния животного
Коровники	0,5	1,2
Телятники	0,3	1,2
Конюшни	0,6	1,5
Свинарники	0,3	0,7
Овчарни	0,3	0,7
Птичники	0,2	на уровне клеток

ШКАЛЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Температуру среды или предметов принято измерять по шкале Цельсия на которой за точку отсчета принимается момент замерзания воды. В мировой практике пользуются также шкалами Реомюра, Фаренгейта и Кельвина (табл. 2).

Таблица 2 – Шкалы измерения температуры

Шкала	Точка замерзания воды, град.	Точка кипения воды, град.
Цельсия \C\	0	100
Реомюра \R\	0	80
Фаренгейта \F\	32	180

Масштаб каждой шкалы (разница между точкой замерзания и кипения) составляет: по Цельсию 100, по Реомюру 80 и по Фаренгейту 180. Если каждый масштаб разделить на общий делитель 20, то они будут соотноситься между собой как 5:4:9.

Для перевода градусов одной шкалы в градусы другой можно пользоваться следующими равенствами:

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

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

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

При измерении температур по шкале Кельвина за точку отсчета принимается минус 273° по Цельсию. Следовательно, для перевода температуры из шкалы Цельсия в шкалу Кельвина следует искомую величину увеличить на 273.

Например: по шкале Цельсия точка замерзания воды равна 0° , ртути - 39° и спирта - 130° , а по шкале Кельвина: 273, 234 и 143 градуса.

3. НОРМЫ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Из вышеизложенного видно, что на температуру помещений влияет множество факторов внешней и внутренней среды. Поэтому параметры температуры и других составных элементов микроклимата должны увязываться с типом построек, технологией содержания, уровнем кормления, видом, продуктивностью и половозрастным составом животных (табл. 3).

Таблица 3 - Параметры воздуха в помещениях для содержания животных (зимний период)

Вид и группа животных	Температура, °C	Относительная влажность, %	Скорость движения, м/с
Крупный рогатый скот			
Молодняк старше года, коровы, нетели (привязное, беспривязное- боксовое содержание)	8-12	40-85	0,3-0,5
Телята:			
Новорожденные (родильное отделение)	14-18	40-85	0,1-0,5
1-4 мес	12-18	40-75	0,1-0,5
4-12 мес	8-16	40-75	0,3-0,5
Свиньи			
Холостые и супоросные матки, хряки	14-16	40-80	0,3-0,5
Поросята-сосуны и поросята-отъемыши	18-22	40-80	0,1-0,3
Откормочное поголовье	12-19	40-80	0,3-0,5
Овцы			

Бараны, матки, молодняк после отбивки, валухи	4-6	50-85	0,3-0,5
Новорожденные (родильное отделение)	12-16	50-75	0,1-0,3
Лошади			
Взрослые животные	4-6	40-85	0,3-0,5
Молодняк	6-10	40-85	0,1-0,3
Кролики			
Самцы, самки	10-14	40-75	0,3-0,5
Молодняк	16	40-75	0,1-0,3
Птица			
Взрослые куры	16-18	60-75	0,1-0,5
Молодняк в возрасте, сут:			
1-30	35-22	60-75	0,1-0,5
31-60	20-18	60-75	0,1-0,5
60-150	16-18	60-75	0,1-0,5

В настоящее время рекомендованы производству оптимальные, допустимые максимальные и минимальные нормы параметров температуры, влажности, скорости движения и газового состава воздуха для разных климатических зон. Основные положения этих документов находятся в "Норма технологического проектирования животноводческих помещений", которыми и следует пользоваться зоотехникам и ветеринарным специалистам при оценке микроклимата.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Приборы для определения температуры воздуха и поверхностей ограждений.
2. Назовите шкалы измерения температуры.
3. Правила измерения температуры атмосферного воздуха, в животноводческих помещениях.
4. Принципиальное отличие максимального термометра от минимального.

5. Принцип работы термографа М-16.

6. Назвать зоогигиенические нормативы по температуре для животных.

РАБОТА №2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

Цель работы: изучить основные гигрометрические показатели воздуха и ознакомиться с приборами для их определения.

Основные гигрометрические показатели:

1. Абсолютная влажность (e) – фактическое количество водяного пара в г/м^3 .
2. Максимальная влажность (E) – предельно возможное количество водяного пара в г/м^3 или влагоемкость воздуха при данной температуре.
3. Относительная влажность (R) – процентное выражение влажности воздуха.

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

Относительная влажность выражается также в виде десятичной дроби, например, $R=0,8$ или 80% .

4. Дефицит насыщения (D) – разность между максимальной и абсолютной влажностью в г/м^3 ($D=E-e$) или в процентах:

$$D = \left(1 - \frac{e}{E}\right) \times 100$$

5. Точка росы ($t_{\text{рос}}$) – температура конденсации водяного пара в градусах Цельсия, когда $e = E$, $R = 100\%$, $D = 0$.

6. Дефицит точки росы ($D_{\text{рос}}$) – разность между температурой воздуха и температурой точки росы в градусах Цельсия.

$$(D_{\text{рос}} = t - t_{\text{рос}})$$

Кроме весового значения абсолютная, максимальная влажность и дефицит насыщения могут быть выражены также упругостью в миллиметрах ртутного столба и в миллибарах.

Для перевода упругости водяного пара из миллиметров в граммы используется формула:

$$a = \frac{1,06 \times e}{1 + \alpha t}, \text{ г/м}^3$$

где: e – упругость в мм рт. ст.;
 t – температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$;
 α – коэффициент расширения воздуха.

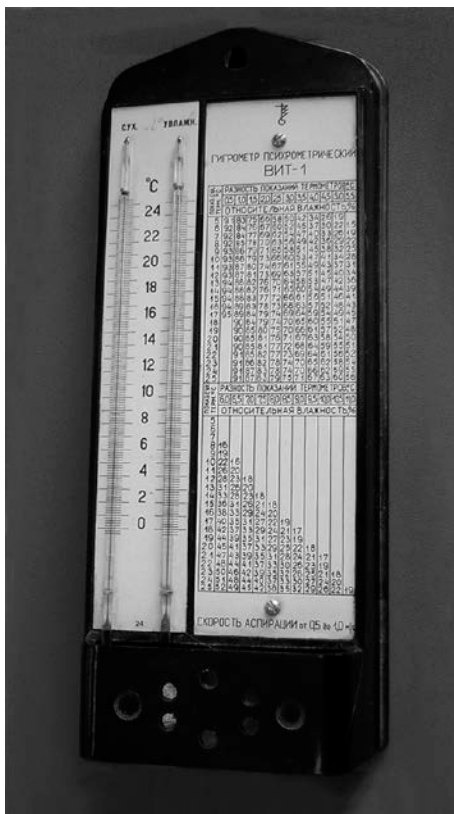


Рис. 1. Психрометр статический Августа

Для перевода граммов в миллиметры формула преобразуется:

$$e = \frac{a \times (1 + \alpha t)}{1,06}, \text{ мм. рт. ст.}$$

Для перевода упругости водяного пара из мм рт. ст. в мб нужно число мм рт. ст. умножить на 1,333, а для перевода из мб в мм рт. ст. нужно число мб умножить на 0,75.

Из всех гигрометрических показателей воздуха непосредственно прибором определяется только относительная влажность. Влажность воздуха определяется психрометрами и гигрометрами.

ПСИХРОМЕТРОМ непосредственно определяются только показания «сухого» и «влажного» термометров или психрометрическая разность в исследуемом воздухе.

Значение всех гигрометрических величин по этому прибору берутся из таблиц или рассчитываются по формулам. Определение влажности воздуха этим прибором основано на охлаждении «влажного» термометра в зависимости от величины испарения с него влаги. Психрометры применяются статические и аспирационные.

СТАТИЧЕСКИЙ ПСИХРОМЕТР АВГУСТА (рис. 1) состоит из двух однотипных спиртовых или ртутных термометров с прикладной шкалой, смонтированных на общем держателе. Один из термометров именуется «сухой», другой «влажный». Первый показывает температуру воздуха, второй – температуру испарения влаги. Резервуар увлажненного термометра плотно обернут в один слой кусочком легко смачиваемой ткани. Ткань перевязывают плотной петлей вверху и слабой петлей внизу резервуара термометра. Фитиль должен быть чистым.

Порядок работы с прибором:

1. За 15 минут до измерения влажности воздуха стаканчик увлажнитель заполняют дистиллированной водой и опускают в него конец фитиля на расстоянии 2-3 см от поверхности воды. Вода в увлажнителе должна принять температуру окружающего воздуха.

2. Через указанное время делают отсчет показаний обоих термометров.

АСПИРАЦИОННЫЙ ПСИХРОМЕТР АССМАНА (рис. 2) – более точный прибор, состоит из двух ртутных термометров: «сухого» и «влажного», вмонтированных в металлические гильзы. В этом психрометре исследуемый воздух с помощью пружинного вентилятора просасывается снизу вверх со скоростью 2 м/с, тем самым от резервуара «влажного» термометра удаляется испаряющаяся влага. Правильность работы аспиратора

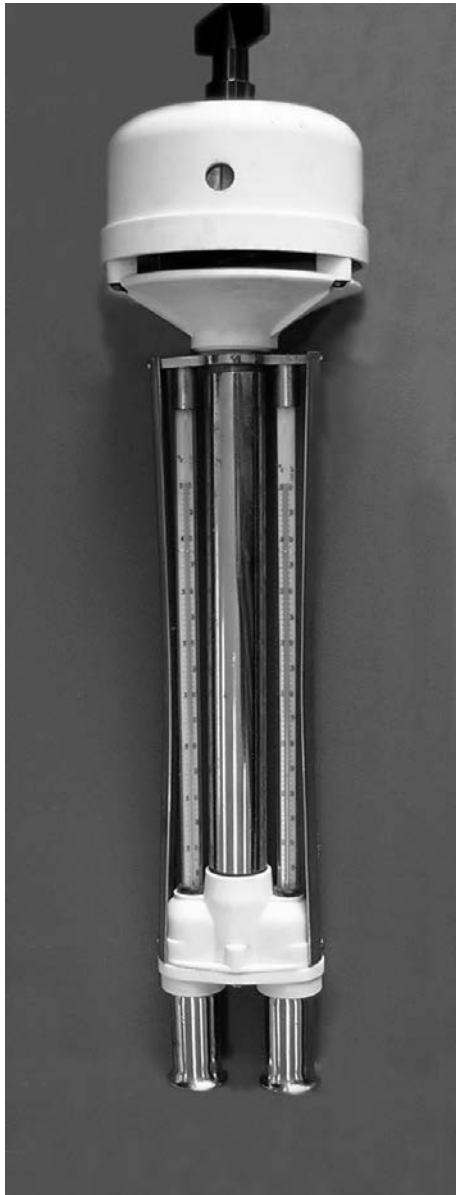


Рис. 2. Психрометр аспирационный Ассмана.

психрометра проверяется по времени оборота барабана вентилятора. Время одного оборота барабана должно быть равно 80-90 секундам с отклонениями ± 5 сек. Проверка делается через окошко на колпаке вентилятора при заведенной пружине.

Порядок работы с прибором:

1. За 4 минуты до измерения влажности смачивают дистиллированной водой обернутый батистом «влажный» термометр. Смачивание делается специальной пипеткой с резиновым баллоном с отсасыванием лишней воды.

2. Заводят пружину и через 3-4 минуты при работающем вентиляторе и установившихся столбиках ртути в капиллярах, снимают показания обоих термометров.

Примечания:

1. Психрометры при измерениях должны быть в вертикальном положении.

2. Для защиты вентилятора аспирационного психрометра от действия сильного ветра (свыше 4 м/с) необходимо надеть на прорези аспиратора с наветренной стороны специальное полукольцо открытым концом в направлении вращения вентилятора.

3. К показаниям аспирационных психрометров по поверочному свидетельству вносят температурные поправки.

По показаниям «сухого» и «влажного» термометров и давлению воздуха с помощью психрометрических таблиц издания 1972 года определяют (без вычислений) все гигрометрические показатели воздуха (абсолютную, максимальную влажность и дефицит насыщения в миллибарах, относительную влажность в процентах, точку росы в градусах).

Относительную влажность по психрометрам в приближенном значении можно определить с помощью упрощенных психрометрических таблиц или психрометрического графика, составленных для среднего барометрического давления (755 мм) (табл. 1).

При отсутствии психрометрических таблиц значения гигрометрических показателей воздуха рассчитывают по специальным формулам и гигрометрической таблице.

Абсолютная влажность по стационарному психрометру – в мм рт. ст., рассчитывается по формуле:

$$e = E - [\alpha(t_c - t_v) \times B]$$

где e – искомая абсолютная влажность в мм рт.ст.

E – максимальная влажность в мм рт. ст. по показанию «влажного» термометра, т.к. фактическое наибольшее содержание влаги в воздухе характеризует увлажненный термометр.

Если $t > 0^\circ$, E берется из таблицы «над поверхностью воды», если $t < 0^\circ$, E берется из таблицы «над поверхностью льда».

$\alpha(t_c - t_v) \times B$ – поправка на движение воздуха, разность температур и давление.

L – психрометрический коэффициент (значение α для неподвижного воздуха равно 0,00128, для подвижного – 0,0011).

t_c – температура «сухого» термометра в градусах Цельсия.

t_v – температура «влажного» термометра в градусах Цельсия.

B – барометрическое давление в мм рт. ст.

Примечание: при вычислении относительной влажности воздуха и дефицита насыщения, значение максимальной влажности берется из таблицы условно по «сухому» термометру, показывающему более высокую температуру, исходя из того, что при полном насыщении воздуха влагой, показания «сухого» и «влажного» термометров уравниваются и поправка становится равной нулю.

Относительная влажность в процентах рассчитывается по формуле:

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

где: R – искомая относительная влажность,

e – найденная абсолютная влажность в мм рт. ст.

E – максимальная влажность (в мм рт. ст.) по показанию «сухого» термометра (берется из табл. 2).

Таблица 1- Психрометрическая таблица для температур от 0 до +25°C
по «влажному» термометру

Показание влажного термометра, °C	Разность показаний сухого и влажного термометров, °C																				
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
0	100	90	81	73	64	57	50	43	36	31	26	20	16	11	7	3	.				
1	100	90	82	74	66	59	52	45	39	33	29	23	19	16	11	7					
2	100	90	83	75	67	61	54	47	42	35	31	26	23	18	14	10	-				
3	100	90	83	76	69	63	56	49	44	39	34	29	20	21	17	13	10				
4	100	91	84	77	70	64	57	51	46	41	36	32	28	24	20	16	14	11			
5	100	91	85	78	71	65	59	54	48	43	39	34	30	27	23	19	17	13	10		
6	100	92	85	78	72	68	61	56	50	45	41	35	33	29	26	22	19	16	13	10	
7	100	92	86	79	73	70	62	57	52	47	43	39	35	31	28	25	22	18	15	12	11
8	100	92	86	80	74	71	63	58	54	49	45	41	37	33	30	27	25	21	18	15	14
9	100	93	86	81	75	72	65	60	55	51	47	43	39	35	32	29	27	24	21	18	17
10	100	94	87	82	76	73	66	61	57	53	48	45	41	38	34	31	28	26	23	21	19
11	100	94	88	82	77	73	67	62	58	55	50	47	43	40	36	33	30	28	25	23	20
12	100	94	88	82	78	74	68	63	59	56	52	48	44	42	38	35	32	30	27	25	22
13	100	94	88	82	78	75	68	63	59	57	53	50	46	43	40	37	34	32	29	27	24
14	100	94	89	83	79	75	70	66	62	58	54	51	47	45	41	39	36	34	31	29	26
15	100	94	89	84	80	76	71	67	63	59	55	52	49	46	43	41	37	35	33	31	28
16	100	95	90	84	80	76	72	67	64	60	57	53	50	48	44	42	39	37	34	32	30
17	100	95	90	84	81	77	73	68	65	61	58	54	52	49	46	44	40	39	36	34	31
18	100	95	90	85	81	78	74	69	66	62	59	56	53	50	47	45	42	40	37	35	33
19	100	95	91	85	82	78	74	70	66	63	60	57	54	51	48	46	43	41	39	37	34
20	100	95	91	86	82	79	75	71	67	64	61	58	55	53	49	47	44	43	40	38	36
21	100	95	91	86	83	79	75	71	68	65	62	59	56	54	51	49	46	44	41	39	37
22	100	95	91	87	83	79	76	72	69	65	63	60	57	55	52	50	47	45	42	40	38
23	100	96	91	87	83	80	76	72	69	66	63	61	58	56	53	51	48	46	43	41	39
24	100	96	92	88	84	80	77	73	70	67	64	61	59	56	53	52	49	47	44	43	40
25	100	96	92	88	84	81	77	74	70	68	65	63	59	58	54	52	50	45	45	44	42
26	100	96	92	88	85	81	78	75	72	69	66	63	61	58	56	53	51	49	47	45	43

Таблица 2 - Максимальная упругость, (мм рт. ст.) водяных паров, при различных температурах

Температура, °C	Десятые доли градусов									
	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	6,76	6,81	6,86	6,91	6,95
6	7,00	7,05	7,10	7,14	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	9,29	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	14,42	14,51	14,61	14,70	14,79	14,88	14,98	15,07	15,17	15,20
18	15,36	15,45	15,55	15,65	15,75	15,85	15,95	16,05	16,15	16,25
19	16,35	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	18,50	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	21,92	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	24,12	24,29	24,41	24,55	24,70	24,84
26	24,99	25,14	25,29	25,44	25,59	25,74	25,89	26,05	26,20	26,35
27	26,51	26,68	26,82	26,98	27,14	27,29	27,46	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
37	46,73	46,99	47,24	47,50	47,76	48,02	48,28	48,55	48,81	49,08
38	49,35	49,61	49,88	50,16	50,70	50,80	50,98	51,25	51,53	51,81
39	52,09	52,37	52,65	52,94	53,22	53,51	53,80	54,09	54,38	54,67
40	54,97	55,26	55,56	55,85	56,15	56,45	56,76	57,06	57,36	57,67

Примечание: максимальная упругость водяного пара, выраженная в миллиметрах ртутного столба, практически равна соответствующему количеству граммов водяного пара в 1 м³ воздуха при данной температуре.

Дефицит насыщения рассчитывается по формуле:

$$Д = E - e$$

где: Д – искомый дефицит в мм рт. ст.
 е – найденная абсолютная влажность в мм рт. ст.,
 Е – максимальная влажность в мм рт. ст., по показанию «сухого» термометра (табл. 4).

Точка росы берется из таблицы по найденной абсолютной влажности. Диапазон измерений относительной влажности психрометрами от 10 до 100% при температуре воздуха от -10 до +50°C. Погрешность измерения относительной влажности психрометров $\pm 5\%$. Психрометры используются также для определения одномоментных показаний температуры воздуха от -30 до +50 градусов по «сухому» термометру.



Рис. 3. Гигрометр бытовой.

ГИГРОМЕТРОМ (рис. 3) непосредственно определяется только относительная влажность. Другие гигрометрические показатели воздуха по этому прибору берутся из таблицы или рассчитываются по формулам. Определение влажности воздуха гигрометром основано на изменении длины чувствительного элемента – человеческого волоса или органической пленки.

Основные элементы прибора:

1. Воспринимающая часть (обезжиренный провальцованный человеческий волос, капроновая нить или органическая пленка в кольцевой оправе).
2. Передаточный механизм со стрелкой.
3. Шкала с делениями от 0 до 100%, цена каждого деления 1%. Шкала волосного гигрометра неравномерная. Цена деления этой шкалы увеличивается слева – направо. Цена пленочного (мембранного) гигрометра равномерная. Более точная равномерная шкала.

Порядок работы с гигрометром.

Гигрометр волосной с натяжным грузиком устанавливается вертикально, пружинный гигрометр – в любом положении. Показания гигрометров учитывают через 20-30 минут в месте изменения влажности. Диапазон измерения относительной влажности гигрометрами от 30 до 100% при температуре от -50 до +50°C. Погрешности измерения $\pm 5\%$.

Гигрометры периодически проверяют по аспирационному психрометру при плюсовой температуре и с помощью регулировочного винта

устанавливают на заданную влажность. Температура и давление воздуха не оказывают влияния на показания гигрометра. Таким образом, гигрометр является единственным прибором с помощью которого при минусовой температуре можно определить все гигрометрические показатели воздуха.

При определении относительной влажности гигрометром, зная температуру воздуха, абсолютную влажность рассчитывают путем алгебраического преобразования формулы:

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

$$e = \frac{R \times E}{100}$$

Например, при $R=80\%$, $t = 6^\circ$ и $E = 7$ мм рт. ст., (из таблицы при $t = 6^\circ$) значение абсолютной влажности будет:

$$e = \frac{R \times E}{100} = \frac{80 \times 7}{100} = 5,6 \text{ мм рт. ст.}, \text{ или } e = 7 \times 0,8 = 5,6 \text{ мм рт. ст.}$$

Дефицит насыщения воздуха влагой будет

$$Д = E - e = 7 - 5,6 = 1,4 \text{ мм рт.ст.}, \text{ или } Д = \left(1 - \frac{5,6}{7}\right) \times 100 = 20\%$$

Температура точки росы при $e = 5,6$ мм рт. ст., будет равна 2°C (из таблицы). Дефицит точки росы $6 - 2 = 4^\circ\text{C}$.

В этих расчетах значение максимальной влажности берется из таблицы по показанию «сухого» термометра.

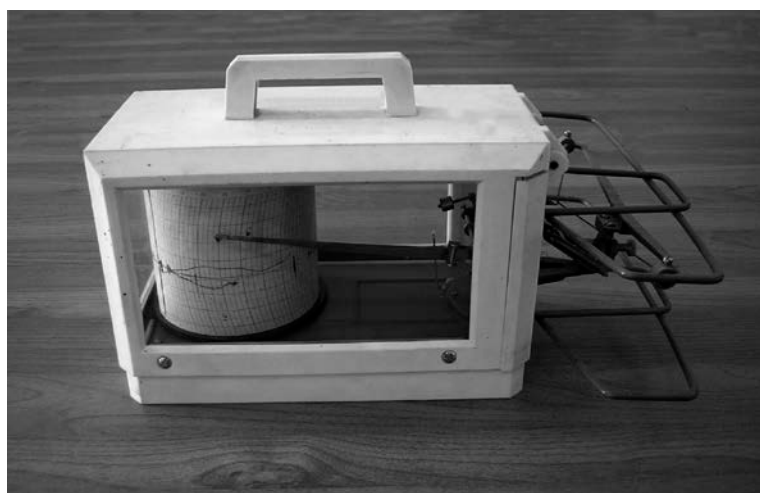


Рис. 4. Гигрограф.

ГИГРОГРАФ (рис. 4) – прибор для автоматической непрерывной записи изменений относительной влажности воздуха (гигрограммы) в пределах от 60 до 100% в течение суток или недели в интервале температур от -35 до $+45^\circ\text{C}$. Диаграммная сетка гигрографа имеет деления от 0 до 100% с ценой одного деления соответствующей 2%.

Воспринимающей частью прибора является пучок обезжиренных человеческих волос (35–40 шт.) или органическая пленка. Остальные детали прибора и порядок работы с ним такие же как и термографа.

Погрешность записи гигрографа не более 6%. Поправки к прибору определяются по аспирационному психрометру так же, как и к термографу.

С помощью гигрографа можно определить максимальную и минимальную относительную влажность, а также суточную или недельную амплитуду относительной влажности. Достоинством гигрографа является возможность определения влажности при низких температурах.

Контрольные вопросы;

1. Назовите основные гигрометрические показатели воздуха.
2. В чем различие психрометра Августа и психрометра Ассмана.
3. Назовите формулу Ренье.
4. Основные правила работы с гигрографом.

РАБОТА №3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА

Движение, температура и влажность воздуха существенно влияют на теплообмен организма. При высоких температурах ветер предохраняет животных от перегрева, а при низких – способствует переохлаждению. Если температура движущегося воздушного потока ниже температуры кожи животных, то теплоотдача организма повышается в результате конвекции, и если выше – теплоотдача конвекцией становится слабой, но усиливается теплоотдача испарением.

Движение воздуха внутри помещений для животных зависит от следующих причин:

- а) от наружной и внутренней температуры воздуха;
- б) от направления и силы ветра;
- в) от расположения зданий по отношению к сторонам света;
- г) от частоты и длительности открывания ворот, дверей, окон, приточных и вытяжных каналов;
- д) от способа размещения животных;
- е) от системы и способа размещения и эксплуатации отопительных устройств;
- ж) от наличия перегородок;
- з) от наличия вентиляционных сооружений и их функционирования.

Скорость движения воздуха в помещениях и в приземном слое атмосферы выражается в м/сек и определяется кататермометром, крыльчатый анемометром, полупроводниковым термоанемометром, вне помещений – анемометрами и ветромером.

Для определения внутри помещений **аэроставов** (непродуваемые или закольцованные «мёртвые» зоны воздушной среды) составляют аэроумбограм-

му. **Аэрорумбограмма** – графическое изображение направлений воздушных потоков (по горизонтали, вертикали и под наклоном) внутри помещения.

Ветром называют движение воздушного потока в плоскости, параллельной поверхности Земли. Значительные скорости движения воздушных масс, характеризующиеся силой ветра, определяют в баллах по двенадцатибалльной шкале Бофорта (табл. 1).

Таблица 1 - Шкала определения скорости ветра

Сила ветра (в баллах)	Название ветра	Действие ветра	Скорость (м/сек)
0	Штиль	Дым поднимается вертикально	0 – 0,5
1	Тихий	Дым слабо отклоняется от вертикального направления	0,6 – 1,7
2	Лёгкий	Движет флаг	1,8 – 3,3
3	Слабый	Движет листья деревьев	3,4 – 5,2
4	Умеренный	Флаг полощется	5,3 – 7,4
5	Свежий	Качаются верхушки деревьев	7,5 – 9,8
6	Сильный	Качает тонкие стволы	9,9 – 12,4
7	Крепкий	Качает большие деревья	12,5 – 15,2
8	Очень крепкий	Ломает тонкие ветви; затрудняет движение	15,3 – 18,2
9	Шторм	Разрушительные действия	18,3 – 21,5
10	Сильный шторм	То же	21,6 – 25,1
11	Жестокий шторм	Большие разрушения	25,2 – 29,0
12	Ураган	Большие разрушения	Больше 29,0

АНЕМОМЕТР – прибор для определения больших скоростей движения воздуха в пределах от 0,3 до 30 м/сек. Существует несколько типов этих приборов:

Анемометр чашечный (от 1 до 20 м/сек) (рис. 1).

Основные элементы прибора:



Рис. 1. Анемометр чашечный

1. Ветроприемник (крестовина с четырьмя полушариями). Независимо от направления воздушного потока крестовина чашечного анемометра вращается в одну сторону (вправо).

2. Счетный механизм с тремя стрелками на циферблате. Циферблат прибора имеет три шкалы. На большой шкале нанесено сто делений, на двух малых по 10 делений. Один оборот большой стрелки соответствует

одному делению левой малой стрелки и соответственно один оборот левой малой стрелки – одному делению правой малой. Большая стрелка анемометра перемещается на одно деление при трех оборотах крестовины.

3. Арретир для включения и выключения прибора (включение делается вправо, выключение – влево).

Порядок работы с анемометром:

1. Выключается счетчик прибора (при вращении крестовины, стрелки должны стоять на месте);

2. Записывают начальные показания счетчика по всем трем стрелкам циферблата, начиная со шкалы «тысяча» (при расположении стрелок между двумя цифрами учитывается меньшая цифра).

3. Анемометр устанавливают вертикально и через 10-15 секунд одновременно включают механизм прибора и секундомер.

4. Через 100 секунд выключают анемометр и секундомер.

5. Записывают конечное показание счетчика. Делением разности конечного и начального показаний счетчика на сто определяют приближенную скорость в метрах в секунду.



Рис. 3. Анемометр индукционный.



Рис. 2. Анемометр крыльчатый

Более точная скорость движения воздуха по этому показателю определяется по специальному графику (на вертикальной оси графика отыскивают число движений анемометра в 1 секунду, на горизонтальной – скорость движения воздуха в м/с).

Погрешность измерения средней скорости движения воздуха чашечным анемометром равна

$$\pm (0,06 \times v + 0,3), \text{ где}$$

v – средняя скорость потока в м/с.

Анемометр крыльчатый (от 0,3 до 5 м/с) (рис. 2) – более точный прибор. Порядок работы с анемометром такой же, как и с предыдущим. Крыльчатка этого анемометра

может вращаться в обоих направлениях. Поэтому прибор устанавливается крыльчаткой навстречу потоку ветра (счетный механизм должен быть позади). При скорости более 5 м/сек, крыльчатый анемометр, во избежание поломки, применять не разрешается. Погрешность измерения этим анемометром $\pm(0,6 \times v + 0,1)$ и вводится так же, как и к чашечному анемометру.

Анемометр индукционный (от 2 до 30 м/с) (рис. 3). Прибор с трехчашечной вертушкой и магнитной системой, непосредственно регистрирующий на шкале скорость движения воздуха.

КАТАТЕРМОМЕТР (рис. 4) – прибор для определения малых скоростей движения воздуха внутри помещения (0,04-0,5 м/сек) независимо от направления потока воздуха.

Прибор представляет спиртовой термометр особого устройства с двумя резервуарами, соединенными капиллярной трубкой. Нижний резервуар цилиндрический или шаровой заполнен окрашенным спиртом, верхний – пустой. Шкала цилиндрического кататермометра градуирована от 35 до 38°, шкала шарового кататермометра градуирована от 33 до 40°.

Порядок работы с цилиндрическим кататермометром:

1. Спиртовой резервуар прибора погружают в горячую воду при температуре 70-75°C и выдерживают до исчезновения разрывов в капилляре и заполнения спиртом 1/3-1/4 верхнего резервуара.
2. Прибор вытирают насухо, подвешивают в исследуемой точке и с помощью секундомера определяют время опускания спирта от 38 до 35°C.
3. Измерения повторяют 2-3 раза и вычисляют среднее значение.
4. Скорость движения воздуха рассчитывается по формулам:

$$v = \left(\frac{\frac{H}{Q} - 0,2}{0,4} \right)^2 \quad \text{или} \quad v = \left(\frac{\frac{H}{Q} - 0,14}{0,49} \right)^2$$

где: v – искомая скорость движения воздуха в м/с;

Q – разность между средней температурой прибора (36,5°) и температурой исследуемого воздуха;

0,2; 0,4; 0,14; 0,49 – эмпирические коэффициенты;

H – индекс кататермометра – теплопотери в 1 секунду;

$$H = \frac{F}{T_{\text{сек.}}},$$

где F – индивидуальный фактор, характеризует теплопотери в милликалориях с 1 см² поверхности спиртового резервуара нагретого прибо-

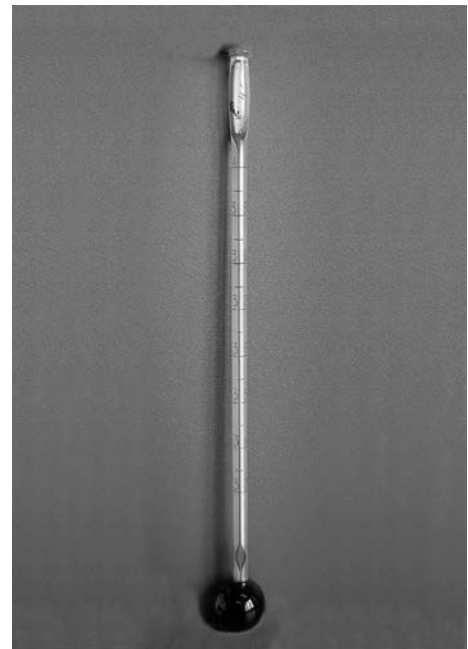


Рис. 4. Шаровой кататермометр.

ра. Фактор устанавливается при изготовлении прибора и обозначен на обратной стороне шкалы;

$T_{\text{сек.}}$ – время (в секундах) опускания спирта с 38 до 35°C.

Таблица 2 - Скорость движения воздуха

Н/Q	Скорость по кататермометру, м/сек.		Н/Q	Скорость по кататермометру, м/сек.	
	цилиндрическому	шаровому		Цилиндрическому	шаровому
0,29	0,051	0,00	0,61	1,04	1,04
0,30	0,063	0,011	0,62	1,09	1,09
0,31	0,076	0,0231	0,63	1,13	1,12
0,32	0,090	0,035	0,64	1,18	1,14
0,33	0,106	0,05	0,65	1,22	1,18
0,34	0,122	0,07	0,66	1,27	1,22
0,35	0,141	0,076	0,67	1,32	1,27
0,36	0,160	0,09	0,68	1,37	1,31
0,37	0,181	0,11	0,69	1,42	1,36
0,38	0,203	0,13	0,70	1,47	1,40
0,39	0,226	0,15	0,71	1,52	1,45
0,40	0,250	0,17	0,72	1,58	1,49
0,41	0,276	0,19	0,73	1,63	1,54
0,42	0,303	0,21	0,74	1,68	1,58
0,43	0,331	0,23	0,75	1,74	1,62
0,44	0,360	0,25	0,76	1,80	1,67
0,45	0,391	0,28	0,77	1,85	1,72
0,46	0,423	0,31	0,78	1,91	1,76
0,47	0,456	0,34	0,79	1,98	1,81
0,48	0,490	0,37	0,80	2,03	1,86
0,49	0,526	0,40	0,81	2,06	1,91
0,50	0,563	0,44	0,82	2,16	1,95
0,51	0,601	0,48	0,83	2,22	2,00
0,52	0,640	0,52	0,84	2,28	2,05
0,53	0,681	0,56	0,85	2,34	2,08
0,54	0,723	0,60	0,86	2,41	2,11
0,55	0,766	0,69	0,87	2,48	2,17
0,56	0,810	0,74	0,88	2,54	2,22
0,57	0,856	0,78	0,89	2,61	2,28
0,58	0,903	0,90	0,90	2,63	2,34
0,59	0,951	0,96	0,91	2,75	2,39
0,60	1,000	1,00	0,92	2,82	2,45

Если частное от деления Н/Q меньше цифры 0,6 расчет ведется по первой формуле ($v < 1$ м/с). Если частное от деления равно или больше цифры 0,6 расчет ведется по второй формуле ($v > 1$ м/сек). По величине частного Н/Q скорость движения воздуха по цилиндрическому кататермометру можно определить и по специальной таблице для этого прибора (табл. 2).

Порядок работы с шаровым кататермометром такой же. Этот прибор применяется в более широком диапазоне температур.

При определении скорости движения воздуха шаровым кататермометром нужно подбирать интервал температур шкалы так, чтобы среднее значение их составляло $36,5^\circ$ (от 40 до 33, от 39 до 34 или от 38 до 35°).

Скорость движения воздуха по шаровому кататермометру определяется по специальной таблице для этого прибора по величине отношения H/Q .

Направление движения воздуха в приземном слое атмосферы выражается в румбах по частям горизонта и определяется с помощью ветромера.

ВЕТРОМЕР – прибор для определения скорости наземного ветра с пределами измерений от 1 до 15 м/сек и направления ветра в основных и промежуточных румбах.

Прибор состоит из:

1. флюгарки с противовесом и шкалой для показания скорости ветра;
2. диска для показания направления по частям горизонта;
3. компаса для ориентации прибора;
4. ось со стойкой и треногой.

Порядок работы с ветромером:

1. Устанавливается тренога в вертикальном положении
2. На треноге устанавливается флюгарка со стойкой, компасом и диском. Флюгарка должна свободно вращаться на оси.
3. Стойка путем вращения на треноге ориентируется по компасу в направлении лимба магнитной стрелки «Север» и закрепляется в этом положении винтом.

Направление и скорость наземного ветра определяются как средние их значения за промежуток времени в 5 минут (из 10 измерений через каждые 30 секунд).

Скорость ветра определяется по шкале флюгарки в м/сек.

Направление ветра определяется в румбах по шкале диска от точки горизонта откуда дует ветер – в противоположном направлении острия грузика противовеса над диском. При северном ветре отсчет по диску равен 0, при восточном – 15, при южном – 30, при западном – 45. Между ними – промежуточные румбы.

При направлении ветра, близком к северному, ко всем отсчетам, превышающим 0, прибавляют цифру 50. Например: отсчеты по диску

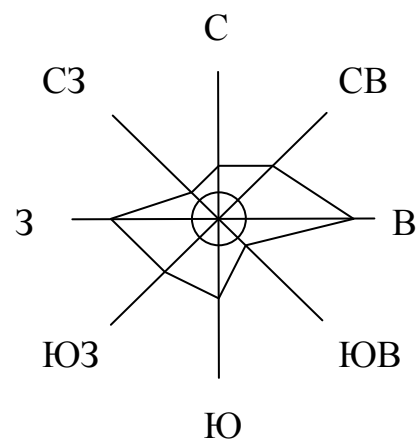


Рис. 5 - Роза ветров.

$58+60+57+68+62+63+68+60+58+61=617$ $617:10=61,7$ или $1,7$ делений. Следовательно, в данном примере, ветер северо-восточный. Для более точного обозначения направления ветра в градусах, средняя величина отсчета умножается на 6. Например: $1,7 \times 6 = 10,2$ градуса. При отсутствии скорости ветра его направление равно нулю. На основании измерения направлений ветра для данной местности строится роза ветров.

Роза ветров (рис. 5) – это графическое изображение повторяемости направления ветра в данной местности. Розу ветров составляют на основании определения направлений ветра за большой промежуток времени (два года), а иногда исходят из месячных и сезонных данных.

Из центра (точки) по восьми направлениям проводят линии (румбы) и на каждой из них откладывают отрезки, пропорциональные повторяемости ветров. Концы отрезков соединяют линиями и в результате получают замкнутую фигуру – розу ветров. Безветренные дни обозначают в виде круга, соответствующего радиуса. Роза ветров учитывается при размещении на местности животноводческих объектов.

В помещениях этот прибор не применяется. Направление конвективных токов воздуха в помещениях определяется путем задымления.

Контрольные вопросы:

1. Что включает в себя понятие «охлаждающая способность воздуха»?
2. Назовите принцип работы кататермометра?
3. Назовите источники движения воздуха в животноводческом помещении.
4. Назовите воспринимающий механизм и принцип работы анемометра.

РАБОТА №4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

Нормальное атмосферное давление равно $1013,25$ мб или 760 мм рт. ст. при 0°C на широте 45° , на уровне моря. 1 мм рт. ст. = $1,333$ мб; 1 мб = $0,75$ мм рт. ст. Для перевода давления из мб в мм рт. ст. умножают на $0,75$. Для перевода давления из мм рт. ст., в мб умножают на $1,333$.

Величина барометрического давления определяется металлическим барометром (анероидом) в интервале температур от минус 10 до плюс 45 градусов.

Основные элементы прибора:

1. Воспринимающая часть (металлическая гофрированная тонкостенная мембранная барокоробка с разреженным воздухом). Барокоробка сжимается атмосферным давлением и растягивается противодействующей пружиной или своей собственной упругостью без пружины. Деформации коробки передаются в увеличенном виде.

2. Передаточный механизм с рабочей стрелкой;

3. Шкала в пределах от 700 до 800 мм рт. ст., с ценой деления 1-2 мм;
4. Стрелка фиксатора (служит для определения величины и направления смещения рабочей стрелки барометра);
5. Термометр.

Порядок работы с барометром:

В рабочем состоянии барометр должен быть в горизонтальном положении. Перед снятием показаний необходимо слегка постучать по корпусу прибора для преодоления силы трения в передаточном механизме.

Для получения исправленной величины давления воздуха к показанию анероида по поверочному свидетельству вводятся две поправки:

1. инструментальная
2. температурная для приведения показаний прибора к 0°. Эта поправка определяется по формуле:

$$П \times t,$$

где t – температура анероида в градусах Цельсия,

$П$ – температурный коэффициент, равный 0,03 мм рт. ст.

Температурная поправка всегда минусовая, инструментальная может быть плюсовой и минусовой. Например: отсчет по анероиду равен 740 мм рт. ст., $t=10^0$. Инструментальная поправка при 740 мм рт. ст. равна минус 0,2 мм рт. ст., температурная ($-0,03 \times 10 = -0,3$ мм рт. ст.). Сводная поправка равна: $(-0,2) + (-0,3) = -0,5$ мм рт. ст.. Исправленный отсчет анероида равен $740 + (-0,5) = 739,5$ мм рт. ст.



Рис. 1- Барограф.

Точность измерений барометра ± 5 мм рт. ст.

Барометр – анероид периодически проверяется и регулируется по ртутному барометру.

БАРОГРАФ (рис. 1) – прибор для автоматической непрерывной записи изменений давления воздуха (барограммы) в течение суток или недели в диапазоне температур от минус 10 до плюс 45° в пределах 100 миллибар (от 950 до 1050 мб).

Воспринимающей частью прибора является комплект анероидных коробок, суммарная деформация которых записывается на диаграммной ленте с миллибаровыми делениями. Цена деления ленты соответствует 1

мб. Остальные детали прибора и порядок работы с ними такие же как и термографа. Погрешность записи барографа $\pm 1,5$ мб при изменении давления на 10 мб. Поправки к барографу определяются по барометру так же как и к термографу.

Контрольные вопросы:

1. Каково гигиеническое значение атмосферного давления для животных?
2. Назовите приборы для определения атмосферного давления.
3. Назовите воспринимающий механизм барографа.
4. Назовите нормативы атмосферного давления для животных

РАБОТА №5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГАЗОВОГО СОСТАВА ВОЗДУХА

Цель работы: изучить основные газы животноводческих помещений и методы их определения и контроля.

УГЛЕКИСЛОТА (CO_2) – газ без цвета и запаха. Один миллиграмм углекислоты при нормальных условиях ($t=0^\circ$ и $D = 760$ мм рт. ст.) занимает объем 0,509 мл.

По нормативам допустимое содержание CO_2 в помещениях для сельскохозяйственных животных 0,25 – 0,3%.

Количественное определение углекислоты.

Способ определения содержания углекислоты основан на поглощении ее в определенном объеме исследуемого воздуха раствором щелочи $\text{Ba}(\text{OH})_2$ с образованием углекислого бария – BaCO_3 . По разнице титров щелочи до и после поглощения, определяется количество углекислоты.

Приборы и оборудование:

1. Большая стеклянная бутылка емкостью от 5 до 7 литров,
2. Малый флакон емкостью от 100 до 120 мл, вмонтированный в резиновую пробку бутылки
3. Бюретка;
4. Пипетка на 20 мл;
5. Колбочки на 10 мл;
6. Термометр;
7. Барометр;
8. Шприц Жанэ;

РЕАКТИВЫ:

Титрованный раствор едкого бария – $\text{Ba}(\text{OH})_2$, 1 мл которого может связать 1 мг CO_2 (7,162 г кристаллического бария на 1 л дистиллированной воды).

1. Титрованный раствор щавелевой кислоты – $C_2H_2O_4$, 1 мл которой эквивалентен 1 мг CO_2 (2,864 г кристаллической щавелевой кислоты на 1 л дистиллированной воды).

2. Индикатор – 1% спиртовой раствор фенолфталеина

Ход анализа:

1. Взятие пробы исследуемого воздуха и поглощение в ней углекислоты.

Отбор пробы воздуха делается в середине помещения в бутылку при помощи воздушного насоса. Для этого делается 10 – 12 качаний насоса, после чего бутылку с помощью большой резиновой пробки соединяется с малым флаконом, из которого переливается раствор щелочи. Бутылку встряхивается 10 минут для полного поглощения углекислоты. Затем жидкость из бутылки переливается во флакон, отсоединяется от бутылки, закрывается пробкой и отстаивается 1-2 часа для оседания углекислого бария.

Измеряется температура и барометрическое давление воздуха в помещении.

2. Определение первого титра рабочего раствора $Ba(OH)_2$ до поглощения CO_2 .

Бюретка продувается шприцем через натронную известь для освобождения ее от углекислоты. Затем в эту бюретку насасывается шприцем раствор бария. В колбочку наливают 20 мл щавелевой кислоты, добавляют 2 капли фенолфталеина и титруют раствором бария до появления слабого розового окрашивания (при этом кончик бюретки должен касаться поверхности раствора кислоты в колбочке).

3. Определение второго титра отработанного раствора $Ba(OH)_2$ после поглощения CO_2 .

В бюретку осторожно насасывается из флакона отстоявшийся раствор $Ba(OH)_2$. Титрование 20 мл раствора кислоты раствором бария не связавшегося с углекислотой проводится также, как и до поглощения CO_2 .

4. Вычисление результатов анализа

Пересчет титра раствора $Ba(OH)_2$ на объем малого флакона.

Пример: на первое титрование 20 мл $C_2H_2O_4$ пошло 21,4 мл рабочего раствора $Ba(OH)_2$. Объем флакона равен 113 мл, отсюда можно определить сколько щавелевой кислоты пойдет на нейтрализацию 113 мл $Ba(OH)_2$.

$$20 - 21,4$$

$$x - 113$$

$$x = \frac{20 \times 113}{21,4} = 105,6 \text{ мл } \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$$

На нейтрализацию 113 мл рабочего раствора бария в первом титре требуется 105,6 мл $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$.

Если в первом титре на 20 мл щавелевой кислоты идет больше или меньше 20 мл щелочи, тогда определяется поправка к титру щелочи (К). Для этого 20 мл $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ делится на количество $\text{Ba}(\text{OH})_2$. В данном примере: $K = 20:21,4 = 0,9$

На второе титрование в примере на 20 мл $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ пошло 28,2 мл отработанного раствора $\text{Ba}(\text{OH})_2$, отсюда можно определить сколько щавелевой кислоты пойдет на нейтрализацию 113 мл $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

$$x = \frac{20 \times 113}{28,3} = 80,14 \text{ мл } \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$$

Для нейтрализации 113 мл отработанного раствора бария во втором титре требуется 80,14 мл $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$.

В приведенном примере разница титров щавелевой кислоты равна:

$$105,6 - 80,14 = 25,47 \times K = 25,47 \times 0,9 = 22,9 \text{ мл } \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4,$$

что соответствует 22,9 мг CO_2 или 11,7 мл CO_2 ($22,9 \times 0,509$).

Следовательно, во взятом объеме исследуемого воздуха содержится углекислоты 11,7 мл.

Для вычисления процентного содержания углекислоты необходимо объем взятого для исследования воздуха привести к нормальным атмосферным условиям (0° и 760 мм барометрического давления) по формуле:

$$V^{0760} = \frac{V}{1 + \alpha \times t} \times \frac{B}{760}$$

где: V^{0760} —искомый нормальный объем воздуха в мл,

V — объем бутылки в мл,

α — коэффициент расширения воздуха (1/273 или 0,003667)

t — температура воздуха в $^\circ\text{C}$,

B — барометрическое давление в мм рт. ст.

Пример: Объем бутылки равен 5573 мл, температура воздуха 12° , барометрическое давление 750 мм рт. ст.

$$V^{0760} = \frac{5573}{1 + 0,003667 \times 12} \times \frac{750}{760} = 5267,4 \text{ мл}$$

Так как во взятой пробе воздуха, в примере, было найдено 11,7 мл CO_2 , в перерасчете на 100 мл воздуха это составит содержание CO_2 0,22%.

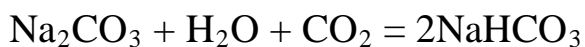
$$\frac{5267,4 - 11,7}{100 - x}$$

$$x = \frac{11,7 \times 100}{5267,4} = 0,22 \%$$

Примечание: Приведение объема исследуемого воздуха к нормальным условиям делается также с помощью специальной таблицы, в которой даны числовые величины $(1+\alpha \times t)$ и $(B/760)$.

Определение углекислого газа в воздухе по методу Лунге-Цеккендорфа в модификации Д.В. Прохорова.

Принцип метода состоит в том, что раствор карбоната натрия (Na_2CO_3) окрашенный в розовый цвет индикатором фенолфталеином обесцвечивается, когда весь карбонат натрия, взаимодействуя с углекислотой воздуха, превращается в гидрокарбонат натрия (NaHCO_3), по реакции:



Порядок определения – поглощение углекислого газа проводится непосредственно в шприце емкостью 100-150 мл. Для этого в последний засасывают 20 мл щелочного раствора Na_2CO_3 , затем исследуемый воздух в максимально возможном количестве, для чего поршень шприца оттягивают на определенный объем. При заборе воздуха, чтобы не допустить потери жидкости, шприц поднимается кончиком вверх. Далее отверстие шприца надежно закрывают резиновым колпачком, затем энергичным встряхиванием шприца (7-8 раз) воздух приводится в контакт с поглотителем.

Вслед за этим колпачок снимается и воздух из шприца выталкивается, вместо него набирается одна за другой новые порции исследуемого воздуха и та же процедура с ними повторяется до тех пор, пока раствор в шприце не обесцветится.

Проводится параллельное определение концентрации углекислоты в воздухе помещений и в атмосферном воздухе.

Затем производится расчёт по формуле:

$$X = \frac{N}{n} \times 0,03 \%, \text{ где}$$

- X** – содержание углекислого газа в воздухе помещения, %;
- N** – число порций атмосферного воздуха;
- n** – число порций воздуха помещения;
- 0,03% – среднее содержание углекислого газа в воздухе открытой атмосферы.

Пример расчета – для обесцвечивания раствора пришлось забрать шприцом 50 порций наружного воздуха, а в исследуемом помещении – 10 порций, следовательно, концентрация углекислого газа в помещении будет:

$$(50:10) \times 0,03\% = 0,15\%.$$

АММИАК (NH_3) – бесцветный газ с едким запахом, хорошо растворим в воде. Один миллиграмм газа при нормальных условиях занимает объем 1,314 мл.

По нормативам допустимое содержание NH_3 в помещениях для сельскохозяйственных животных 0,02 мг/л.

Способ определения содержания аммиака основан на поглощении его в определенном объеме исследуемого воздуха раствором кислоты H_2SO_4 с образованием сернокислого аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (рис. 12). По разнице титров кислоты до и после поглощения, определяется количество аммиака.

Приборы и оборудование:

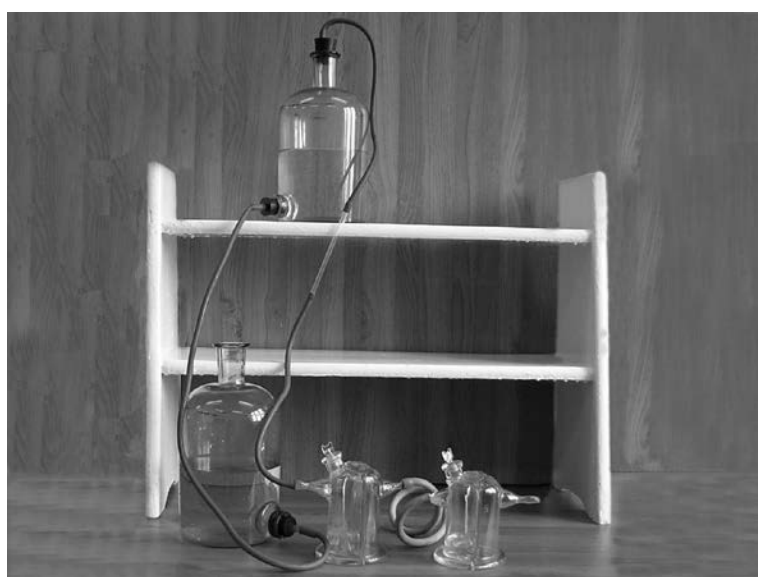


Рис. 1 - Газопоглотитель.

1. Аспиратор.
2. Газопоглотители.
3. Бюретка.
4. Пипетки на 20 мл.
5. Колбочки на 100 мл.
6. Термометр.
7. Барометр.

Реактивы:

1. 0,01 н раствор H_2SO_4 , 1 мл которого может связать 0,17 мл или 0,2234 мл NH_3 ($0,17 \times 1,314 = 0,2234$);
2. 0,01 н раствор NaOH ;
3. индикатор – 1% раствор метилоранжа.

Ход анализа

1. Взятие пробы исследуемого воздуха и поглощение в ней аммиака.

Для этого в два поглотителя наливают по 20 мл раствора серной кислоты. Исследуемый воздух в количестве 40 – 60 литров с помощью аспиратора медленно, в течение одного часа, просасывается через поглотители. Измеряется температура и барометрическое давление воздуха в помещении.

2. Определение первого титра рабочего раствора H_2SO_4 до поглощения NH_3

В колбочку наливают 20 мл раствора серной кислоты, добавляют 2 капли индикатора и титруют раствором щелочи до перехода розового цвета в золотисто-желтый.

3. Определение второго титра отработанного раствора H_2SO_4 после поглощения NH_3 .

Отработанный раствор из поглотителей переливают в колбочку, в нее сливают и дистиллированную воду после ополаскивания поглотителей (4 - 5 мл). Половина этого раствора, соответствующая по объему 20 мл раствора серной кислоты титруется щелочью так же, как и до поглощения аммиака.

4. Вычисление результатов анализа

Пример: на первое титрование 20 мл раствора серной кислоты пошло 21 мл раствора NaOH.

Если в первом титре на 20 мл кислоты идет больше или меньше 20 мл щелочи, тогда определяется поправка к титру щелочи (К). Для этого 20 мл H_2SO_4 делится на количество NaOH. В данном примере $K = 20 : 21 = 0,9$. На второе титрование отработанного раствора H_2SO_4 в примере пошло 15 мл раствора NaOH. Разница титров раствора серной кислоты в данном примере равна: $21 - 15 = 6 \times 0,9 = 5,4$. Фактически при пропускании воздуха через 2 поглотителя с аммиаком соединилось серной кислоты в два раза больше: $5,4 \times 2 = 10,8$ мл. Следовательно, во взятом объеме исследуемого воздуха содержится аммиака: $10,8 \times 0,17 = 1,84$ мг или $10,8 \times 0,2234 = 2,4$ мл.

Для вычисления содержания аммиака в 1 литре исследуемого воздуха необходимо объем пропущенного через поглотители воздуха привести к нормальным условиям.

Пример: Объем пропущенного воздуха равен 65 л, температура воздуха 10°C , барометрическое давление 750 мм рт. ст.

$$V^{760} = \frac{65}{1 + 0,003667 \times 10} \times \frac{750}{760} = 61,87 \text{ л}$$

Следовательно в 1 л исследуемого воздуха содержится аммиака:

$$\frac{1,84}{61,87} = 0,03 \text{ мг/л или } \frac{2,4}{61,87} = 0,038\%$$

СЕРОВОДОРОД (H_2S) – бесцветный газ со специфическим запахом. Один мл газа при нормальных условиях занимает объем 0,6497 мл.

Предельно допустимое содержание H_2S в воздухе помещений для животных 0,015 мг/л.

Способ определения сероводорода основан на поглощении его в определенном объеме исследуемого воздуха водным раствором йода с образованием йодистого водорода (HI).

По разнице титров раствора йода до и после поглощения определяется количество сероводорода.

Приборы и оборудование при определении сероводорода используются те же, что и при определении аммиака.

Реактивы:

0,01н раствор йода, 1 мл которого может связать 0,17 мг или 0,11 мл H_2S ($0,17 \times 0,6497 = 0,11$).

0,01 н раствор серноватистого натрия – $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (гипосульфита).

Индикатор – 0,5% раствор крахмала

Ход анализа:

1. Взятие пробы исследуемого воздуха и поглощение сероводорода.

В два поглотителя наливают по 20 мл раствора йода. Исследуемый воздух в количестве 20 л медленно (в течение одного часа) просасывается через поглотители.

2. Определение первого титра рабочего раствора йода до поглощения H_2S

В колбочку наливают 20 мл раствора йода, добавляют 1 мл индикатора. Посиневшую жидкость титруют раствором гипосульфита до обесцвечивания.

3. Определение второго титра отработанного раствора йода – после поглощения H_2S .

Отработанный раствор йода из поглотителей переливают в колбочку, в нее же сливают и дистиллированную воду после споласкивания поглотителей (4-5 мл). Половина этого раствора титруется также как и до поглощения H_2S .

4. Вычисление результатов анализа

Делается по образцу вычисления результатов анализа воздуха на содержание аммиака.

Поправка к титру раствора гипосульфита определяется делением 20 мл раствора йода на количество раствора гипосульфита в первом титре.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ГАЗОАНАЛИЗАТОР УГ – 2

Универсальный газоанализатор (рис. 2) – прибор для определения наличия в воздухе аммиака и сероводорода.

Действие прибора основано на свойстве индикаторных порошков изменять окраску при просасывании газов с помощью воздухозаборного устройства – сильфона (под действием аммиака желтый порошок становится синим, а под действием сероводорода белый порошок приобретает коричневый цвет). Объем просасываемого воздуха для каждого газа отмечен на штоке прибора.

Порядок работы:

1. По заданному объему исследуемого газа с помощью штока сжимают сильфон.

2. Присоединяют индикаторную трубку

3. Отпускают шток и отмечают время.

Время защелкивание штока для аммиака при объеме воздуха 250 мл равно 2 минутам – 2 минутам 40 секундам, общее время просасывания 4 минуты; при объеме воздуха 30 мл время защелкивания штока мгновенное, время просасывания 2 минуты.



Время защелкивания штока для сероводорода при объеме воздуха 300 мл равно 2 минуты 20 секунд – 3 минуты 20 секунд, общее время просасывания 5 минут: при объеме воздуха 30 мл защелкивание штока мгновенное, время просасывания 2 минуты.

Концентрацию газов в исследуемом воздухе определяют в мг/м³ путем сравнения окрашенной части индикаторной трубки с прилагаемой шкалой.

Рис. 2 - Универсальный газоанализатор УГ-2.

Газоанализатор работает в диапазоне температур от 10 до 30° с погрешностью $\pm 10\%$.

Срок годности индикаторных порошков указан на ампулах, срок годности заряженных индикаторных трубок – 1 месяц.

Кратность измерения и точки исследования вредных газов те же, что и при определении других показателей микроклимата (табл. 1, 2).

Контрольные вопросы:

1. Назовите санитарно-показательные газы животноводческих помещений.
2. Назовите источники аммиака, углекислого газа, сероводорода в помещении и их предельно-допустимые концентрации.
3. Какие Вы знаете способы борьбы с вредными газами.
4. Каков принцип работы газоанализатора?

РАБОТА №6. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЗА ОСВЕЩЕННОСТЬЮ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Цель работы: изучить показатели естественной и искусственной освещенности в животноводческих помещениях и методы их нормирования.

В практике строительства и эксплуатации помещений для сельскохозяйственных животных различают искусственную и естественную освещенность.

Освещённость – поверхностная плотность падающего светового потока, или отношение светового потока к площади освещаемой им поверхности. За единицу освещённости принимают *люкс* (лк) - освещённость поверхности, получающей равномерно распределённый световой поток в 1 люмен (лм) на площади в 1 м².

Определение естественной освещенности.

Естественная освещённость внутри помещений для животных и птицы нормируется двумя способами: геометрическим и светотехническим.

Геометрический способ основан на вычислении светового коэффициента (СК).

Световой коэффициент - отношение остеклённой площади окон к площади пола, при этом первая величина принимается за единицу.

Данный способ контроля за освещённостью весьма прост, однако не совсем точен, так как не учитывает многие моменты (конструктивные особенности здания и т.д.). По этому для оценки освещённости отдельных участков определяют угол падения.

Угол падения образуется двумя линиями, идущими от определенного места (кормушки, стойла, денника, автопоилки, места прикрепления доильных стаканов к соскам и проч.); одна линия идет горизонтально к окну, другая к верхнему краю окна (застекленной поверхности). Чем больше этот угол, тем лучше освещенность. Чем дальше место от окна, тем хуже освещенность, так как угол будет меньше. По существующим зоогигиеническим нормативам угол падения должен быть не менее 27°.

Светотехнический способ нормирования естественной освещённости выражается коэффициентом естественной освещённости (КЕО).

Коэффициент естественной освещенности - процентное отношение горизонтальной освещенности (в люксах) внутри помещения к одновременно определенной горизонтальной освещенности под открытым небом (с защитой от прямых солнечных лучей):

$$КЕО = \frac{E_{\text{вн.}}}{E_{\text{нар.}}} \times 100 (\%), \text{ где}$$

$E_{\text{вн.}}$ – освещённость точки внутри помещения, лк;

$E_{\text{нар.}}$ – освещённость площади под открытым небом, лк.

Для расчёта КЕО помещений пользуются следующей формулой:

$$КЕО_{\text{ср}} = (H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + B + C + D) / (a + 3), \text{ где}$$

$КЕО_{\text{ср}}$ - коэффициент естественного освещения, %; H_1, H_2, H_3, H_4 – средний арифметический КЕО зоны размещения животных в рядах, %; B – КЕО на полу в центре помещения, %; C – КЕО на высоте 1 м от пола в центре здания, %; D – КЕО на высоте 1,6 м в центре помещения, %;

а – количество рядов стойл или клеток размещения в здании; 3 – количество замеров КЕО в центре помещения.

Методика измерения люксметром

Люксметр Ю-116 (рис. 1) состоит из измерителя люксметра и отдельного фотоэлемента с насадками.

Прибор магнитоэлектрической системы имеет две шкалы: 0-100 и 0-30. На каждой шкале точками отмечено начало диапазона измерений: на шкале 0-100 точка находится над отметкой 20, на шкале 0-30 точка находится над отметкой 5. Прибор имеет корректор для установки стрелки в нулевое положение. На боковой стенке корпуса измерителя расположена

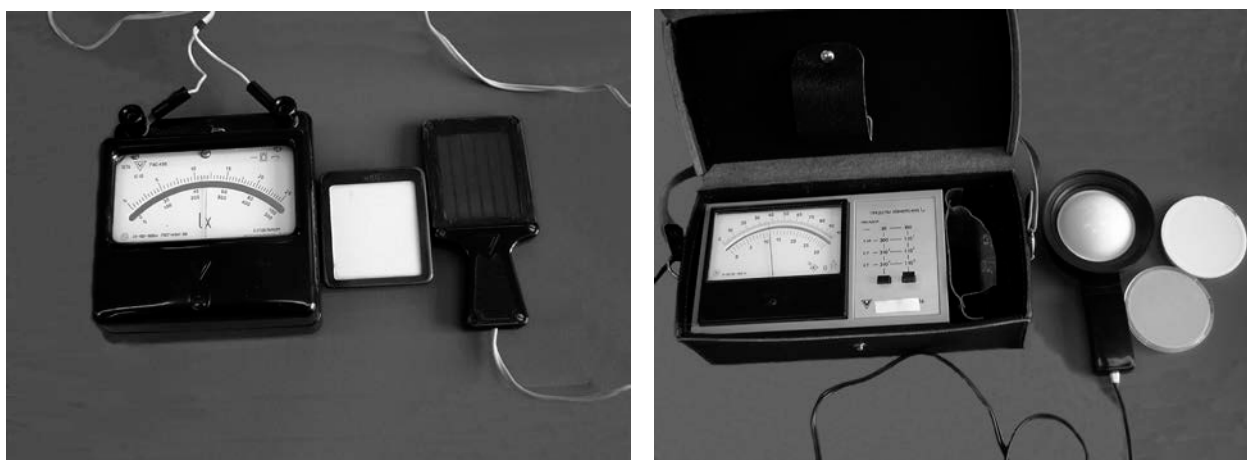


Рис. 2 - Люксметры Ю-16 и Ю-116.

вилка для присоединения селенового фотоэлемента. Для уменьшения косинусной погрешности применяется насадка на фотоэлемент, состоящая из полусферы, выполненной из белой светорассеивающей пластмассы, и непрозрачного пластмассового кольца, имеющего сложный профиль. Насадка обозначена буквой К, нанесенной на ее внутреннюю сторону. Эта насадка применяется не самостоятельно, а совместно с одной из трех других насадок, имеющих обозначение М, Р, Т.

Каждая из этих трех насадок совместно с насадкой К образует три поглотителя с общим номинальным коэффициентом ослабления 10, 100, 1000 и применяется для расширения диапазонов измерений. Насадки К, М, Р, и Т могут использоваться только в том люксметре, для которого они предназначены.

Для подготовки к измерению установите измеритель люксметра в горизонтальное положение. Проверьте, находится ли стрелка прибора на нулевом делении шкалы, для чего фотоэлемент отсоедините от измерителя люксметра. В случае необходимости с помощью корректора установите стрелку прибора на нулевое деление шкалы. Подключите фотоэлемент к измерителю. Порядок значения измеряемой освещенности следующий:

против нажатой кнопки определяют выбранное с помощью насадок (или без насадок) наибольшее значение диапазонов измерений. При нажатой правой кнопке, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений кратные 10, следует пользоваться для отсчета показателей шкалой 0-100. При нажатой левой кнопке, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений кратные 30, следует пользоваться шкалой 0-30. Показания прибора в делениях по соответствующей шкале умножают на коэффициент ослабления, зависящий от применяемых насадок и указанный на насадках М, Р, Т.

Например, на фотоэлементе установлены насадки КР, нажата левая кнопка, стрелка показывает 10 делений по шкале 0-30. Измеряемая освещенность равна $10 \times 100 = 1000$ лк.

Если при насадках КМ и нажатой левой кнопке стрелка не доходит до 5 делений по шкале 0-30, измерение производите без насадок, то есть открытым фотоэлементом. По окончании измерения:

- отсоедините фотоэлемент от измерителя люксметра;
- наденьте на фотоэлемент насадку Т;
- уложите фотоэлемент в крышку футляра.

Естественную освещенность в помещениях измеряют в течение всего светового дня через каждые два часа 1-2 раза в неделю во все периоды года в зонах наибольшей, средней и минимальной освещенности у пола (на уровне нахождения животных). В каждой зоне измерение проводят в двух точках.

Определение искусственной освещенности

Для этой цели подсчитывают число ламп в помещении и суммируют в ваттах их мощность. Затем делят последнюю величину на площадь помещения, выраженную в квадратных метрах, и полученную удельную мощность ламп умножают на коэффициент «е»:

$$\text{ИО} = \frac{n \times N}{S_{\text{пола}}} \times e \text{ (лк)},$$

где n – количество ламп накаливания;

N – мощность ламп, Вт;

$S_{\text{пола}}$ – площадь пола, м^2 .

e – коэффициент обозначающий количество люксов, которое даёт удельная мощность, равная 1 ватту на 1 м^2 (табл. 1).

Таблица 1 - Значение коэффициента «е».

Мощность ламп	Лампы накаливания	Люминесцентные лампы
до 100 Вт	2,0	6,5
100 Вт и выше	2,5	8,0

Контрольные вопросы:

1. Назовите показатели естественной освещенности.
2. Назовите приборы для нормирования искусственной освещенности?
3. Как определить световой коэффициент в помещении?
4. Как определить коэффициент естественной освещенности?

РАБОТА 7. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ (БАЛЬНАЯ) ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

На примере животноводческих помещений как искусственных экологических систем особенно чётко проявляется общебиологическая закономерность: организмы в процессе жизнедеятельности ухудшают условия своего существования.

Управлять микроклиматом в помещениях для животных можно только при условии систематического контроля за состоянием его основных параметров.

Воздушная среда, окружающая животных, оказывает прямое и косвенное влияние на них, но и животные могут в значительной степени изменять свойства и состав воздушной среды, часто не в лучшую сторону. В связи с этим разработаны нормативы физического состояния в животноводческих помещениях воздуха и предельно допустимые концентрации в нем вредно действующих газов, пыли и микроорганизмов. Необходимо постоянно или периодически контролировать его основные параметры (табл. 1, 2).

Для этого используют приборы, обеспечивающие контроль параметров микроклимата в животноводческих помещениях.

Таблица 1 - Уровень измерения показателей микроклимата в помещениях для животных

Помещения	Высота измерения, м	
	уровень лежания животного	уровень стояния животного
Коровники	0,5	1,2
Телятники	0,3	1,2
Конюшни	0,5	1,5
Свинарники	0,3	0,7
Овчарни	0,3	0,7
Птичники	0,2	на уровне клеток

Таблица 2- Примерная кратность исследований микроклимата

Показатель микроклимата	Исследования, по дням декады									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Температура воздуха	+			+			+			+
Относительная влажность воздуха	+			+			+			+
Подвижность воздуха	+			+			+			+
Содержание аммиака				+						+
Содержание сероводорода				+						+
Содержание углекислого газа				+						+
Освещенность				+					+	

Результаты определений параметров микроклимата заносят в журнал, сравнивают с рекомендуемыми нормативами и на основании этого, при необходимости, предлагают и осуществляют соответствующие мероприятия по улучшению микроклимата. Ориентировочно микроклимат можно оценивать в баллах (табл. 3).

Таблица 3 - Балльная оценка микроклимата в помещениях промышленных животноводческих комплексов и ферм.

Параметры	Требования	Оценка в баллах
Температура воздуха	Поддержание в границах зоогигиенических требований (за каждый градус сверх норматива в помещениях для новорожденных, растущих и высокопродуктивных животных оценка снижается на 1 балл, а в помещениях для откормочных животных – на 0,5 балла)	20
Относительная влажность воздуха	Поддержание в границах зоогигиенических требований (при отклонении на каждые 5% оценка снижается на 1 балл; при колебании в течение суток на каждые 5)% оценка ниже на 1 балл)	10
Интенсивность света	Поддержание в границах зоогигиенических требований	5
	Отклонение	0
Равномерность освещения	Поддержание в границах зоогигиенических требований	5
	Неравномерное освещение	0
Общее количество микроорганизмов	До 200 микроорганизмов в 1 литре воздуха	10
	Превышение зоогигиенических нормативов	0
Общий уровень шума	До 60 дБ	5
	Свыше 60 дБ	0
Аммиак	Меньше 20 мг/м ³ За каждые 10 мг/м ³ сверх нормативов оценка снижается на 1 балл	10
Углекислый газ	Меньше 0,25% За каждые 0,1% сверх нормативов оценка снижается на 1 балл	5

Сероводород	Отсутствие в воздухе	5
	Наличие в воздухе или следы	0
Количество воздуха в 1 час на 1 кг живой массы животного	Поддержание в границах зоогигиенических требований За каждые 5% снижения норматива оценка снижается на 1 балл	10
Подвижность воздуха	Поддержание в границах зоогигиенических требований За превышение на каждые 0,1 м/с оценка снижается на 1 балл	5
Воздухораспределение в помещении	Поддержание в границах технологических требований	10
	Наличие вихревых и «мёртвых» зон	0
Итого		100
Хорошее состояние микроклимата		90 – 100
Удовлетворительное		70 – 90-
Плохое		Ниже 70

Контрольные вопросы:

1. Как провести балльную оценку микроклимата.
2. Какие показатели включает балльная оценка микроклимата.
3. В каких случаях проводят заключительную оценку параметров микроклимата.

Рекомендуемая литература

1. Гигиена сельскохозяйственных животных : учебник. Кн. 1. Общая зоогигиена / ред.: А. Ф. Кузнецов, М. В. Демчук. - М. : Агропромиздат, 1991. - 398[2] с.
2. Гигиена сельскохозяйственных животных : учебник. Кн. 2. Частная зоогигиена / ред.: А. Ф. Кузнецов, М. В. Демчук. - М. : Агропромиздат, 1992. - 192 с.
3. Гигиена животных : учебник / Ред. А.Ф. Кузнецов. - М. : Колос, 2001. - 368 с.
4. Кузнецов, А. Ф. Гигиена кормления сельскохозяйственных животных [Текст] : научное издание / А. Ф. Кузнецов. - Л. : ВО Агропромиздат, 1989. - 160 с.
5. Онегов, А. П. Гигиена сельскохозяйственных животных : учеб. пособие для с.-х. вузов по спец. "Ветеринария" и "Зоотехния" / А. П. Онегов, И. Ф. Храбустовский, В. И. Черных. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Колос, 1984. - 400 с.
6. Онегов, А. П. Гигиена сельскохозяйственных животных : учебное пособие / Е. К. Меркурьева. - М. : Колос, 1972. - 432 с.

