

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Институт экологической и пищевой биотехнологии**

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ И ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Учебное пособие



Новосибирск 2024

УДК [631.3:636]:697(075)
ББК 48.115, я 73
С 183

Кафедра Экологии

Составители: канд. с.-х. наук, доц. *А.А. Пермяков*,
канд. биол. наук, доц. *Е.А. Тян*,
канд. биол. наук, доц. *Г.А. Котомина*,
канд. биол. наук, проф. *Л.А. Литвина*

Рецензент д-р биол. наук, проф. *М.Л. Кочнева*

Санитарно-гигиеническая оценка микроклимата животноводческих и птицеводческих помещений: учебное пособие / Новосибирский государственный аграрный университет; Институт экологической и пищевой биотехнологии; составители.: А.А. Пермяков, Е.А. Тян, Г.А. Котомина, Л.А. Литвина. – Новосибирск, 2024. – 172 с.

Учебное пособие составлено в соответствии с рабочими программами дисциплины. В нем приведены наиболее распространенные методы санитарно-гигиенической оценки микроклимата, способы расчета объемов искусственной вентиляции и теплового баланса животноводческих и птицеводческих помещений, представлены контрольные задания по изучаемым разделам, приведены основные термины и приложения, а также список рекомендуемой литературы.

Учебное пособие предназначено для студентов очной и заочной форм обучения, обучающихся по направлениям подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, 36.03.02 Зоотехния и специальности 36.05.01 Ветеринария, а также руководителей и специалистов предприятий сельского хозяйства всех форм собственности, научных работников, аспирантов, слушателей ФПК.

Утверждено и рекомендовано к изданию учебно-методическим советом Института экологической и пищевой биотехнологии (№5 от 17 июня 2024 г.).

ВВЕДЕНИЕ

Благополучие сельскохозяйственных животных, увеличение производства животноводческой продукции и насыщение отечественного рынка мясом, молоком, яйцами, а также сырьем высокого качества возможно при условии укрепления кормовой базы, оптимизации технологических процессов и строгого соблюдения зоогигиенических правил ведения животноводства. Важно иметь добротные, высокомеханизированные животноводческие помещения с оптимальным микроклиматом и соответствующей плотностью размещения поголовья.

Микроклимат – это совокупность физико-химических параметров воздушной среды и светового режима помещения, в различном сочетании и с различной силой воздействующих на организм животного (на обмен веществ, теплообмен, газообмен, физико-химические свойства крови, температуру тела и др.). Организм животного может приспосабливаться к любым изменениям воздушной среды, но лишь до определенных пределов. Физиологическое равновесие сохраняется до тех пор, пока действие взвешенных раздражителей не превышает возможностей организма. Воздействие сильных или необычных по качеству факторов ослабляет резистентность организма, угнетает воспроизводительную функцию, способствует развитию заболеваний инфекционного и иного характера. Поэтому зооветспециалисты должны иметь прочные знания по гигиене сельскохозяйственных животных.

При санитарно-гигиенической оценке микроклимата в животноводческих и птицеводческих помещениях определяют комплекс параметров физических свойств воздуха (температура, влажность, подвижность, охлаждающая способность, атмосферное давление, освещенность, ионизация и т.д.), его газовый состав (диоксид углерода, оксид углерода, аммиак, сероводород и др.), акустический фон, запыленность и насыщенность микроорганизмами. Температура, влажность, другие физические и химические свойства воздуха в животноводческих и птицеводческих помещениях в различные сезоны года,

месяцы и даже время суток подвержены влиянию различных факторов: изменение метеорологических условий, эффективность работы вентиляционно-отопительного оборудования, время суток и др. Микроклимат оказывает прямое и косвенное влияние на животных, но и животные могут в значительной степени изменять свойства и состав воздушной среды. В связи с этим разработаны нормативы физического состояния воздуха в животноводческих помещениях и предельно допустимые концентрации в нем вредно действующих газов, пыли и микроорганизмов. Необходимо постоянно или периодически контролировать эти основные параметры.

В процессе изучения дисциплины «Зоогигиена» формируются следующие компетенции:

В результате изучения дисциплин студенты должны:

- **знать:** гигиенические требования к воздушной среде, ПДК вредных газов в воздухе животноводческих помещений; нормативную документацию по оценке микроклимата; требования к организации стойлового и пастбищного содержания животных; зоогигиенические требования к ведению скотоводства, свиноводства, овцеводства, коневодства и птицеводства;

- **уметь:** определять показатели микроклимата с помощью специальных приборов (термометр, термограф, психрометр, гигрограф, люксметр, анемометр, газоанализатор и т.д.) и на их основе давать гигиеническую оценку микроклимата животноводческих помещений и безопасности получения продукции; проводить контроль за условиями содержания сельскохозяйственных животных и птицы; планировать зоогигиенические и профилактические мероприятия на животноводческих предприятиях.

- **владеть:** навыками оценки микроклимата в животноводческих и производственных помещениях; знаниями и навыками для санитарно-гигиенического контроля строительства и эксплуатации животноводческих объектов, а также состояния их микроклимата.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Температура воздуха является одним из физических параметров внешней среды, оказывающих влияние на состояние организма животных и птиц, особенно на их терморегуляцию. Низкая температура, высокая влажность и скорость движения воздуха в помещении способствуют отдаче тепла организмом животного путем конвекции, что приводит к нарушению теплового равновесия между внешней средой и организмом и к снижению его резистентности. Животные при этом могут подвергаться заболеваниям органов дыхания и инфекционным болезням. Наиболее опасны низкие температуры для истощенных и переутомленных животных. Особенно чувствителен к низкой температуре новорожденный молодняк, поскольку терморегуляция у него несовершенна, и температура тела в первые сутки после рождения в значительной степени зависит от температуры окружающего воздуха. При сочетании высокой температуры с высокой влажностью и недостаточным движением воздуха в помещении может наступить перегревание организма вследствие уменьшения теплоотдачи, что отрицательно влияет на здоровье и продуктивность животных.

Сельскохозяйственные животные имеют различную степень адаптации к высоким температурам воздуха: наиболее приспособлены лошади, хуже всего – овцы, среднее положение занимают крупный рогатый скот и свиньи. Высокие температуры легче переносят менее упитанные животные, с редким волосяным покровом, светлых мастей.

Неблагоприятное воздействие на организм животных и птицы оказывают резкие колебания температуры в течение суток. Весьма благотворны оптимальные температуры.

Приборы для измерения температуры. Для измерения температуры воздуха в животноводческих помещениях в зависимости от конкретных условий применяют приборы с различным принципом действия: *термометры расширения* (ртутные, нертутные) и *термометры сопротивления* (электрические).

ские). В качестве основных элементов ртутных (жидкостных) термометров выступают термометрические жидкости: полиэтилсилоксан I, толуол, этиловый спирт, петролейный эфир, пентаноловая смесь, керосин. Наиболее распространены ртутные термометры. Это объясняется их точностью и возможностью применения в широких пределах температур от $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+375\text{ }^{\circ}\text{C}$. Спиртовые и другие жидкостные термометры менее точны, так как спирт при нагревании выше $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ расширяется неравномерно, кроме того, точка его кипения соответствует $78,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Однако с помощью спиртовых термометров можно измерять очень низкие температуры (до $-130\text{ }^{\circ}\text{C}$). Ртутные термометры для этого непригодны, так как ртуть замерзает при $-39,4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Кроме названных используют специальные термометры, с помощью которых можно выявить максимум и минимум температур в определенный период времени.

Термометр ртутный максимальный (рис. 1а) предназначен для измерения и фиксирования наивысшей температуры воздуха за определенный период времени. Это достигается различными конструктивными приемами. Например, в месте перехода от резервуара с ртутью к капилляру может быть введен пузырек разреженного воздуха или сужен просвет капилляра. Чаще всего в дно ртутного резервуара термометра впаивают стеклянный штифт, который верхним своим концом вдается в капиллярную трубку термометра и суживает ее просвет настолько, что ртуть проходит по капилляру только при повышении температуры воздуха. При понижении температуры воздуха ртуть из капилляра уже не может возвратиться обратно в резервуар и остается в том положении, которое соответствовало максимальному уровню столбика ртути. Перед каждым измерением максимальный термометр необходимо энергично встряхнуть, чтобы вернуть ртуть в резервуар.

Рис. 1. Термометры:
а – максимальный,
б – минимальный

Термометр спиртовой минимальный (рис. 1б) применяют для измерения и фиксирования минимальной температуры воздуха. Внутри капилляра термометра находится подвижный штифт-указатель из цветного стекла. Перед измерением нижний конец термометра поднимают кверху и добиваются такого положения, чтобы штифт дошел до верхнего уровня спирта. Затем термометр располагают в точке исследования в горизонтальном положении. Спирт, расширяясь при повышении температуры, свободно проходит мимо штифта, который остается на месте. При понижении температуры спирт сжимается и увлекает за собой в силу поверхностного натяжения указатель вниз. Поэтому верхний конец штифта-указателя всегда фиксирует минимальную температуру, наблюдавшуюся в период ее измерения.

С помощью *комбинированного (максимально-минимального) термометра* (рис. 2) определяют как максимальную, так и минимальную температуру воздуха за определенный период времени. Термометр имеет вид изогнутой с обоих концов трубки, у которой правый конец расширен в виде шара, а левый – в виде цилиндра. Средняя (нижняя) часть трубки заполнена ртутью, левое колено – спиртом, а правое наполнено спиртом только до половины шаровидного расширения. Во второй половине этого расширения находятся пары спирта. Над ртутными менисками в обоих коленах имеются стальные указатели 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 в результате трения щетинок остается на месте и фиксирует максимальную температуру. При этом столбик ртути в левом колене поднимается и проталкивает указатель, который показывает минимальную температуру за период наблюдения.

Рис. 2. Максимально-минимальный термометр

Для измерения температуры плоских поверхностей (стен, полов и пр.) используют *термометры с плоскими, спирально извитыми резервуарами* (рис. 3), увеличивающими площадь соприкосновения с поверхностью. 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 к точке измерения на стене или полу замазкой из воска с канифолью.

Электротермометры ЭТП-М, ЭА-2М, АМ-2М, ЭВМ-2 с цифровой индикацией (рис. 4), в основе которых заложены полупроводниковые датчики (микротермисторы), используют для измерения температуры воздуха. Они удобны в работе, но точность их показаний следует проверять по выверенному

Рис. 3. Пристеночные термометры

ртутному термометру. Правила пользования этими приборами обычно изложены в паспорте или инструкции.

Пирометр инфракрасный лазерный бесконтактный типа Fluke 68 (рис. 5) – универсальное устройство для измерения температуры в диапазоне от -50 до $+380$ $^\circ\text{C}$. Так как прибор бесконтактный, то он применим без ограничений (измерить температуру тела или рабочей поверхности) – достаточно просто нажать на кнопку и направить лазерный луч на предмет/тело, температуру которого вы хотите узнать, и в течение секунды на экране

Рис. 4. Полупроводниковый термометр типа ЭТП-М:

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

отобразится температура той точки, куда попал лазер. Точность измерения – в пределах 2%. Шаг измерения – 0,1 °С. Масса прибора 150 г.

Термографы (рис. 6)

применяют для непрерывной (по часам и дням) регистрации измерения температуры воздуха. Наиболее распространены суточные М-16с и недельные М-16н с продолжительностью

одного оборота барабана часового механизма соответственно 26 и 176 ч. С их помощью регистрируют изменения температуры воздуха в помещениях в диапазоне от –45 до +55 °С. Термограф состоит из датчика температуры (двух связанных пластинок, имеющих различные температурные коэффициенты),

передаточного механизма (рычага, тяги, регулятора и оси), регистрирующей части (стрелки с пером и барабана с часовым механизмом) и пластмассового корпуса. Принцип действия прибора основан на свойстве биметаллической пластинки изменять радиус изгиба в зависимости от температуры окружающего воздуха. Изменения в кривизне пластинки передаются стрелке с пером, которая поднимается или опускается, и таким образом на диаграммной бумажной ленте, надетой на барабан, получается непрерывная графическая запись температуры (термограмма). Диаграммная лента разграфлена по вертикали параллельными линиями с ценой деления 1 °С, а по горизонтали – с

Рис. 5. Пирометр инфракрасный лазерный бесконтактный Fluke 68

Рис. 6. Термограф типа М-16А:
1 – корпус; 2 – коррекционный винт, 3 – биметаллическая пластинка (датчик температуры); 4 – стрелка с пером; 5 – барабан с часовым механизмом; 6 – диаграммная лента

ценой деления, соответствующей продолжительности времени вращения барабана: 15 мин – для суточных и 2 ч – для недельных термографов.

Перед установкой прибора в рабочее положение необходимо снять барабан, наложить на него диаграммную ленту и закрепить лентодержателем, завести часовой механизм, надеть барабан с диаграммной лентой на ось, заполнить перо чернилами, привести стрелку с пером в соприкосновение с диаграммной лентой и проверить качество записи. Исходя из показаний контрольного ртутного термометра, вращением корректирующего винта устанавливают перо стрелки на требуемом делении диаграммной ленты в соответствии с днем недели (или часом суток) и данным моментом времени.

Показания термометров не гарантированы от ошибок, поэтому 1 раз в 3 суток следует проверять правильность записи по ртутному термометру и при необходимости вносить поправку при помощи корректирующего винта.

Миниатюрный термограф High Capacity Temperature Loggers iButton DS1922L-F5 (рис. 7) – самостоятельное устройство, измеряющее температуру

с сохранением результата в защищенной части памяти. Рабочий температурный диапазон от -40 до +85 °С. Точность измерения $\pm 0,5$ °С в диапазоне температур от -10 до +65 °С. Измерение температуры производится с установленной пользователем периодичностью от 1 с до 273 ч. В микросхеме предусмотрена память объемом 8 кб для записи значений температуры, доступ к которой защищен паролем. В журнале может быть сохранено до 8192 измерений с 8-разрядным ре-

Рис. 7. Миниатюрный термограф High Capacity Temperature Loggers iButton DS1922L-F5

зультатом или 4096 измерений с 16-разрядным результатом. Дополнительно предусмотрено 512 байт ОЗУ для сохранения специфической информации приложения и 64 байта для сохранения калибровочных данных. Начало сохранения измеренных значений температуры может быть запрограммировано пользователем: немедленный старт сохранения результатов измерения; начало

сохранения данных после установленной задержки; при выходе температуры за установленные пределы. Высококачественная сталь корпуса стойкая к внешним воздействиям типа грязи и ударов. Корпус прибора имеет вид плоского дискового аккумулятора с толщиной 5,89 мм и диаметром по внешней кромке 17,35 мм, массой 3,3 г, выдерживает предельную максимальную нагрузку 9 кг. В термографе имеется функция коррекции показаний часов, календаря, включая секунды, минуты, часы, даты, дни недели, месяцы и годы, а также старт цикла регистрации только после достижения измеряемой температурой одного из контрольных порогов.

В настоящее время приборостроительной промышленностью выпускаются **приборы, позволяющие определить одновременно несколько параметров воздушной среды**. Их использование значительно экономит время на определении параметров микроклимата в животноводческом помещении, что облегчает работу зооветеринарным специалистам.

Термогигрометр ИВТМ-7К (рис. 8) предназначен для непрерывного (круглосуточного) измерения и регистрации относительной влажности и температуры воздушной среды. Используется для контроля в различных технологических процессах в промышленности, энергетике, сельском хозяйстве и гидрометеорологии.

Диапазон измерения относительной влажности 0-99% ($\pm 2,0\%$), диапазон измерения температур $-20...+60$ °С, количество точек автоматической статистики до 9000, габариты прибора $130 \times 70 \times 25$ мм, масса 0,3 кг.

Рис. 8. Термогигрометр ИВТМ-7К

В качестве чувствительного элемента влажности используется емкостный сенсор сорбционного типа. Для измерения температуры применяется платиновый терморезистор. Измерительный блок считывает информацию из измерительного преобразователя влажности (температуру и влажность анализируемой среды) и отображает их на ЖК-дисплее. Связь с измерительным пре-

образователем осуществляется по цифровому интерфейсу RS485 на скорости 9600 бит/с. В один момент времени прибор может отображать либо температуру, либо влажность анализируемой среды, измерительный блок может рассчитывать значение точки росы.

Термогигрометр ИВА-6А (рис. 9) предназначен для определения температуры и влажности в помещениях. Он может пересчитывать измеренные значения относительной влажности и температуры в точку росы. Прибор хранит в памяти минимальные и максимальные значения влажности и температуры, время и дату этих значений, может подключаться к USB-порту персонального компьютера и имеет пластиковое крепление к стене.

Подключение к термогигрометру ИВА-6А модуля памяти МП-512 превращает их в Data Logger – устройство, позволяющее запоминать результаты свыше 20 тыс. измерений в задаваемом интервале. Модуль подключается через разъем, расположенный на корпусе прибора. Считывание информации из модуля памяти осуществляется считывающим устройством DLR-02, которое подключается к персональному компьютеру. Время непрерывной работы от одного комплекта элементов питания (2 элемента АА) – более 2 лет.

Диапазон измерений для термогигрометра ИВА-6А: относительной влажности – 0-98% ($\pm 3\%$), температуры – $-40 \dots +50$ °С. Габариты блока индикации $24 \times 70 \times 175$ мм, длина соединительного кабеля 0,8 м, масса 0,4 кг.

Термометр-влажномер CENTER-315 (рис. 10) – комбинированный прибор, позволяющий определять температуру и относительную влажность помещений. Рабочий температурный диапазон от -20 до $+60$ °С, определяет влажность в пределах от 5 до 100%. Прибор имеет функцию фиксации максимального и

минимального значения, а также цифровую электронную индикацию определяемых параметров.



Рис. 10. Термометр-влажгомер CENTER-315

Цифровой термоанемометр АТТ-1004 (рис. 11) – современная модель с возможностью температурных измерений и интерфейсом RS-232, работает по принципу охлаждения воздушным потоком нагретой нити. Датчик (миниатюрный стеклянный термистор) размещен в малогабаритной измерительной головке диаметром 12 мм на телескопической ручке. Обеспечивает быстрые и точные измерения даже при низком значении скорости движения воздушного потока. Прибор имеет возможность измерения малых скоростей движения воздушных потоков (от 0,2 м/с), поэтому успешно применяется в животноводческих помещениях. Прибор имеет телескопический зонд, который идеален для решеток и труб вентиляционных систем, а также оснащен ЖК-дисплеем с двумя шкалами, связью с персональным компьютером по RS-232.



Рис. 11. Цифровой термоанемометр АТТ-1004

Термальный анемометр Testo 425 (рис. 12) предназначен для измерения скорости потока воздуха и температуры потока воздуха внутри помещений со стационарно подсоединенным обогреваемым зондом и телескопической рукояткой. Одновременно на большом дисплее отображаются значения скорости и

температуры потока. Прибор обладает функцией удержания текущих, максимальных и минимальных значений за время измерения, а также усреднения по времени и измеряемым точкам.



Рис. 12. Термальный анемометр Testo425 1

Прибор комбинированный ТКА-ПКМ-62 (рис. 13) предназначен для измерения: относительной влажности воздуха (RH, %), температуры воздуха (t , °C), освещённости в видимой области спектра 380-760 нм (E, лк), энергетической освещённости в спектральном диапазоне 280-400 нм (UV, мВт/м²) и скорости движения воздуха (V, м/с), а также отображения вычисляемых параметров: температуры влажного термометра и температуры точки росы. Также с помощью прибора можно определить расход проходящего через сечение воздуховодов (вентиляционных шахт, каналов, лабораторных установок и т.п.) воздушного потока.

Область применения прибора: санитарный и технический надзор в жилых и производственных помещениях, музеях, библиотеках, архивах; аттестация рабочих мест и другие сферы деятельности.

Диапазоны измерения: относительной влажности 10-98%, температуры 0...50 °C, освещённости в видимой области спектра 10-200 000 лк, энергетической освещённости 10-60 000 Вт/м², скорости движения воздуха 0,1-20 м/с.

Рис. 13. Внешний вид прибора ТКА-ПКМ-62:

- 1 – блок обработки сигналов;
- 2 – измерительная головка;
- 3 – кабель связи; 4 – защитный колпачок; 5 – разъём для связи с ПК;
- 6 – разъём зарядного устройства;
- 7 – датчики климатических параметров; 8 – фотоприёмники

Время непрерывной работы – не менее 8,0 ч, масса 0,5 кг, размеры блока обработки сигналов 250×90×40 мм, измерительной головки – 450×50×50 мм.

Устройство и принцип работы. Конструктивно прибор выполнен в виде двух функциональных блоков: блока обработки сигналов и измерительной головки, соединенных между собой кабелем связи.

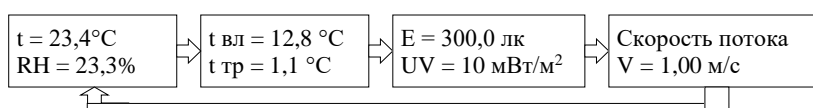
На лицевой стороне корпуса прибора расположены: ЖК-дисплей и кнопки: **ВКЛ/ВЫКЛ**, **ИЗМЕРЕНИЕ**, **РЕЖИМ** и **ПОДСВЕТКА**. На обратной стороне корпуса расположена крышка батарейного отсека.

Зонд с датчиком подсоединен на верхнем торце корпуса измерительной головки. Для связи с персональным компьютером в приборе установлен разъём.

Принцип работы прибора заключается в преобразовании специальными датчиками параметров окружающей среды в электрический сигнал с обработкой и цифровой индикацией полученных числовых значений.

Для определения желаемого параметра достаточно поместить прибор в зону измерений и считать с жидкокристаллического дисплея измеренное значение.

Переключение каналов измерений производится кнопкой **ИЗМЕРЕНИЕ** в следующем порядке:



В приборе установлена энергосберегающая функция автоматического выключения питания (через 5 мин после последнего нажатия кнопок – кроме кнопки **ПОДСВЕТКА**). При необходимости эту функцию можно отключить с помощью движкового переключателя, расположенного в батарейном отсеке.

Порядок работы с прибором. Включить прибор. На дисплее появится значение напряжения питания и обратный отсчет; по его окончании прибор готов к работе.

Кнопкой **ИЗМЕРЕНИЕ** выбирают нужный параметр. В случае измерения климатических параметров (RH, t, V) сдвинуть вниз защитный колпачок,

поместить зонд с датчиками в зону измерения, считать с дисплея измеренное значение.

При измерении скорости движения воздуха держат зонд так, чтобы цветной знак на головке зонда был направлен навстречу измеряемому потоку. Немного изменяя положение (поворотом вокруг осей) измерительной головки, добиваются максимальных показаний.

Для измерения освещённости и энергетической освещённости достаточно расположить фотометрическую головку с зондом прибора в плоскости измеряемого объекта. Следят за тем, чтобы на входные окна фотоприемников не падала тень от оператора, производящего измерения, а также тень от временно находящихся посторонних предметов.

Кнопка **РЕЖИМ** служит для фиксации показаний на дисплее (режим «HOLD») при любых измерениях.

В режиме измерения скорости движения воздуха (V) прибор может автоматически вычислять усреднённую величину скорости движения воздуха, измеренную за период времени, равный 100 с.

При нажатии кнопки **РЕЖИМ** на экране фиксируются текущие показания (режим «HOLD») и запускается таймер, отсчитывающий период времени, равный 100 с. При этом прибор не перестаёт измерять скорость движения воздуха, регистрируя значения скоростей без вывода на экран.

По окончании отсчёта на экране отображается усреднённая величина измеренной за этот период времени скорости движения воздуха ($V_{ср}$, м/с).

Отсчёт можно прервать повторным нажатием кнопки **РЕЖИМ**. При этом прибор переходит в режим обычных измерений.

Прибор отображает $t_{вл}$ и $t_{тр}$ в режиме реального времени, но также предусмотрена возможность расчёта $t_{вл}$ и $t_{тр}$ по зафиксированным значениям t и RH . Для этого на первом экране (t , RH) включают режим «HOLD». Затем переключают экраны кнопкой **ИЗМЕРЕНИЕ**. На дисплее появятся вычисленные значения $t_{вл}$ и $t_{тр}$ (режим «HOLD» останется).

Отключить режим «HOLD», чтобы перейти к индикации $t_{\text{вл}}$ и $t_{\text{тр}}$ в режиме реального времени.

Кнопкой **ПОДСВЕТКА** рекомендуется пользоваться только при необходимости (в условиях недостаточной освещённости), поскольку частое нажатие на неё приводит к ускоренному разряду аккумулятора.

Если показания прибора выходят за пределы заявленных диапазонов измерений, то они не нормируются, а на дисплее появляются символы двойной размерности (°C°C, %%).

По окончании измерений климатических параметров (RH, t, V) надвинуть на головку с датчиками защитный колпачок.

Если во время работы прибора появится надпись «РАЗРЯД БАТАРЕИ!», следует зарядить аккумулятор.

Метеометр МЭС-200А (рис. 14) – прибор для контроля и мониторинга параметров микроклимата и аттестации рабочих мест на промышленных предприятиях, в общественных учреждениях, центрах и лабораториях санитарно-эпидемиологического надзора, экологического контроля и охраны труда, а также для технологического контроля в сельскохозяйственных предприятиях.

Рис. 14. Метеометр МЭС-200А Предназначен для измерения атмосферного давления (80-110 кПа [600-825 мм рт. ст.]), относительной влажности (0-98%) и температуры воздуха (-40...+85 °C), скорости воздушного потока (0,1-20 м/с) внутри помещения или в вентиляционных трубопроводах, параметров тепловой нагрузки среды (0...+45 °C), а также концентрации токсичных газов (CO – 0-120, H₂S – 0-45, SO₂ – 0-50 мг/м³) вне помещений и внутри их.

Устройство МЭС-200А состоит из блока электроники и сменных измерительных щупов. Датчиком скорости потока воздуха является небольшой

терморезистор (Honey Well), который подогревается стабилизированным током до температуры 200...250 °С. Скорость потока воздуха влияет на изменения степени охлаждения нагретого терморезистора и на падение напряжения на нём, которое и является мерой скорости потока воздуха. Датчиком температуры является также небольшой терморезистор сопротивлением 1 кОм (при температуре 0 °С) с нормирующим усилителем, собранным на операционном усилителе типа ОР496. Датчиком влажности является функциональный сенсор влажности с нормированным выходным напряжением от 0,8 до 4,2 В с высокой степенью линейности выходного напряжения от относительной влажности. Интегральный показатель тепловой нагрузки среды является эмпирическим показателем, характеризующим сочетающееся действие на организм человека параметров микроклимата (скорости движения воздуха и теплового облучения, температуры, влажности). Тепловая нагрузка среды определяется на основе величин температуры смоченного термометра и температуры внутри зачернённого шара. Блок электроники используется, чтобы преобразовывать аналоговые сигналы в цифровые, математически обрабатывать результаты измерений и отображать их на ЖК-дисплее.

МЭС-200А может использоваться как в качестве портативного прибора, так и в составе систем сбора данных в качестве датчика перечисленных выше величин со стандартными каналами связи RS-232 и RS-485.

Щуп измерительный базовый (Щ-1) предназначен для измерения атмосферного давления, относительной влажности, температуры воздуха и скорости воздушного потока. Щуп-измеритель температуры черного шара (Щ-2) – для измерения температуры внутри черного шара, температуры влажного термометра (вычисляется), тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс – вычисляется). Датчики электрохимические сменные концентрации токсичных газов (Щ-4, Щ-5, Щ-6) – для измерения оксида углерода, сероводорода и диоксида серы.


Габариты МЭС-200А:

- блок электроники 180×85×53 мм;
- щуп измерительный базовый 220×ø26 мм;

- измеритель температуры черного шара в составе: черная сфера $\varnothing 90$ мм, щуп измерительный температуры $195 \times \varnothing 26$ мм, подставка $122 \times 135 \times 63$ мм;
- датчик электрохимический концентрации токсичных газов $135 \times \varnothing 30$ мм.

Масса МЭС-200А:

- блок электроники 0,4 кг;
- щуп измерительный базовый 0,1 кг;
- измеритель температуры черного шара в составе: черная сфера 0,1 кг, датчик электрохимический концентрации токсичных газов 0,09 кг.

Порядок работы с прибором Щ-1. При нажатии кнопки  включается подсветка матричного индикатора на время 18-20 с.


На индикаторе появляются надписи со значениями температуры и влажности

Т °С,

Н %.

Если аккумуляторная батарея разряжена, надпись в верхней строке будет мигать с частотой 1-2 Гц. В этом случае необходимо выключить МЭС-200А, подключить источник электропитания ИЭС7-1203 к блоку электроники и произвести подзарядку аккумуляторов. Зарядка производится в течение 16 ч.

Установка режимов работы МЭС-200А осуществляется кнопками «П», «+», «-» в соответствии с циклограммами (рис. 15).

При нажатии кнопки  МЭС-200А переходит в режим измерения температуры и влажности. Для установки МЭС-200А в режим измерения давления необходимо нажать кнопку «П». При следующем нажатии кнопки «П» МЭС-200А возвращается в режим измерения температуры и влажности и т.д.

Для установки МЭС-200А в режим измерения скорости воздушного потока необходимо после нажатия кнопки «П» нажать кнопку «+» и выждать 2-3 мин (интервал времени, необходимый для прогрева сенсора скорости воздушного потока), после чего можно производить измерение скорости.

При следующем нажатии кнопки «П» МЭС-200А устанавливается в режим измерения температуры и влажности и т.д.

В режиме измерения температуры и влажности при нажатии кнопки «П» и сразу затем кнопки «←» младшему разряду единицы измерения температуры соответствует 0,01 °С.

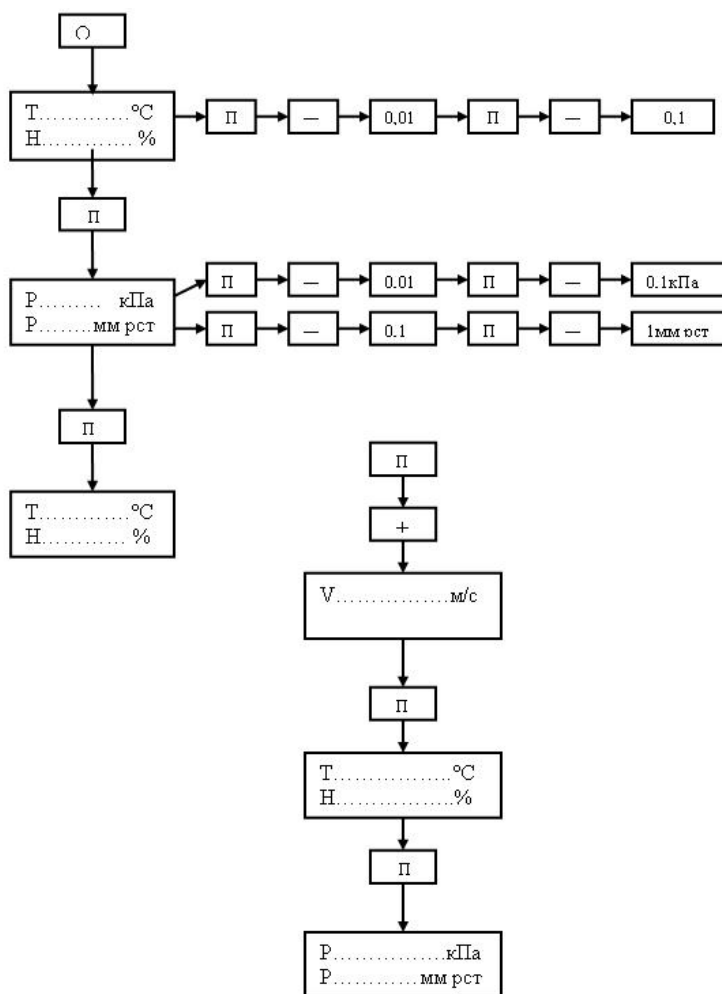



Рис. 15. Циклограмма установки режимов МЭС-200А при работе с измерительным щупом Щ-1

В режиме измерения давления при нажатии кнопки «П» и сразу затем кнопки «←» младшему разряду единицы измерения давления соответствует 0,01 кПа и 0,1 мм рт. ст.

Подсветка матричного индикатора возникает каждый раз при нажатии кнопки  и затем любой другой кнопки и продолжается в течение ~ 10 с, а затем подсветка выключается. Для повторной подсветки следует нажать кнопку «+» или «←».

При измерении скорости воздушного потока в диапазоне от 0 до 5 м/с температура внутри измерительного щупа Щ-1 может возрастать на 2 °С относительно температуры окружающей среды. Измерять температуру с нормированной погрешностью после измерения скорости воздушного потока можно через 10 мин.

При измерении скорости воздушного потока измерительный щуп Щ-1 должен быть ориентирован относительно направления воздушного потока таким образом, чтобы плоскость приемного окна сенсора скорости измерительного щупа была перпендикулярна направлению воздушного потока, при этом головка крепежного винта на щупе должна быть направлена в сторону потока.

Подготовка **Щ-2** к работе:

а) закрепить щуп измерительный температуры шара на подставке, зафиксировав его стопорным винтом;

б) вставить резиновую втулку в отверстие черного шара;

в) черный шар с резиновой втулкой установить на щуп измерительный температуры шара так, чтобы резиновая втулка плотно прижалась к выступу на щупе; при этом сенсор температуры щупа будет установлен в центре черного шара;

г) снять защитный кожух со щупа измерительного Щ-1.

Установка режимов работы МЭС-200А осуществляется кнопками «П», «+», «-» в соответствии с циклограммой (рис. 16).

При нажатии кнопки «П» МЭС-200А переходит в режим измерения давления. На индикаторе появляются надписи со значениями давления в кПа и мм рт. ст.

При следующем нажатии кнопки «П» МЭС-200А переходит в режим измерения ТНС-индекса и температуры влажного термометра. После следующего нажатия кнопки «П» МЭС-200А переходит в режим измерения температуры окружающей среды (температура сухого термометра) и температуры внутри черного шара.

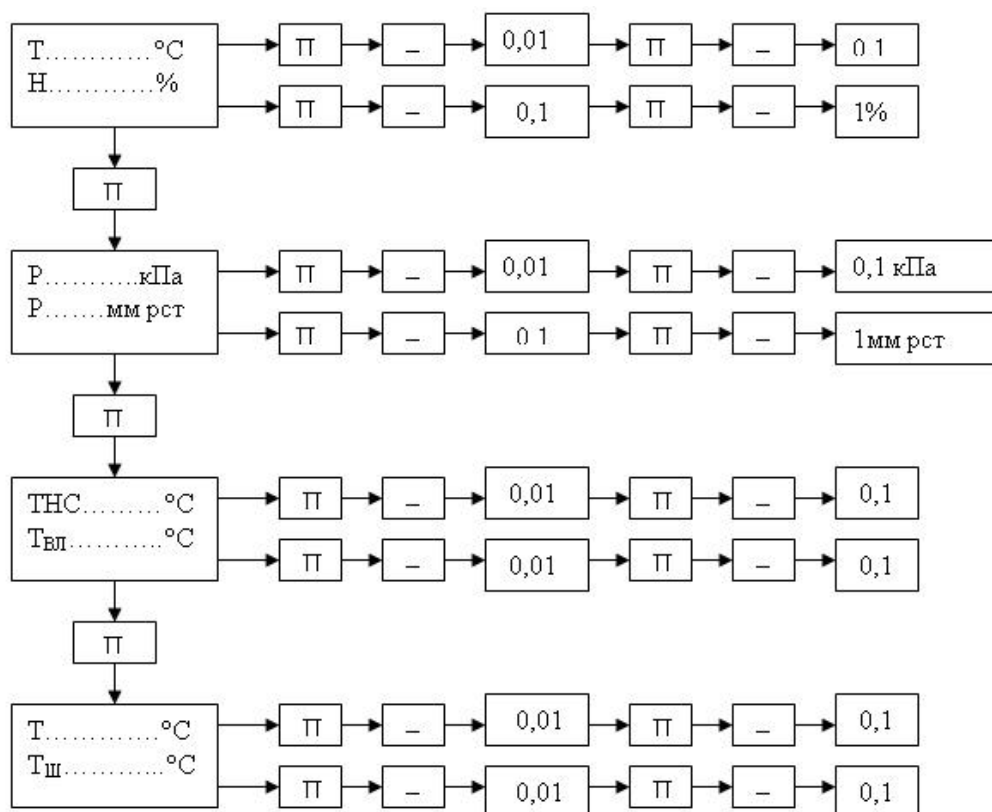


Рис. 16. Циклограмма установки режимов МЭС-200А при работе с измерительным щупом Щ-2


После очередного нажатия кнопки «П» МЭС-200А возвращается в режим измерения температуры и относительной влажности окружающего воздуха.

В режимах измерения температур и ТНС-индекса при нажатии кнопки «П» и сразу затем кнопки «–» младшему разряду единицы измерения соответствует 0,01 °С.

В режиме измерения относительной влажности аналогично при нажатии кнопки «П» и сразу затем кнопки «–» младшему разряду единицы измерения влажности будет соответствовать 0,1%.

В режиме измерения давления при нажатии кнопки «П» и сразу затем кнопки «–» младшему разряду единицы измерения давления будет соответствовать 0,01 кПа и 0,1 мм рт. ст.

Работая с измерительными щупами Щ-4, Щ-5, Щ-6, их необходимо подключить к блоку электроники и снять защитные чехлы.

При нажатии кнопки  включается подсветка индикатора на интервал времени от 18 до 20 с и на индикаторе примерно на 2 с появляется надпись, указывающая тип измеряемого газа и номер щупа, например:

ГАЗ.....СО
№.....4.

Далее через 2-3 с на индикаторе появляется результат измерения концентрации газа:

СО.....мг/м³
СО.....↑ ПДК.

Знак ↑ появляется на индикаторе при концентрации газа более одного ПДК (предупредительная сигнализация). При концентрации газа более 3-5 ПДК начинает мигать подсветка индикатора (аварийная сигнализация).

При нажатии кнопки «П» МЭС-200А переходит в режим измерения концентрации газа в единицах ppm и ПДК. На индикаторе появляются надписи со значениями концентрации:

СО.....ppm
СО.....↑ ПДК.

Концентрация в ПДК отображается двухзначным числом. Концентрация газа в мг/м³ и в ppm отображается трехзначным числом.

При следующем нажатии кнопки «П» МЭС-200А переходит в режим измерения концентрации газа в мг/м³, ПДК и т.д.

Правила и порядок измерения температуры воздуха в животноводческих помещениях. Измерять температуру воздуха животноводческих и птицеводческих помещений следует по 10 дней в течение каждого месяца (в 1-й, 4-й, 7-й и 10-й день декады) при проведении стационарных исследований и в течение 10 дней каждого сезона года при экспедиционных исследованиях.

Замеры проводят в трех зонах по горизонтали. В середине помещения в трех точках – в центре и на расстоянии 0,8 м от продольных стен (в помещениях для крупного рогатого скота), все измерения в средней части здания проводят на расстоянии 2 м от центра помещения по продольной оси здания. В

торцах помещения в трех точках – на расстоянии 0,8 и 3 м от продольных стен и на линии продольной оси здания. Расстояние точек от торцовых стен – 1 м. Зоны замеров по вертикали приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Расположение точек замеров температуры по вертикали в животноводческих и птицеводческих помещениях

Наименование здания	Точка замера по высоте (м) от пола в зоне		Точка замера под потолком, м*
	лежания	стояния	
Коровники	0,5	1,2	0,6
Телятники	0,3	1,2	0,6
Свинарники	0,3	0,7	0,6
Овчарни	0,3	0,7	0,6
Птичники при напольном содержании**	0,2	-	0,6

Примечания.

* Измерение в подпотолочной зоне производится только при оценке системы вентиляции в помещении.

** При клеточном содержании птицы точки замеров выбирают в проходах между батареями и в зонах клеток нижнего, среднего и верхнего ярусов.

Измерение температуры помещения проводят два раза в сутки – утром и днем, до начала работ обслуживающего персонала, в одно и то же время. За период исследований необходимо дополнительно не менее трех раз проводить замеры в ночное время (4 ч).

Перед установкой любого прибора, измеряющего температуру, его следует выдержать в помещении, где будет регистрироваться температура, от 15 мин до 1 ч. Продолжительность измерения температуры в точке 10-15 мин.

Измерительные приборы располагают в помещении так, чтобы на них не падали солнечные лучи, не доходили тепло от батарей отопления и холод от стен и вентиляционных устройств. В момент снятия показаний нельзя трогать руками резервуар термометра, дышать на него и перемещать термометр в пространстве.

Показатели воздуха в помещении, в частности температура, зависят от метеорологических условий. При измерении температуры наружного воздуха

резервуар термометра нужно защищать от влияния солнечной радиации и холодных ветров. Для этого используют защитные ширмы из картона или фанеры.

Рекомендуемые параметры температуры воздуха в животноводческих помещениях приведены в прил. 1.

Контрольные вопросы и задания

1. Точки помещения, в которых измеряют температуру воздуха.
2. Приборы для определения температуры воздуха.
3. Для чего предназначены минимальный спиртовой и максимальный ртутный термометры?
4. Прибор для длительной регистрации колебаний температуры воздуха. Как им пользоваться?
5. Измерить минимальную температуру воздуха помещения лаборатории в течение суток при помощи различных приборов.
6. Измерить максимальную температуру воздуха помещения лаборатории в течение суток при помощи различных приборов.
7. Провести непрерывную (по часам и дням) регистрацию изменения температуры воздуха помещения лаборатории в течение недели и суток при помощи недельного (М-16н) и суточного (М-16с) термографов или других электронных приборов.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

По международной системе единиц (СИ) за единицу давления принят 1 Паскаль (Па). Однако многие типы приборов для определения атмосферного давления градуированы в миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст.) и миллибарах (мбар). Давление атмосферы, способное уравновесить столб ртути высотой 760 мм при температуре 0 °С на уровне моря и широте 45°, принято считать нормальным, равным 101300 Па, или 1013 гПа. В этих условиях атмосфера давит на 1 см² поверхности Земли с силой 1 кг, точнее 1,013 кг. А 1 мбар – это давление, которое оказывает тело массой 1 г на 1 см² поверхности и соответствует 0,7501 мм рт. ст., или 1 гПа. Для удобства перевода атмосферного давления из одних единиц (мм рт. ст.) в другие (гПа) служит прил. 2.

Приборы для измерения атмосферного давления. Атмосферное давление измеряют ртутными барометрами, металлическими барометрами-анероидами и барографами. Ртутные барометры бывают сифонные, чашечные и сифонно-чашечные.

Ртутный сифонный барометр (рис. 17а) – прибор очень точный, но требует осторожного обращения и почти не выдерживает перевозки. Поэтому им пользуются только в лабораторных условиях при проверке барометров-анероидов.

Прибор представляет собой вертикальную трубку из белого стекла, изогнутую внизу на 180° и заполненную ртутью. Длинный конец трубки запаян, а короткий – открыт. Давление атмосферы принимается открытым концом: при повышении его уровень ртути в коротком конце понижается, что соответственно вызывает повышение уровня ртути в запаянном колене.

В *чашечном барометре* (рис. 17б) имеется широкая чугунная чаша с ртутью, закрытая сверху, но сообщающаяся через отверстие с атмосферным воздухом. Стекланную трубку барометра длиной около 80 см укрепляют нижним открытым концом в крышке чашки. Трубку наполняют ртутью и погружают нижним концом в чашку с ртутью. Трубка защищена латунной оправой,

на верхней части которой нанесена шкала. В верхней части трубки под запаянным концом образуется торричеллиева пустота. Изменение атмосферного давления передается на поверхность ртути в чашке, что, в свою очередь, влияет на уровень ртути в трубке: при повышении атмосферного давления он возрастает, и наоборот.

Барометры-анероиды БАММ-1 (рис. 18), М-110, БР-52 служат для определения атмосферного давления в пределах 600-790 мм рт. ст., но дают менее точные показания. Эти приборы портативны, и при регулярной проверке по ртутному барометру их широко используют для зоогигиенических исследований.

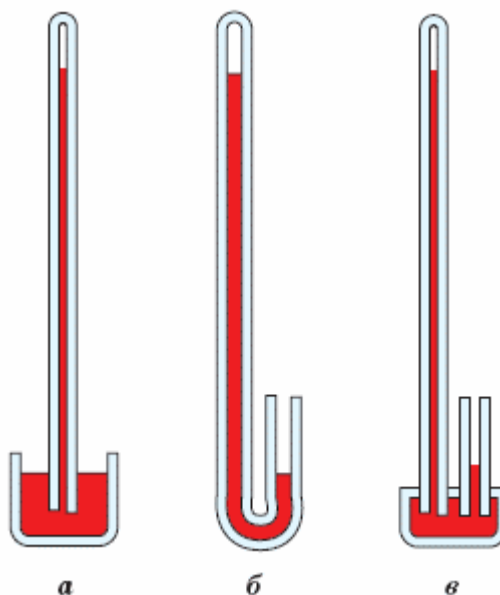


Рис. 17. Ртутный барометр:
а – чашечный; б – сифонный; в – сифонно-чашечный

Важнейшая часть барометра-анероида – полая тонкостенная металлическая коробка с гофрированным дном и крышкой или тонкостенная плоская трубка, согнутая в виде подковы. Коробка или трубка заполнены разреженным воздухом (до 50-60 мм рт. ст.). В результате колебаний атмосферного давления сдавливаются или выпячиваются стенки коробки или же разгибаются и сгибаются концы трубки. Эти изменения через систему рычагов передаются стрелке, движущейся по циферблату, разделенному на миллиметровые или полумиллиметровые деления. Перед снятием показаний нужно слегка посту-

чать пальцем по центру стекла прибора для устранения трения в рычажной передаче.



Рис. 18. Барометр-анероид

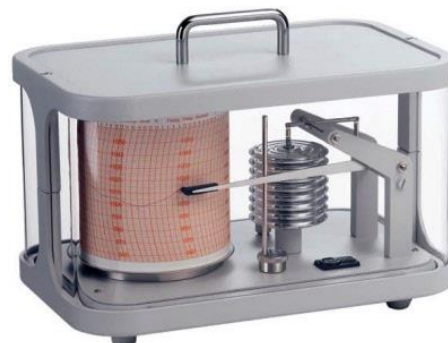


Рис. 19. Барограф

Барометр-анероид хранят в закрытом футляре в горизонтальном положении.

Барографы типа М-22А (рис. 19) применяют для длительных наблюдений за изменениями атмосферного давления и их записи. Главнейшая его часть, как и в барометрах-анероидах, – тонкостенная металлическая коробка с разреженным воздухом, воспринимающая изменения давления воздуха. Через систему рычагов изменения объема коробки передаются на стрелку с писчиком. На разграфленной ленте барабана, так же как и у термографа, вычерчивается кривая колебаний атмосферного давления за сутки или за неделю.

Правила работы с приборами. При определении атмосферного давления сифонным барометром отсчитывают высоту столба ртути в длинном запаянном конце и из полученной величины вычисляют высоту ртутного столба в открытом колене. При наличии у сифонного барометра подвижной шкалы перед отсчетом нулевую точку ее устанавливают на уровне ртути в открытом конце и проводят один отсчет по положению ртути в запаянном конце.

В барометрах, у которых имеется подвижная трубка при неподвижной шкале, перед отсчетом необходимо регулировочным винтом установить нижний уровень ртути (уровень ее в открытом конце) на нулевой точке шкалы и провести один отсчет по уровню ртути в запаянном конце. Отсчет показаний ртутного сифонного барометра, у которого нулевая точка находится посередине длинного колена барометра, делают так: сначала отсчитывают показания

по верхней половине ртутного столба в длинном колене от нуля до верхнего мениска, а затем по нижней половине в коротком колене от нуля до уровня ртути. Полученные цифры складывают. В показания ртутных барометров вносят поправку на температуру, так как при повышении ее ртуть увеличивается в объеме, давая несколько завышенные показания атмосферного давления. При отсчетах давления при различных температурах показания барометра приводят к нулевой температуре по соответствующей формуле.

Барометры-анероиды и барографы необходимо время от времени проверять по ртутному барометру. Располагать приборы не обязательно в животноводческом помещении, их можно установить, например, в кабинете зооветспециалиста или даже в ветеринарной аптеке.

Установлена связь между изменениями погоды и показаниями барометра (или барографа). Эта зависимость позволяет в известной степени предсказать погоду, что подчас очень важно для зооветспециалиста. Понижение атмосферного давления, как правило, предшествует дождливой пасмурной погоде, а повышение – сухой и ясной (если зимой, то с сильным похолоданием).

Контрольные вопросы и задания

1. Приборы для определения атмосферного давления.
2. Прибор для длительной регистрации колебаний атмосферного давления. Как им пользоваться?
3. Измерить атмосферное давление при помощи барометра-анероида и пересчитать полученные данные в различных единицах измерения (мм.рт.ст., МПа, барах).
4. Провести непрерывную (по часам и дням) регистрацию изменения атмосферного давления в течение суток и недели при помощи барографа. Изучить связь между изменениями погоды и показаниями барографа.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

В животноводческих и птицеводческих помещениях всегда имеются водяные пары, количество которых зависит от температуры и подвижности воздуха. С повышением температуры количество водяных паров увеличивается, вследствие чего возрастает их упругость, достигая некоторого предельного значения, при котором эти пары насыщают воздух. Превышение предела насыщения вызывает выделение влаги в виде капелек росы. Каждой температуре соответствует определенная предельная степень насыщения воздуха парами: чем выше температура воздуха, тем больше его влажность, так как теплый воздух способен вместить в себя большее количество водяных паров.

Влажность воздуха является важным фактором микроклимата, так как она влияет на терморегуляцию животного организма. Повышенная влажность воздуха в сочетании с высокой температурой затрудняет отдачу тепла организмом животного, нарушая барьерную функцию кожи, слизистых оболочек ротовой полости и верхних отделов дыхательных путей. Сухой воздух при всех условиях переносится легче, чем влажный.

Гигрометрические величины и их характеристика. Влажность воздуха характеризуется абсолютной, максимальной, относительной влажностью, дефицитом насыщения и точкой росы.

Абсолютная влажность – количество водяных паров в данный момент при данной температуре, выраженное в граммах на кубический метр воздуха, или упругость водяных паров в данный момент и при данной температуре, выраженная в миллиметрах ртутного столба. Она дает представление об абсолютном содержании водяных паров в воздухе, но не показывает степень его насыщения. В животноводческих помещениях влажность колеблется от 4 до 12 г/м³ воздуха.

Максимальная влажность – предельное насыщение воздуха водяными парами в данный момент и при данной температуре воздуха, выраженное в граммах на кубический метр, или упругость водяных паров при полном насы-

щении воздуха водяными парами в данный момент при данной температуре, выраженная в миллиметрах ртутного столба.

Относительная влажность – отношение абсолютной влажности к максимальной, выраженное в процентах, или степень насыщения воздуха водяными парами в данный момент и при данной температуре. Чем выше температура воздуха, тем ниже относительная влажность, и наоборот.

Дефицит насыщения – разность между максимальной и абсолютной влажностью в данный момент времени и при данной температуре, выраженная в граммах на кубический метр воздуха. Чем больше дефицит насыщения, тем суше воздух, и наоборот. Этот показатель в помещениях для животных колеблется от 0,2 до 7,2 г/м³.

Точка росы – температура, при которой водяные пары, находящиеся в воздухе, полностью насыщают пространство и переходят в жидкое состояние, оседая на холодных поверхностях оборудования и конструкций помещения. При такой температуре влажность близка к максимальной.

Приборы для определения влажности воздуха. Влажность воздуха в помещениях можно определять статическими психрометрами (психрометр Августа, ПБ-1А, ПБ-1Б, ПБУ, ПС-14, ВИТ-1), аспирационными (психрометр Ассмана) МВ-4М, М-34М, а также гигрометрами (МВ-19, М-39, М-68 и др.), гигрографами (М-21, М-21М), баротермогигрометрами (БМ-2).

Статический психрометр (рис. 20) состоит из двух одинаковых термометров (ртутные, в новых моделях спиртовые), укрепленных в одном штативе на расстоянии 4-5 см друг от друга. Резервуар одного из термометров (влажного) обернут кусочком батиста, конец обертки свернут жгутом и погружен в стаканчик или в расширенный конец изогнутой трубки-пробирки. Уровень воды в стаканчике должен находиться на расстоянии 2-3 см от нижнего края резервуара. Стаканчик (трубку) наполняют дистиллированной или кипяченой (мягкой) водой. В силу капиллярности материал постоянно смачивается, и с резервуара термометра непрерывно испаряется вода. Это вызывает потерю тепла пропорционально скорости испарения. Испарение происходит тем энер-

гичнее, чем суше воздух. В связи с этим и показания температуры на влажном термометре ниже, чем на рядом расположенном сухом. Разность показаний обоих термометров и берется за основу расчетов.

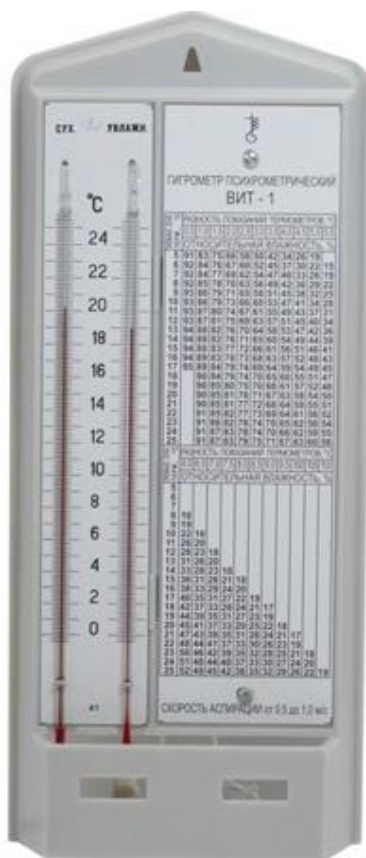


Рис. 20. Статический (бытовой, гигрометрический) психрометр (Августа) ВИТ-1



Рис. 21. Аспирационный (динамический) психрометр (Ассмана) MB-4M

Аспирационный психрометр (рис. 21) дает весьма точные показания, и его широко используют в зоогигиенических исследованиях. Он состоит, так же как и статический, из двух одинаковых термометров. Резервуар каждого из них окружен двумя металлическими гильзами для защиты от тепловой радиации, а также фибровой прослойкой для защиты от теплопроводности оправы. Гильзы переходят в общую трубку с небольшим аспирационным вентилятором у верхнего конца. Вентилятор приводится в движение пружиной, которую заводят ключом или электрическим моторчиком. Вентилятор покрыт колпачком и при работе просасывает воздух снизу через гильзы в общий воздухопровод с постоянной скоростью 2 м/с. При такой скорости движения воздуха получают более точные показания абсолютной влажности. Аспирационный

психрометр может быть большой и малой модели, причем последняя имеет пружинный завод. Перевозить и хранить приборы надо в футлярах и в нерабочем состоянии. Прибор снабжен приспособлением для подвешивания его в точке измерения влажности воздуха так, чтобы резервуары обоих термометров находились в избранном центре наблюдения.



Рис. 22. Психрометр электрический М-34М

Психрометр электрический М-34М (рис. 22) предназначен для определения, расчета влажностных характеристик и температуры воздуха (в помещении и на открытом воздухе). Работа прибора основана на зависимости разностей температур сухого и влажного термометров от влажности окружающего воздуха. Механизм вентилятора запускается электродвигателем. Диапазон измерения относительной влажности воздуха при температуре от 5 до 40 °С – от 10 до 100%, питание от сети переменного тока напряжением 220 В. Скорость воздушного потока (аспирация) при работе вентилятора 1,7 м/с. Размеры прибора 105×400 мм, масса не более 1,3 кг.

Гигрометры волосяные МВ-19, М-68 (рис. 23) используют для определения относительной влажности воздуха в пределах 20-100%. Принцип действия приборов основан на свойстве обезжиренного человеческого волоса изменять длину в зависимости от влажности воздуха.

Гигрометр мембранный М-39 (рис. 24) применяют для определения относительной влажности воздуха в пределах 20-100% при температуре от 35 до

60 °С. Принцип действия гигрометра заключается в том, что при изменении относительной влажности воздуха происходят упругие деформации пленочного (мембранного) датчика влажности, которые с помощью системы рычагов передаются на стрелку, перемещающуюся по дуговой шкале, показывающей величину относительной влажности.

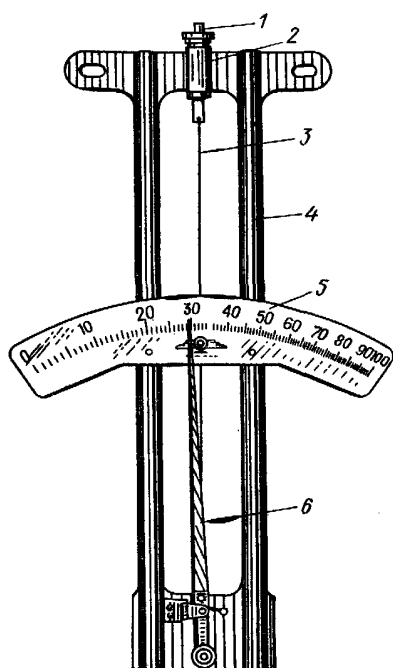


Рис. 23. Гигрометр волосяной типа MB-19:
 1 – гайка для перемещения ходового винта; 2 – ходовой винт; 3 – обезжиренный волос; 4 – рама; 5 – шкала; 6 – стрелка

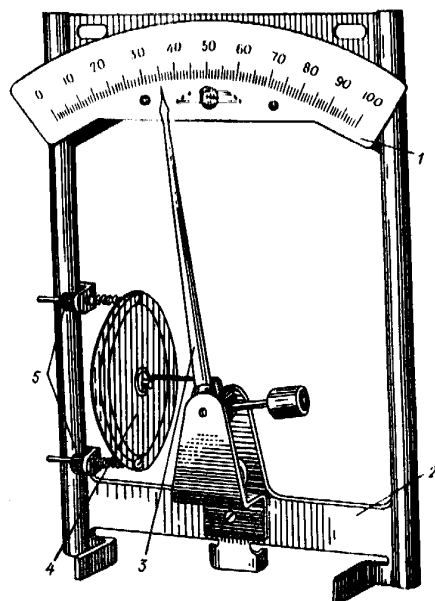


Рис. 24. Гигрометр мембранный типа М-39:
 1 – шкала; 2 – рамка; 3 – стрелка; 4 – пленочный (мембранный) датчик влажности; 5 – установочные винты

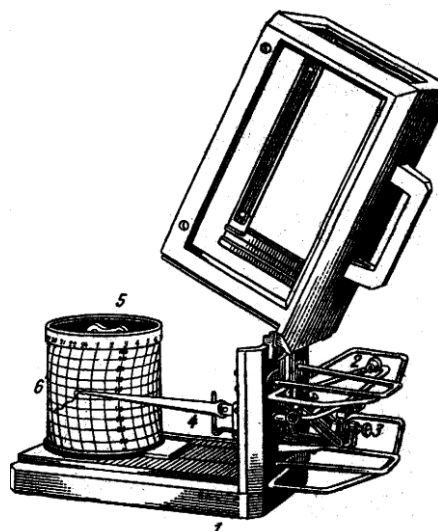


Рис. 25. Гигрограф типа М-21:
 1 – корпус; 2 – датчик – пучок обезжиренных волос; 3 – коррекционный винт; 4 – стрелка с пером; 5 – барабан с часовым механизмом; 6 – диаграммная лента

Баротермогигрометр БМ-2 предназначен для измерения атмосферного давления, температуры и относительной влажности воздуха в помещениях. Пределы измерения давления воздуха 700-800 мм рт. ст., температуры – 0...40 °С и относительной влажности воздуха 30-100%. Датчик барометра – мембранная барокоробка, измеритель температуры – жидкостный (толуоловый) термометр, чувствительный элемент узла гигрометра – капроновая нить. Механизмы прибора помещены в пластмассовый корпус.

Гигрографы (рис. 25) применяют для записи относительной влажности воздуха в пределах 30-100% при температуре от –35 до +45 °С. Изготавливают гигрографы двух типов: суточные (М-21с) и недельные (М-21н).

Прибор состоит из датчиков влажности – пучка обезжиренных человеческих волос (30-40), закрепленных во втулках металлического кронштейна и защищенных от повреждений специальным ограждением. С помощью передаточного механизма (системы рычагов) датчик соединяется с регистрирующей частью, состоящей из стрелки с пером и барабана с часовым механизмом.

Изменение длины пучка волос под влиянием влажности воздуха передается на стрелку регистрирующего устройства, перо которой, поднимаясь и опускаясь, производит непрерывную графическую запись относительной влажности воздуха на диаграммной бумажной ленте. Гигрограф не является абсолютно точным прибором, поэтому правильность записи на ленте периодически следует проверять с помощью аспирационного психрометра.

Порядок и правила измерения относительной влажности воздуха такие же, как и температуры.

Для измерения влажности также используют современные цифровые комбинированные приборы (*термогигрометры ИВТМ-7К, ИВА-6А, термометр-влажномер CENTER-315, комбинированный прибор ТКА-ПКМ-62, метеометр МЭС-200А*).

Рекомендуемые параметры относительной влажности воздуха в помещениях для животных приведены в прил. 1.

Расчет влажностных характеристик. Вычислять гигрометрические величины можно по данным, как статического, так и аспирационного психрометров.

Методика вычисления по данным статического психрометра. Относительную влажность можно приближенно определять по специальной психрометрической таблице (прил. 3). Кроме этого, абсолютную влажность воздуха (A , $г/м^3$) можно рассчитывать по формуле Ренье (1):

$$A = E_g - \alpha(T_c - T_g)V \quad (1),$$

где E_g – максимальная плотность насыщения водяных паров по температуре влажного термометра, $г/м^3$ (определяется по прил. 4);

α – психрометрический коэффициент, зависящий от подвижности воздуха (прил. 5);

T_c – температура сухого термометра, °С;

T_g – температура влажного термометра, °С;

V – атмосферное давление, *мм рт. ст.*

Например, показания сухого термометра 12,5 °С, влажного 11,2 °С, атмосферное давление 755 *мм рт. ст.*, психрометрический коэффициент 0,0011 (см. прил. 5), максимальная упругость водяных паров при температуре влажного термометра 9,98 $г/м^3$, при температуре сухого термометра 10,87 $г/м^3$.

Подставив числовые значения в формулу 1, получают:

$$A = 9,98 - 0,0011(12,5 - 11,2)755 = 8,90 \text{ } г/м^3.$$

Зная абсолютную и максимальную влажность, вычисляют относительную влажность воздуха (R , %) по формуле 2:

$$R = \frac{A \cdot 100}{E_c}, \quad (2)$$

где A – абсолютная влажность, $г/м^3$;

E_c – максимальная влажность (плотность насыщения водяных паров) по температуре сухого термометра, $г/м^3$.

Подставив числовые значения в формулу 2, получают величину относительной влажности воздуха:

$$R = \frac{8,90 \cdot 100}{10,87} = 81,9\% .$$

Дефицит насыщения z (D_ϕ) вычисляют по разности между максимальной и абсолютной влажностью воздуха:

$$D_\phi = E_c - A . \quad (3).$$

Таким образом, $D_\phi = E_c - A = 10,87 - 8,90 = 1,97 \text{ г/м}^3$.

Точку росы (T) вычисляют по прил. 4. В данном примере абсолютная влажность воздуха равна $8,90 \text{ г/м}^3$. По прил. 4 находят температуру, при которой абсолютная влажность полностью насыщает воздух, т. е. становится максимальной. В нашем примере эта температура $9,5 \text{ }^\circ\text{C}$, она же и будет точкой росы.

Методика вычисления по данным динамического психрометра. Вычисление абсолютной влажности воздуха (A , г/м^3) производят по формуле Шпрунга 4:

$$A = E_e - 0,5(T_c - T_e) \frac{B}{755} , \quad (4)$$

где E_e – максимальная влажность водяных паров при температуре влажного термометра, г/м^3 (определяется по прил. 4);

0,5 – постоянный психрометрический коэффициент;

T_c – температура сухого термометра, $^\circ\text{C}$;

T_e – температура влажного термометра, $^\circ\text{C}$;

B – атмосферное давление, *мм рт. ст.*;

755 – среднее атмосферное давление, *мм рт. ст.*

Например, показания сухого термометра $15 \text{ }^\circ\text{C}$, показания влажного $12,5 \text{ }^\circ\text{C}$, атмосферное давление 758 мм рт. ст. , максимальная упругость водяных паров по температуре влажного термометра $10,87 \text{ г/м}^3$ (определяют по прил. 4).

Подставив цифровые значения в формулу 4, получают:

$$A = 10,87 - 0,5(15 - 12,5) \frac{758}{755} = 9,62 \text{ г/м}^3 .$$

Расчеты относительной влажности воздуха, дефицита насыщения и точки росы производят так же, как и по статическому психрометру.

Контрольные вопросы и задания

1. Приборы для определения влажности воздуха.
2. Прибор для длительной регистрации колебаний влажности воздуха. Как им пользоваться?
3. Влажностные характеристики воздуха и их определения.
4. Особенности расчета абсолютной влажности по статическому и динамическому психрометрам.
5. Измерить и рассчитать все влажностные характеристики воздуха (абсолютная, максимальная, относительная влажность, дефицит насыщения, точка росы) в помещении лаборатории при помощи статического психрометра.
6. Измерить и рассчитать все влажностные характеристики воздуха (абсолютная, максимальная, относительная влажность, дефицит насыщения, точка росы) в помещении лаборатории при помощи аспирационного психрометра.
7. Измерить влажностные характеристики воздуха в помещении лаборатории при помощи ТКА-ПКМ-62 и других приборов.
8. Провести непрерывную (по часам и дням) регистрацию изменения относительной влажности помещения лаборатории в течение суток при помощи гигрографа.
9. Помещение для содержания коров. Психрометр статический. Температура сухого термометра 11,5 °С, влажного 8,3 °С. Атмосферное давление в момент измерения 764 мм рт. ст. Вентиляция в помещении открыта, обычные условия движения воздуха, скорость движения воздуха 0,15 м/с. Найти: абсолютную, максимальную, относительную влажность, дефицит насыщения и точку росы. Сравнить полученные данные с нормой.
10. Помещение для содержания поросят-отъемышей. Психрометр динамический. Температура сухого термометра 23,3 °С, влажного 20,8 °С. Атмосферное давление в момент измерения 754 мм рт. ст. Вентиляция в помещении

открыта, обычные условия движения воздуха, скорость движения воздуха 0,15 м/с. Найти: абсолютную, максимальную, относительную влажность, дефицит насыщения и точку росы. Сравнить полученные данные с нормой.

11. Помещение для содержания лошадей. Психрометр статический. Температура сухого термометра 10 °С, влажного 6,5 °С. Атмосферное давление в момент измерения 745 мм рт. ст. Вентиляция в помещении открыта, обычные условия движения воздуха, скорость движения воздуха 0,15 м/с. Найти: абсолютную, максимальную, относительную влажность, дефицит насыщения и точку росы. Сравнить полученные данные с нормой.

12. Помещение для содержания молодняка кроликов. Психрометр динамический. Температура сухого термометра 6,5 °С, влажного 3,2 °С. Атмосферное давление в момент измерения 745 мм рт. ст. Вентиляция в помещении открыта, обычные условия движения воздуха, скорость движения воздуха 0,15 м/с. Найти: абсолютную, максимальную, относительную влажность, дефицит насыщения и точку росы. Сравнить полученные данные с нормой.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ И ОХЛАЖДАЮЩИХ СВОЙСТВ ВОЗДУХА

Движение воздуха способствует отдаче тепла путем проведения и конвекции при низкой температуре воздуха и путем испарения при высокой температуре и низкой влажности. Усиление отдачи тепла в холодный период года способствует охлаждению организма животного, а летом, в жаркую погоду, наоборот, освобождает его от излишков тепла и тем самым улучшает общее состояние организма. Отрицательное воздействие очень высоких температур воздуха в животноводческих помещениях можно ограничить повышением скорости движения воздуха.

Следовательно, при учете внешних факторов, влияющих на терморегуляцию животного организма, подвижности воздуха следует придавать такое же важное значение, как и его температуре и влажности.

В животноводческих и птицеводческих помещениях воздух движется неравномерно и непрерывно. Подвижность его зависит от эффективности работы вентиляционных устройств, открывания ворот, дверей, окон, выделения тепла животными и т.п., а также от движения воздушных масс в данной местности.

Приборы для измерения скорости движения воздуха. Скорость движения воздуха измеряют в животноводческих помещениях при исследовании работы вентиляции и в открытой атмосфере. Выражают ее в метрах в секунду (м/с). Для измерения используют анемометры и кататермометры. Анемометрами измеряют большие скорости движения воздуха, а кататермометрами – скорость меньше 0,5 м/с. Последними определяют также охлаждающую способность воздуха, которая выражается в милликалориях (мкал) на 1 см²/с.

Анемометры различают динамические (крыльчатые и чашечные) и статические.

Статический анемометр с флюгером используют для определения скорости движения воздуха в свободной атмосфере (силы ветра) по отклонению

от вертикального положения пластинки прибора. Угол отклонения отсчитывают по дугообразной шкале и по соответствующим таблицам определяют скорость движения воздуха.

При выборе анемометра необходимо учитывать множество факторов, таких как диапазон измерения анемометра, погрешность измерения скорости воздушного потока, диапазон рабочих температур, степень защиты анемометра от воздействия агрессивных факторов окружающей среды, водонепроницаемость и габариты.

Крыльчатый анемометр АСО-3 (рис. 26) предназначен для измерения в помещениях скорости воздушного потока в пределах 0,3-5 м/с.

Воспринимающей частью прибора служит крыльчатка, огражденная широким металлическим кольцом (диффузором) и соединенная со счетчиком передаточным механизмом. На счетчике предусмотрены три циферблата для снятия показаний. Включают и выключают прибор с помощью арретира (рычага).

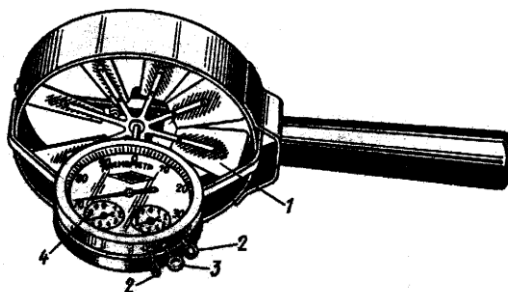


Рис. 26. Анемометр крыльчатый типа АСО-3:
1 – крыльчатка (ветроприемник);
2 – ушки; 3 – арретир; 4 – шкала

Перед измерением скорости движения воздушного потока записывают начальные показания счетчика со всех трех циферблатов. Затем анемометр располагают в воздушном потоке осью крыльчатки вдоль направления потока и, добившись равномерного вращения крыльчатки вхолостую, включают передаточный механизм прибора и секундомер. Как правило, измерения производят в течение 100 с, после чего механизм и секундомер выключают, записывают конечные показания счетчиков и время экспозиции. Разделив разность первоначального и конечного показаний на время экспозиции, находят число

делений, приходящихся на 1 с. Скорость движения воздуха определяют по графику, прилагаемому к каждому прибору. По вертикальной оси графика находят число, соответствующее числу делений в 1 с. От этой точки проводят горизонтальную линию до пересечения с линией графика и из полученной точки ведут вертикальную линию до пересечения с нижней горизонтальной осью графика, которая даст искомую скорость движения воздуха. К прибору прилагаются два графика: один рассчитан на скорость движения воздуха до 1 м/с, второй – от 1 до 5 м/с.

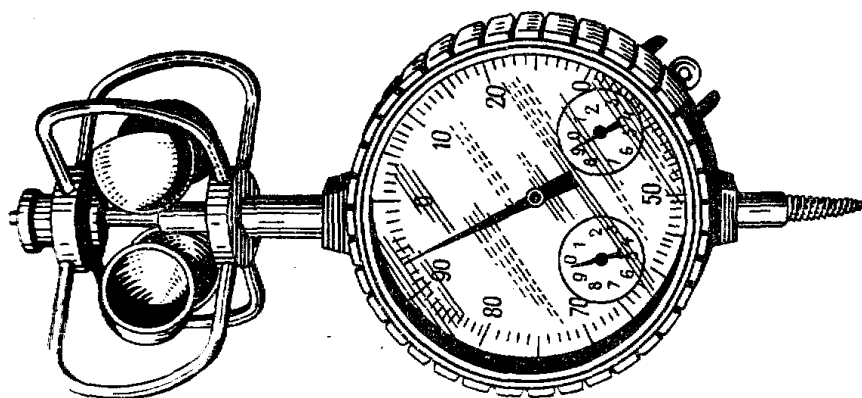


Рис. 27. Чашечный анемометр типа МС-13

Чашечный анемометр МС-13 (рис. 27) предназначен для измерения скорости движения воздуха в пределах от 1 до 20 м/с. Отличается от крыльчатого только ветроприемником, где вместо крыльчатки предусмотрена крестовина с четырьмя полыми полушариями. Правила пользования прибором и методика определения скорости воздушного потока те же, что и для крыльчатого анемометра.

Анемометр чашечный Skywatch METEOS (рис. 28) используется для определения текущей, максимальной и средней скорости ветра за временной период, а также температуры воздуха.

Диапазон измерения скорости движения воздуха 1-42 ($\pm 3\%$) м/с, диапазон измерения воздуха $-20...+70$ (± 2) °С. Единицы измерения скорости ветра:

м/с, км/ч, мили/ч, узлы, футы/с, единицы измерения температуры: °С, °F. Анемометр имеет размеры 65×155 мм, масса – 235 г.



Рис. 28. Анемометр чашечный Skywatch METEOS

Анемометр цифровой переносной АП-1 (рис. 29) предназначен для измерения скорости воздушного потока при холодильной обработке мясных продуктов, в животноводческих помещениях, а также в хранилищах растениеводческой продукции. Прибор сохраняет работоспособность в диапазоне температур -10...+50 °С, при относительной влажности 65%. Диапазон измерения составляет 0,3-5,0 ($\pm 0,1$) м/с, время измерения 5 с, индикации показаний – 3 с, габариты 110×105× 106 мм. Воспринимающей частью прибора служит крыльчатый ветроприемник, размещенный на полой оси. Принцип работы чувствительного элемента анемометра заключается в преобразовании скорости воздушного потока, вращающего ветроприемник, в число импульсов.



Рис. 29. Анемометр цифровой переносной АП-1

При определении скорости воздушного потока до 5 м/с необходимо использовать преобразователь АП-1-1, при движении воздуха в помещении со скоростью более 5 м/с – преобразователь АП-1-2.

Порядок работы на анемометре цифровом переносном АП-1:

- 1) вынуть прибор из футляра;
- 2) соединить крыльчатый ветроприемник с цифровым измерительным прибором;
- 3) установить переключатель напряжения питания в положение «ВКЛ», при этом индикатор «I – 20+» должен мигать с частотой 1 Гц;
- 4) проверить равномерность вращения ветроприемника – через 10 с на табло должно появиться некоторое значение скорости воздушного потока;
- 5) установить анемометр вертикально в месте измерения, значения скорости движения воздушного потока индицируются через 10 с в течение 3 с.

Цифровой анемометр АТТ-1002 (рис. 30) обеспечивает быстрое и точное считывание данных с цифрового дисплея и позволяет проводить дистанционные измерения благодаря наличию выносного датчика. Прибор предназначен для определения скорости движения воздуха в животноводческих помещениях и лабораторных исследований. Рабочая температура 0...50 °С. Структура датчика скорости воздуха – обычная вращающаяся рычажная подвеска и сферическая подвеска с малым трением. Габариты прибора: 168x80x35 мм. Головка датчика сферическая, диаметром 72 мм. Диапазон измерения воздушного потока в диапазоне от 0,4 до 30 м/с, с разрешением 0,1 м/с.



Рис. 30. Цифровой анемометр АТТ-1002

Прибор обладает следующими возможностями: одновременное измерение температуры ($^{\circ}\text{C}$, $^{\circ}\text{F}$); удержание показаний для запоминания на дисплее измеряемой величины; считывание показаний в условиях как высокой, так и низкой яркости освещения.

Анемометр с зондом крыльчаткой Testo 417 (рис. 31). Компактный анемометр Testo 417 с встроенной крыльчаткой диаметром 100 мм предназначен для измерения скорости, направления, температуры потока воздуха. Направление потока отображается на дисплее. Функция определения направления воздушных потоков необходима для построения аэрумбограммы помещений. Функция усреднения по времени и количеству замеров позволяет получить усредненные значения.



Рис. 31. Анемометр с зондом крыльчаткой Testo 417

Дополнительный комплект с воронкой обеспечивает эффективные измерения на вентиляционных решетках и тарельчатых клапанах воздуховодов. Минимальные и максимальные значения можно также увидеть на дисплее. Функция «Hold» позволяет зафиксировать текущие данные измерений на дисплее.



Рис. 32. Анемометр-термометр ИСП-МГ4

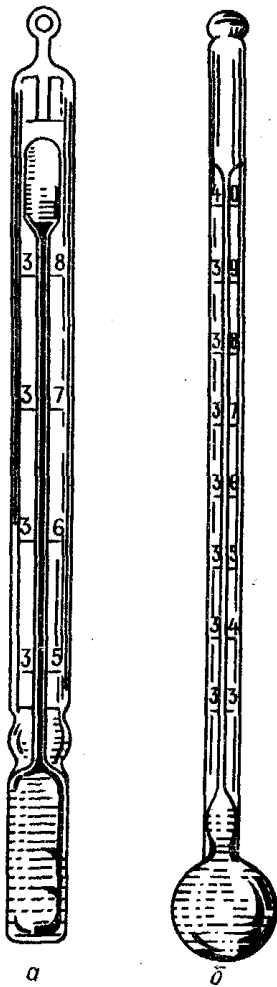


Рис. 33. Кататермометры:
 а – цилиндрический;
 б – шаровой

Анемометры-термометры ИСП-МГ4, ИСП-МГ4.01 (рис. 32) предназначены для измерения средней скорости направленных воздушных потоков и их температуры в вентиляционных системах (воздуховодах, каналах, коробах) промышленных и гражданских зданий, а также для измерения средней скорости ветра и температуры окружающего воздуха. В отличие от аналогов, приборы обладают высокой разрешающей способностью и повышенной точностью на малых величинах скорости воздушных потоков.

Диапазон измерения скорости воздушного потока 0,1-20 м/с. Диапазон измерения температуры воздуха - 30...+100 °С, погрешность измерения скорости потока $\pm 0,05$ м/с, температуры $\pm 0,5$ °С. Анемометры имеют режим измерений с вычислением расхода воздуха в вентиляционных системах, а также обеспечивают выполнение измерений в режиме наблюдения с автоматической регистрацией результатов через интервалы времени, установленные пользователем.

Длительность наблюдения – до 24 ч. Получаемая анемометром информация архивируется и маркируется датой и временем измерения, объем памяти 99 результатов измерений.

В новейших моделях анемометров производители применяют новые типы высокоточных датчиков и чувствительных элементов. Кроме этого, разработчики часто оснащают анемометры дополнительными функциями измерения других параметров микроклимата (*цифровой термоанемометр АТТ-1004, термальный анемометр Testo 425, комбинированный прибор ТКА-ПКМ-62, метеометр МЭС-200А*), приведенными в разделе 1.

Кататермометры (рис. 33) – приборы для определения скорости движения воздуха от 0,04 до 15 м/с. Кататермометры могут иметь *цилиндрический* или *шаровой* резервуар. Поверхность резервуара, заполненного подкрашен-

ным спиртом, имеет площадь 22,6 или 27,3 см² соответственно. Верхняя часть спиртового резервуара переходит в капиллярную трубку, которая оканчивается сверху небольшим цилиндрическим расширением. Шкала прибора разделена на градусы – от 35 до 38 °С у цилиндрического. Шаровые кататермометры бывают трех видов: нормальные, или среднеградусные, с делением шкалы от 33 до 40 °С, применяемые при средних температурах воздуха; низкоградусные с делением шкалы от 0 до 24 °С, используемые при температуре воздуха, близкой к 0 °С и ниже; высокоградусные с делением шкалы для температур выше 30 °С.

Величина потери тепла с 1 см² поверхности резервуара прибора за период охлаждения его от 38 до 35 °С в милликалориях называется **фактором кататермометра** (F). Он имеет индивидуальное значение для каждого прибора и отмечается гравировкой или краской на обратной стороне шкалы прибора. Деление величины фактора на время охлаждения прибора от 38 до 35 °С даст величину теплоотдачи с 1 см²/с в милликалориях.

Эту величину называют **индексом кататермометра** (5) и обозначают буквой H :

$$H = F/T \quad (5).$$

Фактор кататермометра устанавливают при изготовлении прибора. С течением времени этот показатель может изменяться, поэтому его необходимо периодически проверять в термостате. В термостате создают температуру в пределах 10...20 °С при совершенно спокойном состоянии воздуха. Предварительно подготовленный прибор помещают рядом с точным термометром в термостат. По секундомеру отмечают время охлаждения кататермометра и температуру воздуха по термометру. Производят шесть таких измерений, первое отбрасывают (учитывая прогревание частей прибора) и из оставшихся пяти измерений выводят среднеарифметическую величину. Температура воздуха в термостате должна быть постоянной, с колебаниями не более 0,1 °С.

При расчетах применяют формулу Гриффитса 6:

$$F = 0,27 \cdot Q \cdot T \quad (6),$$

где F – фактор кататермометра;
 $0,27$ – эмпирический коэффициент;
 Q – средняя температура кататермометра $36,5$ °С минус температура воздуха в термостате в момент наблюдения;

T – время охлаждения кататермометра от 38 до 35 °С, с.

Охлаждающую силу воздуха определяют по формуле 7:

$$Y = \frac{F \cdot (t_1 - t_2)}{T} \quad (7),$$

где F – фактор кататермометра, мкал/см²;

t_1, t_2 – верхнее и нижнее деления шкалы прибора, между которыми учитывается время охлаждения, °С;

T – время охлаждения кататермометра, с.

При работе с кататермометром необходимо соблюдать следующие требования:

1) перед исследованием погружают резервуар кататермометра в воду, нагревают до $60 \dots 80$ °С и ждут, пока спирт не заполнит $1/3$ или $1/2$ верхнего цилиндрического расширения. После этого прибор вынимают из воды, насухо вытирают резервуар полотенцем и помещают неподвижно в точке исследования;

2) для фиксации кататермометра пользуются деревянным, но не металлическим штативом или подставкой, т. к. дерево плохой проводник тепла;

3) по секундомеру следят за временем охлаждения прибора, включая секундомер в момент, когда столбик спирта проходит через 38 °С, и выключают, когда он достигает уровня 35 °С. При известном навыке можно пользоваться и секундной стрелкой карманных часов;

4) полученную величину времени записывают и повторяют измерения 5 раз. Данные первого измерения, как наименее точные, отбрасывают и из четырех измерений вычисляют среднеарифметическую величину времени охлаждения.

Вычисление результатов. Для упрощения расчетов скорости движения воздуха пользуются прил. 6 для цилиндрического кататермометра и прил. 7 для шарового кататермометра, в которых по величине H/Q находят скорость движения воздуха.

Например, фактор кататермометра (F) 645, время охлаждения от 38 до 35 °С (T) 100 с, температура воздуха в момент исследования 19,8 °С, кататермометр шаровой.

Индекс кататермометра (H) равняется: $F/T = 645/100 = 6,45$ мкал/1см²/с, $Q = 36,5 - 19,8 = 16,7$ °С, величина $H/Q = 6,45/16,7 = 0,39$. По данным прил. 7 скорость движения воздуха равна 0,14 м/с.

Охлаждающая сила воздуха составит

$$Y = \frac{645 \cdot (38 - 35)}{100} = 19,4 \text{ мкал/см}^2/\text{с.}$$

Рекомендуемые параметры скорости движения воздуха в помещениях для животных приведены в прил. 1.

Контрольные вопросы и задания

1. Приборы для определения скорости движения воздуха.
2. Порядок работы с кататермометром.
3. Что такое фактор кататермометра?
4. Измерить и рассчитать скорость движения воздуха в помещении лаборатории, коридоре или на улице при помощи чашечного или крыльчатого анемометра.
5. Проверить фактор кататермометра (F) в термостате при постоянной температуре с точным термометром и сделать заключение о его изменении.
6. Определить и рассчитать скорость движения воздуха и его охлаждающую силу в помещении лаборатории при помощи шарового или цилиндрического кататермометра.
7. Помещение для содержания телят профилакторного возраста. Кататермометр цилиндрический. Фактор кататермометра (F) 689. Время охлажде-

ния от 38 до 35 °С 90 с. Температура воздуха 15,5 °С. Определить скорость движения воздуха и сравнить с нормой. Проверить фактор кататермометра в термостате (в термостате при 14,5 °С, время охлаждения от 38 до 35 °С 120 с) и сделать заключение.

8. Помещение для содержания молодняка лошадей. Кататермометр цилиндрический. Фактор кататермометра (F) 743. Время охлаждения от 38 до 35 °С 62 с. Температура воздуха 15,5 °С. Определить скорость движения воздуха, его охлаждающую силу и сравнить с нормой. Проверить фактор кататермометра в термостате (в термостате при 14,5 °С, время охлаждения от 38 до 35 °С 125 с) и сделать заключение.

9. Помещение для содержания свиноматок. Кататермометр цилиндрический. Фактор кататермометра (F) 711. Время охлаждения от 38 до 35 °С 67 с. Температура воздуха 14,5 °С. Определить скорость движения воздуха, его охлаждающую силу и сравнить с нормой. Проверить фактор кататермометра в термостате (в термостате при 16,5 °С, время охлаждения от 38 до 35 °С 131 с) и сделать заключение.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ ПОМЕЩЕНИЙ

Свет обладает высоким биологическим действием и оказывает положительное влияние на регуляцию жизненных функций организма. Основной путь, по которому свет воздействует на организм животных: глаз – кора головного мозга – эпифиз – гипоталамус – эндокринные железы. В основе всего лежит сложная цепь нервно-рефлекторных и гуморальных реакций.

Достаточное освещение животноводческих и птицеводческих помещений является важным фактором профилактики ряда болезней животных и птицы и способствует сохранению их здоровья и продуктивности.

Световые величины и единицы освещенности. Международным соглашением установлена по отношению к видимым глазу излучениям следующая физическая система световых величин и единиц.

Световой поток – часть потока лучистой энергии, которая воспринимается глазом как световое ощущение. За единицу светового потока принята условная единица **люмен** (лм), которая испускается полным излучателем (абсолютно черным телом) при температуре затвердения платины с площади 5305 десяти миллиардных квадратных метров.

Сила света – пространственная угловая плотность светового потока, излучаемая источником в определенном направлении.

Освещенность – поверхностная плотность падающего светового потока, или отношение светового потока к площади освещаемой им поверхности. За единицу освещенности принимают **люкс** (лк) – освещенность поверхности, которая получает равномерно распределенный световой поток в 1 лм на площади 1 м².

Яркость освещения – отношение силы света к площади светящейся поверхности.

Коэффициент отражения – отношение светового потока, отраженного от поверхности, к световому потоку, падающему на эту поверхность.

Коэффициент поглощения – отношение светового потока, поглощенного средой, к световому потоку, падающему на эту среду.

Расчет естественной освещенности. В проектной и строительной практике животноводческих и подсобных помещений применяют два способа нормирования естественной освещенности – геометрический и светотехнический.

Геометрический способ нормирования естественной освещенности основан на вычислении относительной площади световых проемов (ОПСП, %), т.е. отношения площади фонарей или окон к освещаемой площади пола. Способ прост, но недостаточно точен, т.к. при одной и той же относительной площади световых проемов не обеспечивается равномерная освещенность площади здания. Относительная площадь световых проемов имеет значение в строительной практике, но не может в достаточной степени характеризовать освещенность помещений естественным светом, т.к. он зависит не только от соотношения между площадями световых проемов и пола помещения, но и от метеорологических условий, соотношения между размерами помещения, затеняющего влияния противостоящих помещений и света, формы и конструкции световых проемов, от их расположения над полом. Нормы относительной площади световых проемов внутри помещения для животных и птицы приведены в прил. 8.

Например, если площадь пола равна 180 м², а остекленная площадь световых проемов 15 м², то расчет идет по формуле 8:

$$ОПСП = S_{ост.} / S_{пола} \cdot 100 \quad (8),$$

$$ОПСП = S_{ост.} / S_{пола} \cdot 100 = 15/180 \cdot 100 = 8,33\%$$

Светотехнический способ нормирования естественной освещенности выражается коэффициентом естественной освещенности (КЕО, %).

Коэффициент естественной освещенности – это отношение горизонтальной освещенности в люксах в данной точке внутри помещения к одновременной горизонтальной освещенности вне помещения, выраженное в процентах, рассчитывается по формуле 9:

$$KEO = \frac{E_g}{E_n} 100 \quad (9),$$

где E_g – освещенность внутри помещения, лк;

E_n – освещенность в горизонтальной плоскости под открытым небом, лк.

Например, освещенность внутри коровника равна 60 лк, под открытым небом 6000 лк. Таким образом:

$$KEO = \frac{60}{6000} 100 = 1\%$$

Следовательно, освещенность внутри помещения составляет 1% наружной освещенности.

В различных точках помещения освещенность бывает неодинаковой, поэтому необходимо производить одновременно несколько параллельных замеров в различных зонах помещения (вдоль каждого ряда стойл, клеток, станков в наиболее светлой и темной их части). При обработке замеров для каждой точки выводят KEO , берут средние арифметические показатели каждого ряда стойл, клеток, станков. Этот показатель будет характеризовать среднюю освещенность зоны помещения.

Для расчета KEO_{cp} (%) помещений пользуются формулой 10:

$$KEO_{cp} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + \dots + H_n + B + C + D}{(a + 3)} \quad (10),$$

где H_1, H_2, H_3, H_n – средний арифметический KEO зоны размещения животных в рядах, %;

B – KEO на полу в центре помещения, %;

C – KEO на высоте 1 м от пола в центре здания, %;

D – KEO на высоте 1,6 м в центре помещения, %;

a – количество рядов стойл или клеток размещения в здании;

3 – количество замеров KEO в центре помещения.

Замеряют освещенность в любой сезон года в полдень при рассеянном свете и диффузной освещенности небосвода, соответствующей не менее 5000 лк. Для суждения об освещенности помещения в разное время дня и сезона

года из этих величин выводят среднее арифметическое число, характеризующее *КЕО* помещения.

Коэффициент естественной освещенности дает более правильное представление о естественном освещении животноводческих помещений (см. прил. 8).

Определение искусственной освещенности. Для этой цели подсчитывают число ламп в помещении и определяют их общую мощность, выраженную в ваттах (Вт). Полученную величину делят на площадь пола и получают удельную мощность в Вт/м², используя формулу 11:

$$ИО = \frac{n \cdot Вт}{S_{\text{пола}}} \quad (11),$$

где *ИО* – искусственная освещенность, Вт/м²;

n – количество электроламп в помещении;

Вт – мощность одной электролампы, Вт;

S_{пола} – площадь пола помещения, м².

Для перевода освещенности, выраженной в Вт/м², в люксы (лк) умножают количество Вт/м² на коэффициенты пересчета в зависимости от мощности и типа ламп (прил. 9).

При освещенности помещения лампами накаливания искусственное нормирование при низких уровнях освещенности в какой-то степени приемлемо. Однако в связи с использованием других источников света, более совершенных по световой отдаче и спектральным характеристикам, установление освещенности по удельной мощности не дает представления ни о величине освещенности, ни о качестве освещения, и приводит к нерациональному размещению светильников. Поэтому все же правильнее нормировать искусственное освещение в абсолютных единицах – люксах в расчете на 1 м² площади помещения (см. прил. 8).

Равномерность освещения животноводческих и птицеводческих помещений определяется коэффициентом равномерности: отношением наименьшей освещенности к наибольшей в одной плоскости. Коэффициент

равномерности освещения в плоскости в радиусе 5 м должен быть не менее 1:3. Если в наиболее хорошо освещенной точке помещения освещенность составляет 150 лк, то в радиусе 5 м от точки минимальная освещенность должна быть не более чем в 3 раза меньше максимальной, т.е. 50 лк.

Фотометрия и приборы для определения освещенности. Фотометрия – это отдел оптики, включающий измерение силы света, естественной и искусственной освещенности и яркости.

Для измерения световых величин используют различные световые приборы: шаровой фотометр – для определения светового потока; яркомер – для измерения яркости освещения; люксметр – для измерения освещенности.

Промышленность выпускает люксметры *визуальные* и *объективные*.

Визуальные люксметры основаны на сравнении (глазом) яркости освещения двух белых поверхностей, одна из которых освещается исследуемым светом, а другая – стандартным источником. Точность измерения зависит от субъективных ощущений исследователя. Поэтому в санитарно-гигиенической практике применяют только объективные люксметры (Ю116, Testo 540, Hioki 3640-20, ТКА-ЛЮКС и др.).

Объективный люксметр типа Ю116 (рис. 34). Прибор предназначен для измерения искусственной и естественной освещенности при температурах воздуха от -10 до $+35$ °С и относительной влажности до 80%. Он применяется для контроля освещенности в промышленности, сельском хозяйстве и других отраслях народного хозяйства, в исследовательских работах.

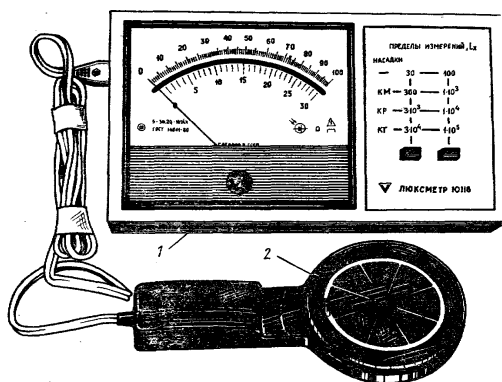


Рис. 34. Люксметр типа Ю116:
1 – измеритель; 2 – селеновый фотозлемент

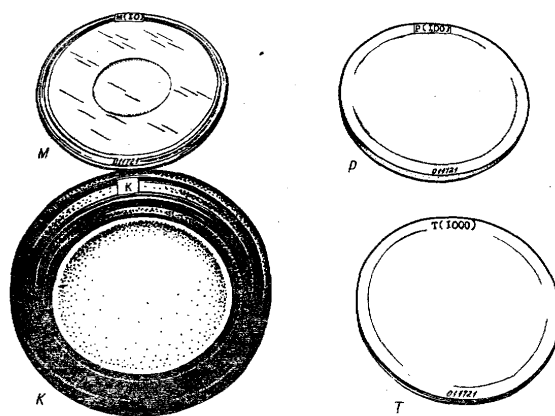


Рис. 35. Насадки к люксметру типа Ю116

Прибор состоит из измерителя и селенового фотоэлемента с четырьмя насадками М, Р, Т, К (рис. 35). На передней панели измерителя расположены кнопки переключателя и табличка со схемой, связывающей действие кнопок и используемых насадок с диапазонами измерений.

Прибор имеет две шкалы: 0-100, имеющая 100 делений, и 0-30, имеющая 30 делений. На каждой шкале точками отмечено начало диапазона измерений: на шкале 0-100 точка находится над отметкой 20, на шкале 0-30 – над отметкой 5. На боковой стенке корпуса люксметра расположена вилка для присоединения фотоэлемента.

Насадка К, состоящая из белой светорассеивающей пластмассовой полусферы и непрозрачного пластмассового кольца, служит для уменьшения косинусной погрешности люксметра. Она применяется не самостоятельно, а совместно с одной из трех насадок, имеющих обозначения М, Р и Т, каждая из которых с насадкой К образует три поглотителя света 10, 100, 1000 соответственно и применяется для расширения диапазона измерений. Показания прибора на соответствующей шкале умножают на коэффициент ослабления, зависящий от применяемых насадок и указанный на этих насадках.

Люксметр Testo 540 (рис. 36) – очень компактный, легкий и удобный в эксплуатации прибор. Сенсор измерения адаптируется к спектральной чувствительности глаза, что делает прибор идеальным для измерения интенсивности света. Единицы измерения люкс и фут-кандела. Функция Hold и отоб-



Рис. 37. Люксметр Hioki 3640-20



Рис. 38 Люксметр ТКА-ЛЮКС

ражение макс/мин. значений. Световое отображение. Прибор внесен в Государственный реестр средств измерений.



Рис. 36. Люксметр Testo 540

Люксметр Hioki 3640-20 (рис. 37) – компактный легкий прибор, предназначен для измерения и записи в память значений освещения в различные промежутки времени при помощи внешнего датчика. Прибор идеален для быстрого измерения и записи в память колебаний освещения и последующей обработки данных на ПК. Широкий диапазон измерения от 2000 до 200000 люкс. Большой объем внутренней памяти, до 32000 элементов данных. Возможность связи с ПК по средствам USB или RS-232 (опции) и построения графиков по полученным значениям. Возможность автоматической записи измеряемых значений в память прибора в течение долгого времени, через установленные промежутки времени. Данные остаются в памяти прибора даже когда батарея разряжена. Наличие функции powersave (экономия энергии) позволяет увеличить продолжительность записи.

Люксметр ТКА-ЛЮКС (рис. 38) предназначен для измерения освещенности, создаваемой различными источниками, произвольно пространственно расположенными. Используется в промышленных предприятиях, учебных заведениях, научных центрах, музеях, библиотеках и архивах, предприятиях

транспорта и связи, центрах метрологии и сертификации, медицинских учреждениях, центрах Госсанэпиднадзора, сельском хозяйстве и многих других. Для питания прибора используется батарея типа «Крона». Диапазон измерений освещенности от 1 до 200 000 лк.

Правила измерения. При определении освещенности фотоэлемент устанавливают горизонтально вверх селеновым слоем. Освещенность в коровниках измеряют в местах, охватывающих зону размещения животных (в каждом ряду стойл, клеток) и в центре здания. В коровниках в каждой точке замеры делают на полу и на высоте 1 и 1,6 м от пола; в свинарниках – на полу и на высоте 0,5 и 1,6 м от пола; в птичниках при напольном содержании – в торцах и в середине помещения на полу и на высоте 1,6 м от подстилки, а при клеточном содержании – в кормушках на уровне ярусов батарей. Уровень освещенности определяют не ближе, чем 1,2 м от окон, на уровне простенка. Освещенность вне помещения измеряют при рассеянном свете небосвода на расстоянии не ближе 10 м от здания.

Степень освещенности определяют 3 раза в сутки (в 10, 13 и 16 ч) на улице и в помещении одновременно. Измерения необходимо проводить так, чтобы на поверхность фотоэлемента не попадали прямые солнечные лучи, грязь, брызги жидкости. Светоприемник нельзя мыть водой.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое освещенность, в каких единицах измеряется?
2. Что такое световой поток, в каких единицах измеряется?
3. Что такое фотометрия?
4. Приборы для определения освещенности.
5. Какие существуют виды нормирования естественной освещенности? Их преимущества и недостатки.
6. Как рассчитать искусственную освещенность?

7. При помощи объективного люксметра определить освещенность в помещении и снаружи согласно всем правилам, приведенным выше. Рассчитать коэффициент естественной освещенности.

8. Пользуясь рулеткой измерить площадь пола и окон, определить тип электроламп и мощность, подсчитать их количество в помещении лаборатории. Рассчитать ОПСП (относительную площадь световых проемов) и ИО (искусственную освещенность).

9. Площадь пола в коровнике 1050 м^2 . Остекленная площадь окон 105 м^2 . Количество электрических ламп в коровнике 105 штук мощностью 100 Вт каждая. Освещенность вне помещения 2 500 лк. Рассчитать: ОПСП (относительную площадь световых проемов), КЕО (коэффициент естественной освещенности), ИО (искусственную освещенность) помещения. Сравнить полученные данные с нормативными показателями и сделать заключение.

10. Площадь пола в помещении для свиноматок с поросятами $1\ 100 \text{ м}^2$. Остекленная площадь окон 100 м^2 . Количество электрических ламп 44 штук мощностью 100 Вт каждая. Освещенность вне помещения 3000 лк. Рассчитать: ОПСП (относительную площадь световых проемов), КЕО (коэффициент естественной освещенности), ИО (искусственную освещенность) помещения. Сравнить полученные данные с нормативными показателями и сделать заключение.

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ И ДОЗЫ УФ-ОБЛУЧЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

При определении УФ-излучения пользуются тремя величинами измерения – лучистыми, эритемными и бактерицидными. При УФ-облучении животных пользуются эритемными величинами. Энергию УФ-излучения называют УФ-поток, который измеряется в ваттах. Единицей эритемного потока является эр, который равен потоку УФ-излучения с длиной волны 297 нм и мощностью 1 Вт. Плотность эритемного потока, падающего на животных при облучении, называют эритемной облученностью ($F_э$). Она равна отношению величин падающего эритемного потока ($\Phi_э$) к величине облучаемой поверхности (S):

$$F_э = \frac{\Phi_э}{S} \quad (12)$$

Эритемную облученность измеряют в эрах на 1 м², мэрах на 1 м² (1 эр = 1 000 мэр). Произведение эритемной облученности на время облучения называется дозой эритемного облучения ($H_э$). Дозу эритемного облучения измеряют в мэр·ч на 1 м². Если доза облучения, например свиней, равна 60 мэр·ч/м², а эритемная облученность 30 мэр/м², то длительность облучения составляет 2 ч.

Приборы для измерения УФ-излучения. Эритемную облученность и дозу эритемного облучения измеряют уфиметрами и уфидозиметрами.

Уфиметр типа УФМ-1 предназначен для измерения эритемной облученности. Он состоит из фотоэлемента, усилителя фототока и микроамперметра, отградуированного на эритемную облученность (мэр/м²). Приемником излучения служит вакуумный фотоэлемент с магниевым катодом Ф-7.

Для измерения эритемной дозы применяют *уфидозиметры типа УФД-4 и УФД-1А*. Они устроены подобно уфиметру, но вместо амперметра на них установлен счетчик, суммирующий дозу облучения в любой промежуток времени. Им можно также определять эритемную облученность, для чего величину эритемной дозы делят на длительность облучения.

Уфидозиметры рассчитаны на применение в помещениях при температуре воздуха от 0 до 35 °С и относительной влажности до 90%. Измерение дозы облучения возможно при эритемной облученности в пределах от 2,5 до 3 000 мэр/м².

Контрольные вопросы и задания

1. Какими величинами пользуются при определении УФ-излучения?
2. Что такое эритемная облученность?
3. Приборы для определения УФ-излучения.
4. При помощи уфиметра УФМ-1 измерить дозу эритемного облучения в лаборатории кафедры, коридоре и вне помещения.

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА

Шум представляет собой сочетание звуков в диапазоне частот от 16 до 20 000 Гц. К физическим свойствам шума относят: звуковое давление, уровень, частоту, звуковую энергию и ее плотность.

В зависимости от характера шума его частота может быть различной. По частоте шумы бывают низкочастотные (ниже 300 Гц), среднечастотные (от 300 до 800 Гц) и высокочастотные (выше 800 Гц).

По временным характеристикам шумы бывают постоянные и непостоянные. В свою очередь, последние разделяют на колеблющиеся во времени, прерывистые, импульсные.

Для характеристики уровня шума принята измерительная система, учитывающая приближенную логарифмическую зависимость между раздражением и слуховым восприятием, – шкала бел. Логарифмическая единица, отражающая десятикратную степень увеличения интенсивности одного звука над уровнем другого, называется в акустике белом (Б). Для удобства обычно пользуются децибелом (1 дБ = 0,1 Б), который примерно соответствует минимальному приросту силы звука, различаемого ухом.

Шум в животноводческих помещениях создается в результате работы технологического оборудования: вентиляционно-отопительных агрегатов, механизмов и машин для доения, подготовки кормов, кормораздачи, уборки навоза, помета и др., а также за счет самих животных.

При работе машин и механизмов возникает вибрация – механические колебательные движения. Различают вибрацию местную и общую. Встречаются и комбинированные формы воздействия, т. е. сочетание общей и местной вибраций.

Ультразвук – это механическое колебание упругой среды, обладающее определенной энергией. Физическая природа ультразвука не отличается от слышимого звука. Ультразвук отличается более высокой частотой, превышающей верхний порог слышимости. Частота колебаний ультразвуковых волн

находится в пределах от 15-20 кГц до 1 ГГц (гиперзвук). Аналогично звуковым, ультразвуковые волны характеризуются длиной волны, частотой и скоростью распространения, а также величиной, определяющей интенсивность или силу звука.

Инфразвук – это упругие волны, аналогичные звуковым, но частота их колебаний находится на уровне ниже слышимых человеку частот. Верхняя их граница находится в пределах 16-20 Гц, нижняя не определена. Источником инфразвуковых колебаний в природе являются турбулентные токи атмосферы, грозные разряды, землетрясения.

Приборы для определения уровня шума. Для измерения уровня шума в помещениях и при оценке шумозаглушающих средств используют шумомеры *ИШВ-1*, *Ш-3М* (рис. 39) и анализатор спектра шума или его частоты *АШ-2М* (рис. 40). Эти шумомеры позволяют измерять уровень шума в пределах 25-130 дБ в диапазоне частот от 40 до 10 000 Гц. Принцип действия шумомера заключается в преобразовании микрофоном акустических сигналов в электрические.

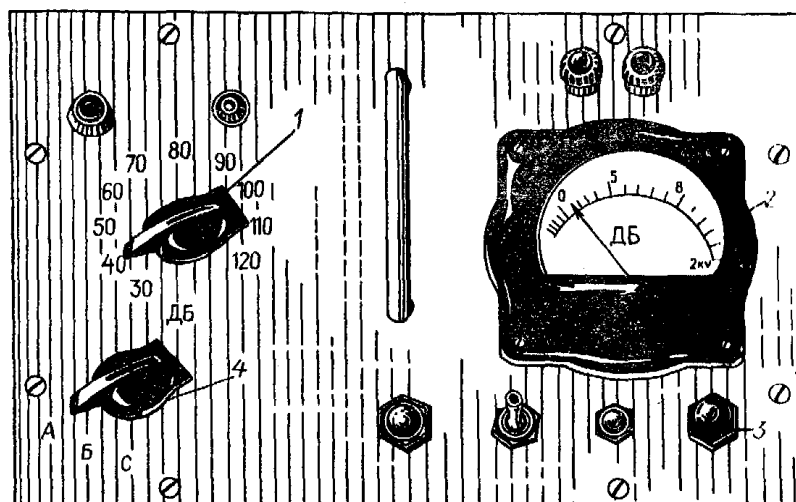


Рис. 39. Шумомер типа Ш-3М:
1 – переключатель уровня шума; 2 – гальванометр-индикатор;
3 – включатель прибора; 4 – переключатель контроля питания

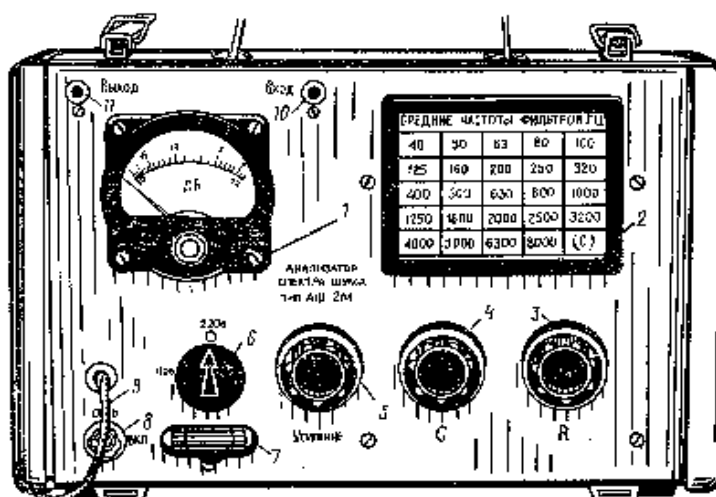


Рис. 40. Анализатор спектра шума типа АИШ-2М:
 1 – измеритель; 2 – шкала средних частот фильтров; 3, 4 – ручки переключения фильтров; 5 – ручка регулятора «Усиление»;
 6 – колодка переключателя напряжения; 7 – держатель предохранителя; 8 – тумблер включения питания;
 9 – сетевой шнур; 10 – гнездо «Вход»; 11 – гнездо «Выход»

Для измерения ультразвука могут быть использованы шумомер Ш-63, анализатор спектра шума АИШ-2ЛИОТ.

Шумомер ОКТАВА-110А-ГТО (рис. 41) предназначен для измерения среднеквадратичных, эквивалентных и пиковых уровней звука с целью контроля внешнего шума транспортных средств, работающего оборудования, находящихся в эксплуатации, и иных аналогичных источников.

Измеряемые показатели:

- *максимальный уровень шума (MAX)* – уровень звука, соответствующий максимальному показанию измерительного прямо показывающего прибора (шумомера) при визуальном отсчете, или значение уровня звука, превышаемого в течение 1% времени измерения при регистрации автоматическим оценивающим устройством;

- *минимальный уровень шума (MIN)* – уровень звука, соответствующий минимальному показанию измерительного прямо показывающего прибора (шумомера) при визуальном отсчете, или значение уровня звука, превышаемого в течение 1% времени измерения при регистрации автоматическим оценивающим устройством;

- *эквивалентный уровень шума (LEQ)* – уровень звука постоянного широкополосного шума, который имеет то же самое среднеквадратичное звуковое давление, что и данный непостоянный шум в течение определенного интервала времени;

- *пиковый уровень шума (PK)* – максимальная абсолютная величина на заданном временном интервале мгновенного звукового давления, измеренного при стандартной частотной характеристике шумомера или в полосе частот.

Правила измерения. Накрутить микрофонный капсюль на предусилитель. Вставить предусилитель во входной разъем прибора ОКТАВА-110А-ГТО. Все операции по подсоединению/отсоединению микрофона и предусилителя проводить при выключенном приборе.

При необходимости отнесения микрофона от прибора на несколько метров можно использовать удлинительный микрофонный кабель, который располагается между предусилителем и входным разъемом прибора.

Включение прибора осуществляется удержанием клавиши ВКЛ/ВЫКЛ в течение примерно 1 с. Чтобы выключить прибор, удерживают эту клавишу также примерно 1 с.

После включения на несколько секунд на индикаторе появляется надпись «SELF TESTING», а затем следующее окно.

В первой строке под заставкой виден выбранный в данный момент язык («Русский», «English» ...). Клавишами $\uparrow\downarrow$ можно выбрать нужный.



Рис. 41. Октава-110А-ГТО

Чуть ниже выводятся дата и время, установленные в приборе, а в последней строке – напряжение на аккумуляторной батарее.

Нажав клавишу МЕНЮ, переходят в окно «ВЫБОР ПРИБОРА». В этом окне видны все режимы измерения, установленные в приборе (для прибора ОКТАВА-110А-ГТО: ГОСТ Р 52231). В трех последних строках этого окна выводятся номера версий встроенного программного обеспечения.

Клавишами $\uparrow\downarrow$ выбирают нужную опцию, а затем нажимают МЕНЮ и переходят в окно «Настройка».

На дисплее появится следующее меню:

- 1-й пункт показывает примечание;
- 2-й пункт – установленный в данный момент диапазон измерений;
- 3-й пункт – калибровочная поправка;
- 4-й пункт – тип представления данных – Спектр;
- 5-й пункт – переход в режим калибровки;
- 6-й пункт – поляризации микрофона;
- 7-й пункт – активировать / деактивировать USB;
- 8-й пункт – выбор телеметрии по цифровому каналу;
- 9-й пункт – регулировка контрастности индикатора;
- 10-й пункт – включить / выключить подсветку;
- 11-й и 12-й пункты – дата и время.

В последней строке этого окна выводится напряжение аккумуляторов.

Клавиши $\uparrow\downarrow$ позволяют перемещаться по меню «Настройка» вверх и вниз. Чтобы изменить значение нужной опции, необходимо сначала выделить ее (клавиши $\uparrow\downarrow$). Если опция имеет переключаемые значения, то клавиши \leftarrow и \rightarrow будут последовательно циклически перелистывать доступные значения. Выбрав нужное значение, переходят к следующему пункту меню (клавиши $\uparrow\downarrow$).

Для выхода из меню «НАСТРОЙКА» в окно измерений нужно нажать клавишу МЕНЮ. На экране появляется окно, соответствующее выбранному типу представления данных.

Запуск измерения производится клавишей СТАРТ/СТОП. О том, что измерения производятся, пользователь видит по изменению длительности измерений в нижней строке. Повторное нажатие клавиши СТАРТ/СТОП останавливает процесс измерений без сброса данных и длительности измерения. Клавиша СБРОС производит общее обнуление блока детекторов, индикации данных и длительности измерений. Она может быть нажата как в состоянии СТАРТ, так и в состоянии СТОП.

Чтобы выключить прибор, нужно остановить измерения (СТОП), нажать и удерживать клавишу ВЫКЛ до попадания в меню «ВЫБОР ПРИБОРА» и нажать клавишу ВЫКЛ еще раз.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое шум?
2. Что такое ультразвук?
3. Что такое инфразвук?
4. Какими величинами пользуются при определении уровня шума?
5. Приборы для определения уровня шума.
6. При помощи шумомера Октава-110А-ГТО измерить максимальный, минимальный, эквивалентный и пиковый уровень шума в лаборатории кафедры, коридоре и вне помещения.

8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ АЭРОИОНОВ

Аэроионизация – это образование в воздухе газовых ионов в результате расщепления молекул (атомов) газов под влиянием внешних ионизаторов. Различают естественную ионизацию воздуха (под действием солнечной энергии, сильного разбрызгивания воды в водоемах и т.д.) и искусственную, создаваемую специальными приборами аэроионизаторами.

Микроклимат животноводческих и птицеводческих помещений существенно зависит от ионизации воздуха. В природе аэроионы возникают в результате естественного радиоактивного излучения веществ, находящихся в воздухе и почве, а также под влиянием солнечной радиации. Аэроионы могут быть положительными, отрицательными, легкими, средними и тяжелыми. В воздухе животноводческих помещений при высокой запыленности, повышенной концентрации вредных газов и водяных паров повышается содержание тяжелых и легких положительно заряженных аэроионов, которые отрицательно влияют на организм животных. Отрицательно заряженные легкие ионы весьма положительно влияют на микроклимат в помещениях и на организм животных.

Содержание легких (n) и тяжелых (N) ионов, отрицательно ($-$) и положительно ($+$) заряженных, определяют в зоне дыхания животных. В профилактических целях рекомендуют следующие концентрации легких отрицательных ионов и наиболее оптимальные режимы ионизации:

- телята до месячного возраста – 200...300 тыс. аэроионов в 1 см^3 воздуха с ежедневной ионизацией 6...8 ч; глубокостельные коровы – 200 тыс./ см^3 в течение 15-20 суток по 6-8 ч/сут.; быки-производители – 250 тыс./ см^3 ежедневно в течение 2 мес по 8-10 ч, перерывы на 20-30 суток;

- поросята-сосуны – 300-400, поросята-отъемыши – 350-450; взрослые свиньи – 400-500 тыс./ см^3 (сеансы проводят 2 раза в сутки по 30 мин в течение 3-4 недель и повторяют через месяц);

- цыплята 3-60-суточного возраста – 25, бройлеры и куры-несушки – 60-70, и 100-250 тыс/см³ соответственно 1 раз в сутки по 1-3 ч с перерывом на 1 ч; через каждые 5 суток ионизации необходима пятисуточная пауза.

Для больших животноводческих помещений и предприятий сельскохозяйственного профиля предназначена модификация ионизатора воздуха «Аэроион-Про», в котором используется электроэфлювиальный способ генерации аэроионов. Один такой прибор может аэроионизировать помещение площадью до 1 000 м². Блок генератора ионизатора воздуха подвешивают к стене помещения и контактным проводом соединяют с излучателем (ионизирующим электродом), который представляет собой тонкую проволоку, натянутую по периметру помещения и подвешенную к потолку на некотором расстоянии на растяжках. Ионизатор воздуха «Аэроион-Про» имеет встроенный таймер и позволяет регулировать время сеанса от 0,5 до 10 ч.

Приборы для измерения концентрации аэроионов. Концентрацию легких и тяжелых ионов отрицательной и положительной заряженности в воздухе помещений для животных определяют универсальным счетчиком ИТ-6914. Счетчик имеет широкий диапазон предельных подвижностей, что позволяет применять его для изучения спектрального распределения аэроионов. Технические данные изложены в инструкции, приложенной к счетчику.

Эксплуатируют прибор при температуре воздуха в пределах 10...30 °С и относительной влажности до 99%. Содержание аэроионов определяют в зоне дыхания животных. Для получения точных данных об ионном составе воздуха желательно проводить до трех измерений каждого знака заряда легких и тяжелых ионов.

Концентрацию аэроионов в помещениях для животных можно также определять счетчиками СИ-1, САИТГУ-66, «МАС-01» и др.

Счетчик аэроионов малогабаритный «МАС-01» (рис. 42) предназначен для экспресс-измерения концентрации легких положительных и отрицательных аэроионов с целью контроля уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений. Прибор имеет в своем составе аспирацион-

ную камеру, через которую прокачивается исследуемый воздух, и блок регистрации и обработки результатов измерений, выполненный на современной элементной базе. Управление режимами измерений осуществляется посредством пленочной клавиатуры, расположенной на лицевой панели счетчика.



Рис. 42. Счетчик аэроионов «MAC-01»

Обработку результатов измерений и их вывод на матричный жидкокристаллический индикатор в удобном виде осуществляет встроенный микропроцессор. Счетчик имеет автономное питание. Возможно оснащение прибора дополнительными режимами измерений (оценка электропроводности воздуха, измерение концентрации легких аэроионов в заданном интервале электрических подвижностей) контроля допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений согласно СН 2152-80; контроля воздуха на рабочих местах, в том числе оборудованных видеодисплейными терминалами и персональными компьютерами согласно СанПиН 2.2.2.542-96.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое аэроионизация?
2. Какими приборами определяют концентрацию аэроионов?
3. При помощи прибора «MAC-01» измерить концентрацию легких положительных и отрицательных аэроионов в лаборатории кафедры, коридоре и вне помещения.

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПЫЛИ В ВОЗДУХЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Для оценки воздуха важное значение имеет определение количества содержащейся в нем пыли. Большая запыленность помещения способна оказать крайне неблагоприятное влияние на организм животного. Пыль может действовать чисто механически, раздражая слизистые оболочки верхних дыхательных путей, глаз, вызывая пылевые катары и хронические конъюнктивиты. Вместе с пылью в дыхательные пути могут проникать патогенные микроорганизмы (пылевая инфекция), а также плесневые грибы. Пыль, попадающая в организм, может усугублять тяжесть течения пневмоний, бронхитов и других болезней.

При гигиенической характеристике загрязнения воздуха помещения учитывают количество содержащейся в нем пыли и ее химико-физические свойства: размеры пылинок, плотность, морфологическое строение, химический и минеральный состав и электрическое состояние. Количество пыли в воздухе помещения определяют весовым (гравиметрическим) и счетным (коиниметрическим) методами.

Весовой метод наиболее часто употребляется в зоогигиенических исследованиях и основан на взвешивании пыли, выделенной из воздуха аспирационным способом. Этот метод заключается в том, что определенный объем воздуха просасывают через пористые вещества (вата, асбест, порошкообразные вещества, фильтры). Удобны для этой цели бумажные фильтры АФА-В-18, АФА-В-20 и АФА-ВП (рис. 43). Фильтрующий материал взвешивают до просасывания воздуха и после с точностью до 0,001 мг.

Счетный метод основан на оседании пылинок на липкой поверхности и подсчете их в приборе В.Ф. Матусевича. Пылесчетчик В.Ф. Матусевича состоит из прямоугольной деревянной коробки размером 5х5х10 см. На дне прибора находится гнездо для стеклянной пластинки, которая прижимается пружинкой.

жинами. Сверху пылесчетчик закрыт крышкой в виде скользящей пластины. Порядок работы следующий:

1. За несколько дней до исследования между двумя стеклянными пластинами раздавливают каплю глицерина, очищенного от пыли. Пластинки заворачивают в бумагу.

2. При взятии пробы на требуемой высоте отодвигают крышку пылесчетчика и вынимают стеклянную пластинку, закрывающую его нижнее отверстие. Открытый прибор в горизонтальном положении вносят в воздух, затем закрывают крышкой и стеклянными пластинками. Пластинку, обращенную смазанной стороной в сторону канала, оставляют, а другую убирают. Оставшуюся пластинку прижимают пружинами.

3. Прибор поворачивают гнездом вниз в вертикальное положение на 10 мин, затем – вверх, и слегка приподнимают стеклянную пластинку, под которую подводят чистую стеклянную пластинку. Обе пластины вынимают и заворачивают в бумагу.

4. Количество пылинок на 1 см^2 подсчитывают через микроскоп малого увеличения с окулярной микроскопической сеткой. Если на площади всей сетки находится одна пылинка, то на 1 см^2 – 156,2. Для определения количества пылинок в 1 см^3 воздуха число пылинок, осевших на 1 см^2 , делят на 10, в 1 м^3 – умножают на 100, а в 1 м^3 – на 1 000 000.

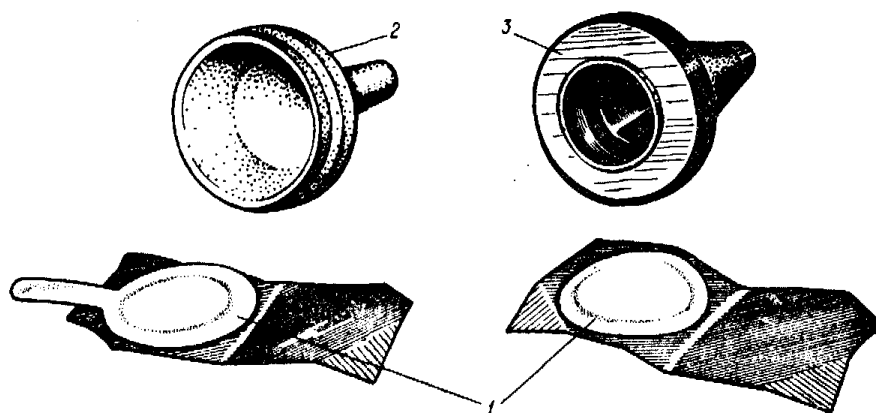


Рис. 43. Патроны для отбора пыли на фильтры из ткани ФПП:
1 – фильтры в пакете из кальки; 2 – пластмассовый патрон с фильтром; 3 – металлический патрон

Оптические и фотометрические методы определения пыли. Наиболее точный прибор для определения количества пыли в воздухе – поточный ультрамикроскоп ВДК-4, который позволяет установить не только количество пыли в определенном объеме воздуха, но и дисперсность аэрозоля. Действие этого прибора основано на регистрации числа коротких вспышек, возникающих в момент просасывания аэрозоля через ярко освещенную кювету.

Используется также прибор ИКП-1 (измеритель концентрации пыли). Он служит для определения в воздухе массы механических примесей в пределах от 0,1 до 500 мг/м³. Прибор переносной с малыми габаритами, универсальным питанием.

Счетчик-измеритель концентрации пыли Fluke 985 (рис. 44) – прибор для специалистов по санитарному контролю и контролю состояния воздушной среды в производственных помещениях. Он обеспечивает длительное функционирование всего от одного комплекта элементов питания, позволяет увидеть отображение графиков концентрации частиц на экране прибора и содержит вместительную область для хранения показаний. Благодаря свойству многоканальности и широкому диапазону измерения размера частиц счетчик-измеритель концентрации твердых частиц может быть использован практически для любой работы. Прибор можно использовать для немедленного реагирования специалистами санитарно-эпидемиологических служб, или быстро и эффективно сделать текущие замеры в производственных помещениях, требующих специальных условий по качеству воздуха.



Рис. 44. Счетчик-измеритель концентрации пыли Fluke 985

С помощью счетчика-измерителя концентрации пыли Fluke 985 возможно:

- измерять показатели эффективности работы воздушных фильтров и систем очистки воздуха на предприятиях;
- осуществлять наблюдение и контроль за промышленными помещениями с особо чистой атмосферой;
- оценить уровень качества воздуха в помещении и конфиденциально работать со специалистами по этому вопросу;
- определять источники частиц для ремедиации;
- вести профилактические наблюдения за параметрами воздуха в закрытых помещениях.

Прибор имеет удобные возможности экспорта данных при помощи USB-кабеля и флэш-накопителя в устройства просмотра и анализа данных, в том числе и в полевых условиях.

Измеритель пыли типа ИДИП-01 (рис. 45) предназначен для оперативного контроля содержания пыли в воздухе. Принципы действия прибора основаны на измерении ослабления или рассеяния инфракрасного излучения в анализируемой запыленной среде. Пылемеры состоят из измерительного зонда и блока индикации. Питание измерителя автономное, от аккумулятора, с подзарядкой от сети.



Рис. 45. Измеритель пыли ИДИП-01

Степень запыленности помещений определяют 2 раза в месяц, в коровниках и телятниках на уровнях 0,6 и 1,5 м от пола, в свинарниках – 0,3 и 1,5 м.

Пробы воздуха следует брать в период отдыха и активного состояния животных (в период кормления). Максимально допустимый уровень пыли для животноводческих помещений приведен в прил. 10.

Контрольные вопросы и задания

1. Методы определения запыленности животноводческих помещений, их суть.
2. Приборы для определения запыленности.
3. Определить содержание пыли в помещении лаборатории весовым методом, используя для прокачивания и взвешивания воздуха бумажные фильтры.
4. Определить содержание пыли в помещении лаборатории счетным методом, используя прибор В.Ф. Матусевича и световой микроскоп малого увеличения с окулярной микроскопической сеткой.
5. Определить содержание пыли в лаборатории, коридоре и других помещениях оптическим методом.

10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА

Природные радионуклиды в атмосфере. Радиоактивность атмосферы обусловлена наличием в ней газообразных радиоактивных нуклидов – радона (^{222}Rn), торона (^{220}Tn), радиоуглерода (^{14}C), трития (^3H) и аэрозолей ^{40}K , ^{238}U , ^{226}Ra и др. Радон и торон поступают из земных пород (при распаде ядер ^{238}U , ^{235}U , и ^{232}Th), а радиоуглерод и тритий образуются в атмосфере из атомов азота и водорода в результате воздействия на их ядра нейтронов вторичного космического излучения. Суммарная радиоактивность этих нуклидов в атмосферном воздухе колеблется в широких пределах – от $7,4 \times 10^{-11}$ до 163 Бк/л и зависит от места, времени года, погодных условий и состояния магнитного поля Земли.

На все живые организмы оказывают воздействие как внешние источники природного радиационного фона: космическое излучение и излучение естественных радионуклидов, рассеянных в почве, воде, воздухе, в минеральных строительных материалах, так и природные радиоактивные изотопы ^{40}K , ^{14}C , ^3H , содержащиеся в самом организме и поступающие в него с пищей, водой и воздухом.

Эти внешние и внутренние источники, действуя непрерывно, сообщают организму определенную поглощенную дозу, которая считается безопасной. Для человека среднегодовая доза составляет около 1,2 мГр на гонады и 1,3 мГр на скелет.

Техногенные источники ионизирующего излучения являются дополнительным источником облучения биологического объекта, это техногенные или антропогенные радионуклиды. Они образуются в результате деятельности человека при мирном использовании атомной энергии, производстве, испытаниях и применении ядерного оружия, при радиационных и ядерных авариях, запланированных выбросах в атмосферу, например, при разрушении радио-

изотопных источников тока для космических аппаратов, сгорающих при входе в плотные слои атмосферы.

Считают, что примерно 40% ^{90}Sr и ^{137}Cs , то есть $14,8 \times 10^{16}$ и $25,9 \times 10^{16}$ Бк соответственно, выпало в районе испытаний в виде местных осадков и столько же в виде глобальных. Остальные 20% ^{90}Sr и ^{137}Cs ($7,4 \times 10^{16}$ и $14,8 \times 10^{16}$ Бк) остались в стратосферном резервуаре, из них наибольшая часть – в Северном полушарии.

Радиоактивные продукты деления могут находиться в тропосфере около 2-3 месяцев, в стратосфере – 3-9 лет. Вследствие этого при воздушных взрывах на поверхность Земли в основном выпадают только долгоживущие радиоактивные продукты, так как короткоживущие изотопы распадаются, находясь в стратосфере. По данным исследователей, ежегодно из имеющихся в стратосфере радиоактивных продуктов деления осаждается до 10% ^{90}Sr и ^{137}Cs .

Скорость выпадения радиоактивных осадков зависит от времени года и от широты местности. В пределах небольших районов скорость выпадения может колебаться также в зависимости от выпадения дождя или снега в течение года.

При использовании атомной энергии в мирных целях получают и используют искусственные радионуклиды, активность которых в миллионы раз превосходит интенсивность излучения естественных источников. Поэтому в настоящее время все больший вклад в загрязнение окружающей среды вносят радиоактивные отходы промышленных предприятий и установок (исследовательских реакторов и реакторов атомных электростанций, предприятий по переработке ядерного топлива), лабораторий и научно-исследовательских институтов, работающих с радиоактивными веществами высокой активности.

В результате систематического и длительного попадания техногенных радионуклидов в биосферу они прочно включились в круговорот веществ в биосфере. Соответственно, постоянно находясь в биосфере, техногенные радионуклиды совместно с природными источниками радиации постоянно ока-

зывают действие на биологические объекты. Совокупное действие техногенных и природных радионуклидов на территории земного шара различно. Доза, обусловленная природными источниками ионизирующего излучения, действующая на живой организм, находящийся в естественных условиях, не приводит к изменениям в системах организма. Антропогенное увеличение дозовой нагрузки на биосферу системой гомеостаза биологического объекта воспринимается как стресс. Стрессовое состояние вызывает изменения в кровеносной, лимфатической системе и системе обмена веществ, что ведет к нарушению функций организма. Из техногенных радионуклидов, представляющих опасность для организма, активно изучаются цезий-137 (^{137}Cs) и стронций-90 (^{90}Sr), так как именно эти радионуклиды образуются в преобладающем большинстве при распаде ядра ^{238}U . Эти радионуклиды являются долгоживущими радиоизотопами, период полураспада у них 28-30 лет. Поэтому именно по концентрации этих радионуклидов ведется мониторинг за техногенным загрязнением объектов биосферы.

Приборы для определения уровня радиоактивного загрязнения воздуха. Дозиметр ДБГ-06Т (рис. 46) предназначен для оперативного группового контроля мощности эквивалентной дозы окружающей среды и мощности экспозиционной дозы работниками служб радиационной безопасности, дефектоскопических лабораторий, санитарно-эпидемиологических станций, в структурах МЧС, МО и Государственной таможенной службы, для контроля эффективности биологической защиты, радиационных упаковок и радиационных отходов, а также населением для самостоятельной оценки радиационной обстановки.



Рис. 46. Дозиметр ДБГ-06Т

Корпуса приборов металлические, покрытие устойчиво к моющим средствам. На лицевой панели расположены два переключателя: «Режим работы» и «Диапазон измерения», кнопка «Сброс» и кнопка подсветки цифрового табло.

Дозиметр обеспечивает измерение мощности экспозиционной дозы в двух режимах работы:

- поиск (время измерения не более 5 с);
- измерение (время измерения не более 25 с).

Дозиметр работает от автономного источника питания (гальванический элемент типа «Корунд»). Возможно использование батареи аккумуляторов 7Д-0,115-У161. Измерение уровней мощности эквивалентной и экспозиционной дозы осуществляется двумя отдельными группами газоразрядных счетчиков с различными корректирующими фильтрами. Каждая группа включает два газоразрядных счетчика СБМ-20. Индикация показаний осуществляется на цифровом табло жидкокристаллического индикатора.

Время установления рабочего режима – не более 4 с. Время непрерывной работы от одного элемента – 24 ч.

Дозиметр гамма-излучения ДКГ 03-Д Грач (рис. 47) предназначен для измерения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения и эквивалентной дозы гамма-излучения (дозы оператора).

Особенности прибора: одновременное измерение мощности дозы и дозы; независимый перезапуск измерения мощности дозы и дозы; замер мощности дозы не ограничен по длительности; быстрая автоматическая реакция прибора на изменение мощности дозы; индикация статистической погрешности в процессе измерения и единицы измерения; подсветка табло; 200 ч работы без смены батарей; карманный размер (111×28×73 мм); масса 0,2 кг, включая элементы питания; высокая чувствительность – 20 000 имп/мкЗв.



Рис. 47. Дозиметр гамма-излучения ДКГ 03-Д Грач

Дозиметр бытовой Радэкс РД-1503 (рис. 48) предназначен для оценки мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения населением в бытовых условиях (продукты питания, стройматериалы, почва и т.д.), а также может быть использован персоналом, работающим с источниками ионизирующих излучений. Кроме того, он позволяет обнаруживать загрязненность объектов бета-активными радионуклидами. Подсчитывает количество гамма и бета-частиц с помощью счетчика Гейгера-Мюллера в течение 40 с и индицирует показания в мкЗв/ч или мкР/ч на жидкокристаллическом дисплее. Регистрация каждой частицы сопровождается звуковым сигналом, что позволяет реализовать режим «Поиск».



Рис. 48. Дозиметр бытовой Радэкс РД-1503

Контрольные вопросы и задания

1. Какие радионуклиды относят к естественным?
2. Что такое техногенные радионуклиды?
3. Какими приборами пользуются для оценки радиационной обстановки?

4. При помощи дозиметра ДБГ-06Т измерить уровень радиоактивного загрязнения в лаборатории кафедры, коридоре, подвале и вне помещения.

11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГАЗОВОГО СОСТАВА ВОЗДУХА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

11.1 Вредные ядовитые газы и их влияние на организм животных

Концентрацию вредно действующих газов в воздухе выражают в миллиграммах на литр (мг/л) или в миллиграммах на кубический метр (мг/м³). Встречаются и другие обозначения концентрации газов: в объемных процентах (об. %), т.е. число объемов в 100 объемах воздуха (например, 1 мл в 100 мл), в промиллях (‰), т.е. число объемов в 1000 объемах воздуха (например, 1 мл в 1 л). Эти единицы находятся между собой в следующем соотношении: 1 об. % = 10 ‰.

В воздухе помещений для животных и птицы могут скапливаться диоксид углерода, аммиак, сероводород, а также оксид углерода. Условия образования этих газов в помещениях и влияние их на организм животных и птицы целесообразно рассмотреть для каждого газа в отдельности.

Диоксид углерода (СО₂). Содержится в атмосферном воздухе в незначительном количестве – 0,03-0,04% (объемных). В воздухе помещений при скученном содержании животных, неудовлетворительной работе вентиляционной и канализационной систем, несистематической уборке навоза концентрация диоксида углерода может возрастать в 20-30 раз, т. е. достигать 0,6-1,0%. Как правило, концентрация диоксида углерода в животноводческих и птицеводческих помещениях, несмотря на высокую плотность, имеет тенденцию возрастать от пола к потолку. Это объясняется влиянием подъемных конвекционных течений нагретого воздуха. Однако в крупных свинарниках-откормочниках и других животноводческих помещениях промышленного типа при недостаточном воздухообмене более высокое содержание диоксида углерода наблюдается в зоне нахождения животных. Это связано с температурой воздуха, уровнем вентиляционного обмена и расположением вентиляционных устройств. В помещениях для животных диоксид углерода практически не со-

держится в концентрациях, вызывающих острое токсическое действие на организм, тем не менее длительное воздействие его в концентрации выше 1% может вызвать хроническое отравление животных, в результате чего снижаются их устойчивость к болезням и продуктивность.

Следует учитывать, что диоксид углерода даже в незначительных концентрациях имеет важное физиологическое значение, так как является раздражителем дыхательного центра. Повышение содержания его в крови млекопитающих вызывает возбуждение дыхательного центра, в результате чего увеличивается легочная вентиляция, что, в свою очередь, способствует нормализации концентрации диоксида углерода в альвеолярном воздухе, а следовательно, и в крови. При повышенном содержании диоксида углерода в крови птицы происходит угнетение дыхательного центра, что может привести к замедлению акта дыхания, вплоть до его прекращения. Вот почему при большом поголовье птицы в помещениях воздухообмен должен быть интенсивным.

Содержание диоксида углерода в воздухе помещений имеет и косвенное гигиеническое значение, так как параллельно с его накоплением повышаются температура и влажность воздуха, увеличивается содержания в нем продуктов жизнедеятельности животных и птицы, изменяется ионный состав. Следовательно, по содержанию диоксида углерода можно судить о качестве воздуха животноводческих и птицеводческих помещений в целом, т.е. об их санитарном состоянии.

Аммиак (NH_3). Газ очень ядовит. Продолжительное вдыхание нетоксичных доз аммиака ($1-1,5 \text{ мг/м}^3$) ослабляет сопротивляемость организма к действию вредных факторов, подготавливая почву для возникновения различных болезней. Аммиак оказывает отрицательное влияние и на людей, обслуживающих животных и птицу. Поступая через легкие в кровь, он превращает гемоглобин эритроцитов в щелочной гематин, вследствие чего содержание гемоглобина и число эритроцитов снижаются и возникает анемия, а также повышается свертываемость крови. Кроме того, всосавшийся в кровь аммиак вызывает возбуждение центральной нервной системы, проявляющееся в виде су-

дорог во всем теле, коматозного состояния, повышения кровяного давления и в параличе дыхательного центра, вследствие чего может наступать гибель животных. Вред для здоровья животных от аммиака значительно больше, чем от диоксида углерода, поэтому его следует считать прямым показателем чистоты воздуха помещения.

В воздухе животноводческих и птицеводческих помещений аммиак может содержаться в довольно высокой концентрации и вызывать токсическое действие на организм животных и птицы. Он образуется в результате разложения органических веществ, содержащих азот (моча, кал). Аммиак может накапливаться в больших концентрациях в грязных, плохо вентилируемых помещениях. Наиболее высокая концентрация газа наблюдается обычно около пола и, в первую очередь, в зоне расположения каналов для сбора навоза и лотков для стока навозной жижи. При низкой температуре воздуха и высокой его влажности аммиак скапливается у пола, частично поглощается подстилкой и влагой стен, пола и оборудования. При высокой температуре воздуха и пониженном атмосферном давлении аммиак выделяется в воздух.

Сероводород (H_2S). Крайне ядовитый газ со специфическим запахом. Отравление сероводородом возникает вследствие всасывания через слизистые оболочки дыхательных путей. Механизм действия на организм животных заключается в том, что газ, соприкасаясь с влажными поверхностями дыхательных путей, соединяется с тканевыми щелочами, образуя сульфид натрия (Na_2S) или калия (K_2S). Сульфид натрия, всосавшись в кровь, присоединяет гидроксильную группу ($-OH$). При этом выделяется сероводород, который действует на нервную систему и вызывает общее отравление организма. Смерть животного наступает в результате паралича сосудодвигательного и дыхательного центров. Сероводород связывает железо, входящее в соединение с гемоглобином, переводя его в сернистое железо. Лишенный железа гемоглобин не поглощает кислород, из-за чего наступает кислородное голодание тканей и тормозятся окислительные процессы. Токсичность сероводорода усили-

валяется в присутствии других клоачных газов и во влажном воздухе, так как влага способствует фиксации его на слизистых оболочках дыхательных путей.

В животноводческих помещениях сероводород образуется при гниении серосодержащих белковых веществ, а также поступает из кишечных выделений животных, особенно при кормлении богатым белком кормом, или расстройстве пищеварения. Кроме того, в воздух помещений газ может поступать из жижеборников при отсутствии в системе канализации гидравлических затворов, навозных траншей под щелевым полом и т.п.

Скапливается сероводород у пола. Накопление его в воздухе животноводческих помещений в концентрациях, близких к предельно допустимым, наблюдается редко. Тем не менее при отсутствии вентиляции, несвоевременной, не тщательной уборке навоза и скученном содержании животных количество сероводорода может достигать предельно допустимой концентрации. При высоких концентрациях газа возникают воспаление и отек легких. При содержании сероводорода в воздухе свыше $1\ 000\ \text{мг/м}^3$ наступает смерть от паралича дыхания. Сероводород в концентрации свыше $15\ \text{мг/м}^3$ воздуха представляет опасность для здоровья людей, работающих на животноводческой ферме.

Оксид углерода (СО). В животноводческих помещениях источником загрязнения воздуха оксидом углерода являются газовые горелки, выхлопные газы тракторов при мобильной раздаче кормов и при уборке навоза (в выхлопных газах машин в зависимости от вида топлива, системы и режима работы двигателя внутреннего сгорания от 1 до 14% оксида углерода).

Газ ядовит для людей и животных. Механизм действия оксида углерода на организм животных заключается в том, что, вытесняя кислород гемоглобина, оксид углерода образует карбоксигемоглобин (H_bCO). В результате этого снижаются окислительные процессы, и в организме накапливаются недоокисленные продукты обмена.

Отравление клинически характеризуется нервными расстройствами, учащенным дыханием, рвотой, коматозным состоянием. Из организма оксид углерода выделяется с выдыхаемым воздухом в неизменном виде. Поэтому

при отравлении животных оксидом углерода их следует немедленно вывести на свежий воздух.

Оксид углерода легче воздуха, поэтому он быстро перемещается в верхние слои воздушной среды помещения. Однако в зоне нахождения животных и работы обслуживающего персонала могут создаваться сравнительно высокие концентрации газа. Вдыхание оксида углерода в концентрации 0,4% через 5-10 мин вызывает смерть животных.

Максимально допустимые концентрации вредных газов в помещениях для животных и птицы представлены в прил. 11.

11.2 Методы определения вредных ядовитых газов

Методы качественного и количественного определения вредных газов. Методы качественного определения вредных газов просты, но крайне субъективны. Поэтому при их применении не всегда можно получить достаточно полное представление о газовом состоянии воздуха помещения.

Качественное определение аммиака. Наличие аммиака в воздухе помещений можно определять следующими методами: органолептическим, при помощи индикаторной бумаги и на основе взаимодействия соляной кислоты с аммиаком.

Органолептический. По запаху аммиак ощущается в воздухе при концентрации его примерно 1,5-2,0 мг/м³.

При помощи индикаторной бумаги. Розовую лакмусовую бумажку смачивают дистиллированной водой и держат в помещении. При наличии аммиака бумажка будет слегка синеть.

Качественное определение сероводорода. Наличие сероводорода в воздухе помещений можно определять органолептическим методом и при помощи индикаторной бумаги.

Органолептический. Сероводород по запаху напоминает запах испорченных яиц и ощущается при концентрации 0,0012-0,03 мг/м³ воздуха.

При помощи индикаторной бумаги. При определении сероводорода с помощью индикаторной бумаги пользуются одним из следующих способов:

1. Полоски фильтровальной бумаги пропитывают 5-10%-м раствором нитропруссиды натрия. Окраска бумаги при наличии сероводорода в воздухе станет красно-фиолетовой.

2. Полоски фильтровальной бумаги пропитывают щелочным раствором уксуснокислого свинца (к 4%-му раствору уксусно-кислого свинца прибавляют 30%-й раствор щелочи до растворения выпавшего гидрата оксида свинца) и смачивают водой. При малых концентрациях сероводорода в воздухе фильтровальная бумага приобретает светло-коричневый цвет, а при больших – бурый-черный с металлическим блеском.

Количественное определение вредных газов в воздухе помещений. Для определения вредных газов в воздухе помещений рекомендуется линейно-колористический метод.

Общая характеристика метода. Линейно-колористический метод определения в воздухе помещений вредных газов основан на получении окрашенного столбика индикаторного порошка, заключенного в стеклянную трубку, длина которого пропорциональна концентрации исследуемого газа в воздухе. Этот метод осуществляется при помощи портативного универсального газоанализатора типа УГ-2 (рис. 49) или аспиратора сильфонного АМ-5М (рис. 50), принцип работы которого основан на просасывании воздуха, содержащего вредные газы, через стеклянную трубку, заполненную индикаторным порошком. Универсальный газоанализатор предназначен для определения в воздухе помещений вредных газов (паров): диоксида углерода, аммиака, сероводорода, окиси углерода, хлора и др.

Газоанализатор обеспечивает определение концентрации газов в воздухе при следующих условиях: содержание пыли не более 40 мг/м^3 , давление 740-780 мм рт. ст., относительная влажность не более 90%, температура 10...30 °С.

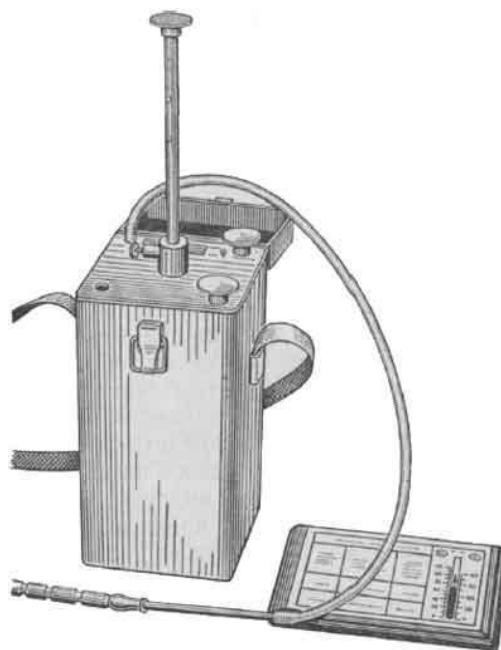


Рис. 49. Универсальный газоанализатор типа УГ-2:
1 – калиброванный шток; 2 – резиновая трубка; 3 – корпус;
4 – фиксатор (стопорное устройство); 5 – индикаторная трубка

Основной частью воздухозаборного устройства является резиновый сильфон (баллон) с расположенной внутри коробки сжатой пружиной, которая удерживает его в растянутом состоянии. Просасывание исследуемого воздуха через индикаторную трубку проводится после предварительного сжатия сильфона калиброванным штоком. На гранях (под головкой штока) обозначены объемы просасываемого воздуха. На цилиндрической поверхности штока имеются четыре продольные канавки. Расстояние между углублениями на канавках рассчитано таким образом, чтобы при ходе штока от одного углубления до другого сильфон забирал порцию исследуемого воздуха, необходимую для анализа данного газа.



Рис. 50. Аспиратор сильфонный АМ-5М (ТУ 4215-00211145-2003)

Индикаторная трубка для определения концентрации анализируемого газа в воздухе представляет собой стеклянную трубку длиной 92 мм с внутренним диаметром 2,5-2,6 мм, заполненную соответствующим индикаторным порошком, который удерживается в трубке двумя ватными прокладками толщиной 0,5 мм и пыжами из медной эмалированной проволоки диаметром 0,27 мм. Для предохранения индикаторного порошка от постороннего воздействия открытые концы трубки герметизируют колпачками из парафина, которые перед анализом удаляют.

Наполнение индикаторных трубок порошком (рис. 51). В один из концов стеклянной трубки вставляют металлический стержень, относящийся к принадлежностям для приготовления трубок, а в противоположный – прослойку из гигроскопической ваты слоем 0,5 мм. Металлический пыж специальным штырьком прижимают к вате. Затем через воронку в трубку насыпают индикаторный порошок. Для уплотнения порошка трубку слегка постукивают по стенке, после чего сверху накладывают ватную прослойку и закрепляют пыжом. Готовить индикаторные трубки следует в сухом, хорошо вентилируемом помещении.

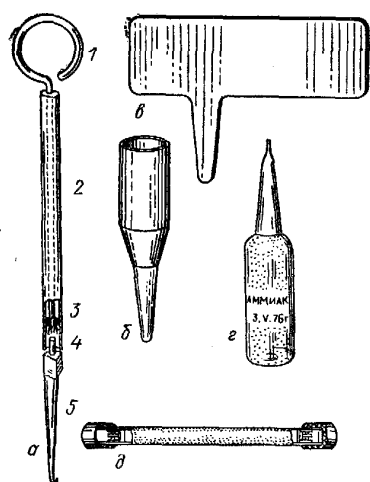


Рис. 51. Принадлежности для зарядки индикаторных трубок:
а – прибор для зарядки индикаторных трубок; б – стеклянная воронка; в – шаблон для изготовления пыжей; г – ампула с индикаторным порошком; д – снаряженная индикаторная трубка; 1 – стержень; 2 – стеклянная трубка; 3 – прослойка из гигроскопической ваты; 4 – пыж из медной эмалированной проволоки; 5 – штырек

Порядок проведения анализа. Шток вставляют в направляющую втулку воздухозаборного устройства. Давлением руки на шток сильфон сжимают до тех пор, пока стопор не совпадет с верхним углублением в канавке штока. Индикаторную трубку освобождают от парафиновых заглушек (колпачков) и

уплотняют порошок в трубке. Резиновую трубку воздухозаборного устройства соединяют с любым концом индикаторной трубки. Слегка надавив на шток, отводят стопор, после чего шток начинает двигаться вверх. В это время происходит просасывание исследуемого воздуха через индикаторную трубку. Когда стерженек стопора войдет в нижнее углубление канавки, будет слышен щелчок, и движение штока прекратится. После этого просасывание воздуха еще продолжается в течение 0,5-1 мин вследствие остаточного вакуума в сильфоне.

Расчет концентрации газа в воздухе. При просасывании через индикаторную трубку исследуемого воздуха, содержащего тот или иной вредный газ, цвет столбика индикаторного порошка со стороны входа воздуха приобретает другую окраску. Приложив к измерительной шкале, соответствующей газу, индикаторную трубку так, чтобы начало изменения окраски порошка совпало с нулевым делением шкалы, находят в верхней части окрашенного столбика порошка границу. Цифры шкалы, совпадающие с границей изменения окраски, указывают концентрацию газа (мг/м^3) в воздухе.

В настоящее время производители упрощают работу и предлагают исследователям уже готовые индикаторные трубки (рис. 52) для определения вредных веществ в воздухе, работая с которыми необходимо:

- обломать оба конца индикаторной трубки;
- вставить трубку в гнездо газоанализатора или аспиратора концом, на который указывает стрелка, изображенная на шкале;
- провести прокачивание анализируемого газа и определить концентрацию вредного вещества по шкале.

Термохимический, оптикоабсорбционный и электрохимический методы определения. Газоанализаторы АНК-АТ-7664Микро (рис. 53) предназначены для непрерывного автоматического измерения объёмной доли вредных ядовитых веществ и их дозврывоопасных концентраций в смесях в воздухе рабочей зоны, а также выдачи сигнализации о достижении содержания определяемых компонентов установленных пороговых значений.



Рис. 52. Индикаторные трубки

Газоанализаторы представляют собой носимые приборы непрерывного действия. Принцип их действия:

- *термохимический* по измерительному каналу дозрывоопасных концентраций метана, горючих газов и паров, их смесей;
- *оптико-абсорбционный* по измерительным каналам дозрывоопасных концентраций суммы предельных углеводородов, объемной доли диоксида углерода, пропана и метана;
- *электрохимический* по измерительным каналам объемной доли кислорода, массовой концентрации оксида углерода, сероводорода, диоксида азота, диоксида серы, хлора, хлороводорода и аммиака.



Рис. 53. Газоанализатор АНККАТ-7664Микро

При нажатии и удерживании кнопки «Пуск» прибор автоматически входит в режим измерения, или выходит из него и выключается.


Способ отбора пробы диффузионный или принудительный.

Газоанализаторы *АНКАТ-7664Микро* имеют сигнализацию наличия в воздушной среде вредных ядовитых газов и их паров и смесей, обеспечивая выполнение следующих функций:

- цифровая индикация содержания одновременно всех определяемых компонентов на индикаторе;
- выдача предупредительной и аварийной сигнализации при достижении содержания определяемого компонента порогов срабатывания «ПОРОГ 1» и «ПОРОГ 2» по каждому измерительному каналу;
- цифровая индикация установленных порогов по выбранному измерительному каналу;
- вывод на индикатор диаграммы содержания определяемого компонента за выбранный период времени по каждому измерительному каналу;
- подсчет средневзвешенного значения концентрации по каждому из определяемых компонентов;
- сохранение в энергонезависимой памяти 500 измеренных значений содержания определяемого компонента по каждому измерительному каналу;
- обмен данными с ПЭВМ по интерфейсу USB.


Газоанализаторы обеспечивают следующие виды сигнализации:

- ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНАЯ – прерывистая световая, красного цвета по каждому измерительному каналу и общая прерывистая звуковая сигнализация, свидетельствующая о достижении содержания определяемого компонента порога срабатывания «ПОРОГ 1»;
- АВАРИЙНАЯ – непрерывная световая, красного цвета по каждому измерительному каналу и общая непрерывная звуковая сигнализация, свидетельствующая о достижении содержания определяемого компонента порога срабатывания сигнализации «ПОРОГ 2»;

- РАЗРЯД АККУМУЛЯТОРА – отсутствие цветового заполнения значка «» пункта главного меню «БАТАРЕЯ» и выдача прерывистого звукового сигнала при разряде аккумулятора;

- ОТКАЗ ЧЭ – прерывистая звуковая и световая сигнализация по измерительным каналам Ех, SCH, СН4, СЗН8 и индикация символа «---» вместо измеренного значения содержания определяемого компонента канала, свидетельствующая об обрыве (перегорании) чувствительных элементов ТХД или выходе из строя ИКД. Показания по остальным измерительным каналам (если они есть) остаются без изменений;

- ОТКАЗ – прерывистая звуковая и световая сигнализация по измерительным каналам и индикация символа «---» вместо обозначения канала, обозначения единицы измерения и вместо измеренного значения содержания определяемого компонента канала, свидетельствующая о пропадании контакта ЭХД и измерительной схемы.

- ПЕРЕГРУЗКА – индикация символа «» красного цвета рядом с цифровым значением содержания определяемого компонента измерительного канала, по которому достигнуто значение верхнего предела диапазона показаний, с одновременным включением аварийной сигнализации. Сигнализация ПЕРЕГРУЗКА свидетельствует о достижении значением содержания определяемого компонента верхнего предела диапазона показаний.

Газоанализаторы соответствуют требованиям безопасности согласно ГОСТ Р 58698-2019 (МЭК 61140:2016), ГОСТ Р 52350.29.2-2010, ГОСТ 12.2.091-2012, ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011, ГОСТ Р 52350.1-2005, ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010, ГОСТ 14254-2015.

Для определения содержания вредных газов в воздухе помещений можно использовать и **лабораторные методы**. Например, для определения наличия диоксида углерода в воздухе животноводческих помещений применяют два метода – титрометрический и метод Прохорова.

Титрометрический метод основан на поглощении диоксида углерода раствором бария гидроксида с последующим оттитровыванием его избытка

раствором щавелевой кислоты. По изменению титра бария гидроксида вычисляют концентрацию диоксида углерода во взятом объеме исследуемого воздуха.

Метод Прохорова является простым и доступным в производственных условиях. Его принцип заключается в том, что водный раствор нашатырного спирта с фенолфталеином в присутствии диоксида углерода обесцвечивается.

Порядок и принцип определения содержания газов в воздухе помещений. Определение концентрации вредных газов в воздухе животноводческих и птицеводческих помещений проводится в таком же порядке и по такому же принципу, что и при измерении температуры и влажности воздуха. Оксид углерода, кроме того, определяют в зонах расположения газовых горелок и двигателей внутреннего сгорания.

Контрольные вопросы и задания

1. В каких единицах выражают концентрацию вредно действующих газов в воздухе?
2. Каково действие сероводорода на организм?
3. Источники угарного газа в животноводческих помещениях.
4. Методы определения диоксида углерода.
5. Какими приборами пользуются для определения концентрации вредно действующих газов в воздухе? Принцип их действия.
6. Провести качественное определение аммиака при помощи розовой лакмусовой бумаги в различных помещениях.
7. Провести качественное определение сероводорода при помощи индикаторной бумаги, которую приготовить самостоятельно, в различных помещениях.
8. Приготовить индикаторные трубочки для определения диоксида углерода, аммиака, сероводорода, угарного газа и провести измерение при помощи газоанализатора УГ-2, аспиратора сифонного АМ-2М в различных помещениях. Полученные данные сравнить с нормой и сделать заключение.

9. Провести качественное определение диоксида углерода, аммиака, сероводорода, угарного газа в различных помещениях при помощи газоанализатора АНКАТ-7664 Микро. Полученные данные сравнить с нормой и сделать заключение.

12. МИКРОФЛОРА ВОЗДУХА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Воздух – важнейшая и единственная естественная среда обитания сельскохозяйственных животных, поэтому одной из актуальных проблем является санитарно-гигиеническое состояние воздушной среды животноводческих помещений.

Микробиота воздуха закрытых помещений складывается из нескольких факторов. Это микроорганизмы, поступающие извне с атмосферным воздухом, микроорганизмы – нормальные обитатели верхних дыхательных путей животных, попадающие в воздух помещений при дыхании животных, и микроорганизмы, поступающие в воздух из подстилки и кормов при их раздаче, а также при уборке помещений. Если среди животных есть больные, то в воздухе могут находиться патогенные виды микроорганизмов, выделяемые животными при дыхании или кашле. Источником загрязнения воздуха патогенными микроорганизмами могут быть и бактерионосители – животные или обслуживающий персонал со скрытой формой какого-либо инфекционного заболевания. Среди микроорганизмов в воздухе животноводческих помещений должны преобладать нормальные обитатели носоглотки животных, т.к. в случае нахождения в воздухе патогенных или условно-патогенных микроорганизмов они могут стать причиной инфекционных заболеваний.

Степень микробной обсемененности воздуха зависит от ряда условий: состояния животных, плотности их содержания, наличия вентиляции и ее типа, характера ухода за животными, способа раздачи кормов, микроклимата и др.

Воздух как среда обитания для микроорганизмов менее благоприятен, чем почва, корма и вода, что обусловлено недостатком питательных веществ, необходимых для размножения микроорганизмов, а также бактерицидным действием солнечных лучей. Тем не менее, попадая в воздух, многие микроорганизмы могут сохраняться в нём более или менее длительное время. Несмот-

ря на то, что воздух не принято считать средой обитания микроорганизмов, в нем всегда, хотя и недолго, находятся неспоровые бактерии, споровые переживают какое-то время, а вирусы переносятся потоками воздуха, подобно спорам грибов, не только внутри помещения, но могут переноситься потоками наружного воздуха на значительные расстояния.

В воздухе преимущественно находятся споры аэробных палочек рода *Bacillus*, пигментированные (окрашенные) штаммы бактерий (роды *Sarcina*, *Staphylococcus* и др.), а также грибы (родов *Penicillium*, *Aspergillus* (*A.niger* и др.)), дрожжи *Rhodotorula*. Санитарное состояние воздуха определяется такими бактериальными компонентами, как *S. aureus* (золотистый стафилококк), *Str. viridans* и *Str. haemolyticus* (зеленящий и гемолитический стрептококки), *Sarcina lutea* и другие виды сарцин, *Candida albicans* и другие виды рода *Candida*, *Rhizopus nigricans*, а также присутствием многочисленных представителей почвенных микроорганизмов (*Bac.subtilis*, *Bac.megatherium*, *Bac. mesentericus*).

Жизнеспособность микроорганизмов в воздушном пространстве обеспечивается наличием взвешенных частиц воды, слизи и пыли (в 1 г содержится более 1 млн микроорганизмов), на поверхности которых адсорбируются микроорганизмы.

Микроорганизмы в воздухе находятся в состоянии аэрозоля. Выделяют три основные фазы бактериального аэрозоля.

Капельная, или крупноядерная фаза состоит из бактериальных клеток, окружённых водно-солевой оболочкой. Диаметр частиц около 0,1 мм и более. Частицы оседают довольно быстро: длительность пребывания в воздухе составляет несколько секунд, а скорость перемещения – в среднем 30 см/с.

Мелкоядерная фаза образуется при высыхании частиц первой фазы и состоит из бактериальных клеток, сохранивших только химически связанную воду на своей поверхности и свободную воду внутри клеток. В этой фазе частицы имеют наименьшие размеры, легко перемещаются потоками воздуха, длительное время находятся в нём во взвешенном состоянии. Это наиболее

устойчивая фаза, так как диаметр большинства частиц не превышает 0,05 мм, а скорость оседания частиц составляет в среднем 0,013 см/с. При этом скорость их передвижения превышает 30 см/с, поэтому они могут рассеиваться на большие расстояния. Эта фаза представляет наибольшую эпидемиологическую опасность, так как в её составе распространяется большинство возбудителей воздушно-капельных инфекций, особенно малоустойчивых к внешним воздействиям (например, возбудитель коклюша).

Фаза «бактериальной пыли». Из первых двух фаз бактерии могут переходить в состав более крупных частиц, оседающих в виде пыли на различных предметах, образуя так называемую «бактериальную пыль». Её важное свойство – способность легко диспергироваться под воздействием даже малых токов воздуха. Размер частиц варьирует от 0,01 до 1 мм. В зависимости от размера частиц и скорости воздушных течений скорость их перемещения находится в пределах 0,5-30 см/с. Вследствие длительного пребывания во взвешенном состоянии и способности частиц проникать в дистальные отделы лёгких мелкодисперсная «бактериальная» пыль также представляет эпидемиологическую опасность. Эта фаза бактериального аэрозоля, преобладающая в воздухе запылённых помещений, способствует рассеиванию патогенных микроорганизмов, устойчивых к высушиванию (микобактерии, клостридии, стафилококки, стрептококки, грибы).

Микрофлора атмосферного воздуха не бывает особенно обильной, так как в воздухе для микробов нет питательных веществ, а солнечные лучи высушивают бактериальные клетки, и они быстро погибают. Атмосферные осадки, с которыми микробы оседают на землю, также очищают воздух от микроорганизмов.

Воздух закрытых помещений имеет более богатую микрофлору, причем наибольшее количество микробов приходится на зимние месяцы, так как в это время помещения меньше проветриваются, и микробы не выносятся током воздуха наружу. В воздухе животноводческих помещений наряду с сапрофитными пигментообразующими бактериями, встречающимися в атмосферном

воздухе, много кокков, спор актиномицетов и плесневых грибов, которые могут быть причиной пневмомикозов и актиномикозов. Из патогенных микроорганизмов неоднократно находили столбнячную палочку, возбудителей газовой гангрены, рожи и т. д.

При повышении температуры воздуха в помещениях от 0 до 10 °С содержание микробов возрастает в 2-3 раза (прил. 12), а при отсутствии вентиляции число их в помещении резко возрастает и достигает сотни тысяч в 1 м³.

Через воздух передаются от одного животного к другому возбудители гриппа, ящура, туберкулеза, чумы, сапа, мыта и других опасных болезней, нередко вызывающих массовую гибель животных.

Микрофлора воздуха влияет не только на здоровье животных, но и на качество животноводческой продукции. При большой загрязненности воздуха микроорганизмы скапливаются на вымени (до 10⁵ на 1 см² кожи вымени) и могут стать причиной мастита у коров.

В воздухе животноводческих помещений микробы задерживаются в основном на частицах пыли или каплях влаги. Пыль образуется из частиц корма, растений, навоза, из волос, перьев и эпидермиса животных. Наиболее опасны мелкие частицы пыли размером 0,5-5,0 мкм, которые проникают вместе с находящимися на них микроорганизмами в альвеолы легких. Чем меньше запыленность воздуха, тем меньше в нем будет и микроорганизмов. Воздух считается чистым, если пыли в помещении не более 8 мг/м³.

Мелкие капли (аэрозоли) образуются в воздухе помещений при чихании, отфыркивании, кашле и могут выбрасываться на большие расстояния от животного (3-4 м), длительно оставаясь во взвешенном состоянии или оседая на различных предметах, кормах вместе с микроорганизмами. Капли попадают в дыхательные пути животного и несут вместе с собой микробы, в том числе патогенные.

Скученность животных, неправильная раздача кормов, появление заболевших животных, сухая уборка помещений, плохая вентиляция способствуют наибольшей загрязненности воздуха. Так, например, в плохо вентилируемых

помещениях число микробов в 5-6 раз выше, чем в хорошо вентилируемых. Особенно много микробов в воздухе в зимнее время, что увеличивает опасность распространения инфекционных болезней воздушно-капельным путем.

12.1 Методы определения микробной обсемененности воздуха

Санитарное состояние воздуха оценивается по *микробному числу* (количеству микробов, обнаруженных в 1 м³ воздуха) и по наличию *санитарно-показательных микробов* (гемолитические стрептококки и золотистый стафилококк).

Обнаружение микроорганизмов воздуха проводится с помощью питательных сред, на которых бактерии растут и размножаются в виде колоний, представляющих собой потомство одной микробной клетки, видимое невооруженным глазом. Питательные среды могут быть приготовлены в любой бактериологической лаборатории.

Определение микробного числа воздуха

Для работы используется питательная среда МПА (мясопептонный агар), разлитая в чашки Петри по 10 мл. Чашки засевают воздухом, выдерживают в термостате 5 суток при 35 °С, затем подсчитывают все выросшие колонии. Это число принимают за количество микробов, попавших первоначально на чашку. В зависимости от метода засева чашек воздухом (см. прил. 13) несколько отличается и методика подсчета результатов.

Посев методом Коха наиболее прост и сводится к тому, что чашку Петри открывают в помещении на 5 мин. За это время на поверхность чашки размером 100 см² оседает столько микробов, сколько находится их в 10 л воздуха. Площадь стандартной чашки Петри 78,5 см². Расчет производим по формуле 13:

$$X = \frac{100 \cdot a}{78,5} \quad (13),$$

где 100 – площадь поверхности, соответствующая объёму воздуха равного 10 литрам, см²;

a – количество колоний, обнаруженных в результате посева и инкубации, шт.;

78,5 – стандартная площадь чашки Петри, см².

Предположим, что на чашке обнаружено в результате посева 25 колоний (т.е. 25 бактерий). Необходимо подсчитать, сколько бы бактерий осело на чашку площадью 100 см². Составим пропорцию:

$$25 \text{ бак.} - 78,5 \text{ см}^2$$

$$X \text{ бак.} - 100 \text{ см}^2$$

$$\text{Таким образом, } X = \frac{100 \cdot 25}{78,5} = 31 \text{ шт}$$

Следовательно, 31 бактерия выросла бы на площади в 100 см², т. е. столько бактерий содержится в 10 л воздуха; 1 м³ воздуха равен 1 000 л, поэтому в нем будет содержаться 31·100=3100 бактерий. Полученное количество бактерий в 1 м³ воздуха сравнивают с нормами для каждого типа помещений. Опыт проводят в четырех повторах, с нормой сравнивают среднее количество бактерий.

Чашки Петри можно размещать в различных животноводческих помещениях на различных уровнях, учитывая среднее количество бактерий (см. прил. 13).

Кроме метода Коха, основанного на простом осаждении воздуха на поверхности питательной среды, можно для посева использовать различные приборы, дающие более точные данные.

Посев аппаратом Кротова (рис. 54) основан на использовании ударного действия воздушной среды на питательную среду в чашках Петри. Прибор

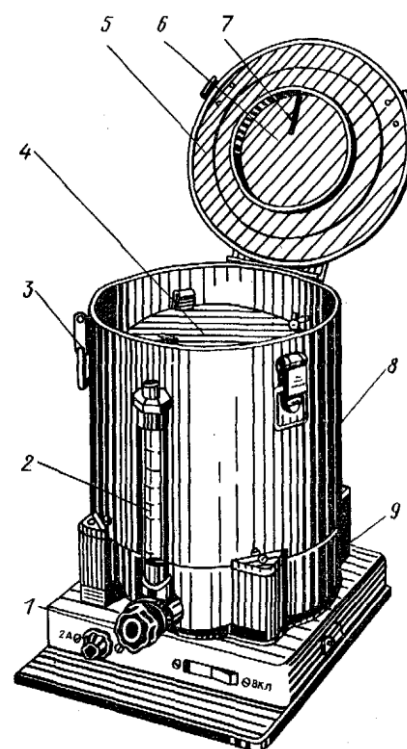


Рис. 54. Аппарат Кротова:
1 – вентиль ротаметра; 2 – ротаметр; 3 – накидные замки, 4 – вращающийся диск, 5 – крышка; 6 – диск; 7 – клиновидная щель; 8 – корпус; 9 – основание

состоит из трех частей: для отбора воздуха, микроманометра и электрической части. Сущность его действия заключается в том, что при работе электромотора вращается диск с поставленной на него чашкой Петри, центробежный вентилятор засасывает через клиновидную щель в крышке воздух, который ударяется о поверхность питательной среды, оставляя на ней микроорганизмы. За 1 мин прибор может засасывать от 25 до 50 л воздуха. В зависимости от предполагаемого содержания микроорганизмов в воздухе устанавливают ту или иную скорость его протекания. При обычных анализах пропускают 50 л воздуха за 2 мин, при большом загрязнении экспозицию сокращают до 1 мин, иначе на чашках будет слишком много колоний и учесть их будет трудно. Рассчитывают по формуле 14:

$$X = \frac{a \cdot 1000}{V} \quad (14),$$

где a – количество выросших на чашке колоний;

V – объем пропущенного через прибор воздуха, л;

1000 – искомый объем воздуха, л.

Посев с помощью бактериоуловителя Речменского, состоящего из стеклянного цилиндра с резервуаром, содержащим стерильную жидкость (физиологический раствор, бульон). При прохождении воздуха происходит образование аэрозоля и обсеменение жидкости, которая затем высевается на питательные среды с последующим подсчетом выросших колоний.

Посев с помощью приборов, содержащих мембранные фильтры (Петрянова, «Микрофил» и др.), установленные на пути воздушной струи. Фильтры после контакта с воздухом прижимают к поверхности питательных сред в чашках Петри; осевших на них микробов переносят в чашку, затем инкубируют в термостате и подсчитываются.

Посев с помощью пробоотборника бактериологического Тайфун Р-40 (аналог прибора Кротова) предназначен для определения общего бактериального обсеменения воздуха с последующим выделением различных патогенных и санитарно-показательных микроорганизмов.

Посев микроорганизмов из окружающего воздуха осуществляется через калиброванное отверстие в смотровом отсеке на чашку Петри с питательной средой, закрепленную на вращающемся столике прибора. Прокачка воздуха осуществляется с помощью встроенного в прибор роторного пневмонасоса, крепление на вращающемся столике универсальное, что позволяет использовать чашки Петри различных модификаций.

В приборе Тайфун Р-40 (рис. 55) обеспечена герметичность внутренней камеры и легкий доступ к исследуемой среде. Скорость вращения чашки плавно устанавливается при помощи регулятора скорости, расположенного на передней панели прибора.



Рис. 55. Тайфун Р-40 (аналог прибора Кротова)

Технические характеристики пробоотборника воздуха бактериологического Тайфун Р-40:

- объем прокачиваемого воздуха в единицу времени – от 20 до 40 л/мин;
- установка требуемого расхода по ротаметру;
- скорость вращения чашки Петри – от 45 до 120;
- диаметр чашек Петри, устанавливаемых в прибор, – от 100 до 120 мм;
- напряжение питания – 220 В, 50 Гц;
- габариты – 255×180×215 мм;
- масса прибора – не более 4 кг.

Определение санитарно-показательных микроорганизмов в воздухе

Показателями санитарного состояния воздуха считаются гемолитические стрептококки и золотистый стафилококк. Для их обнаружения в воздухе используются вместо МПА другие питательные среды, а принципы посева воздуха и подсчета микроорганизмов остаются те же, что и при определении микробного числа воздуха.

Гемолитические стрептококки, являющиеся транзитными обитателями носоглотки, зева животных, выделяются с капельками слизи орально-капельным путем. Сроки их выживания в воздухе и в окружающей среде практически не отличаются от сроков, характерных для большинства других возбудителей воздушно-капельных инфекций. Обнаружение гемолитических стрептококков в воздухе помещений указывает на возможное его загрязнение патогенными микроорганизмами (бактериями, вирусами), содержащимися в зеве, носоглотке, верхних отделах респираторного тракта животных и являющимися возбудителями воздушно-капельных инфекций. Для обнаружения гемолитических стрептококков используют питательную среду с содержанием крови. Ее засевают, инкубируют, затем анализируют результаты посева. По отношению к кровяному агару стрептококки делятся на три группы:

1) альфа-гемолитический стрептококк, вызывающий гемолиз (растворение) эритроцитов, проявляющийся в образовании светлой зоны вокруг колонии бактерий;

2) бета-гемолитический стрептококк, образующий вокруг колонии зеленую зону (зеленящий стрептококк);

3) гамма-стрептококк не гемолитический, не изменяющий кровь вокруг колонии.

Учитываются все колонии стрептококков, выросшие на чашке с кровяным агаром.

Золотистый стафилококк, являющийся вторым показателем санитарного состояния воздуха, встречается обычно на кожных покровах животных.

Золотистый стафилококк – факультативный обитатель носоглотки и зева. Его присутствие свидетельствует об орально-капельном загрязнении воздуха. Определяют стафилококк посевом воздуха на питательную среду – желточно-солевой агар одним из описанных выше способов. Учитывают посеvy после инкубации чашек по наличию колоний, вокруг которых произошло разрушение желтка (посветление среды) за счет фермента лецитиназы, вырабатываемого стафилококком. Подсчитывают количество таких колоний.

Одновременное обнаружение в воздухе животноводческих помещений гемолитических стрептококков и золотистого стафилококка свидетельствует о высокой степени его загрязненности.

12.2 Нормы содержания микроорганизмов в воздухе

Микрофлору воздуха в животноводческих помещениях характеризуют по общепринятым нормам, которые приведены в прил. 14.

Для создания нормального санитарного состояния воздуха необходимы соблюдение чистоты в животноводческих помещениях, своевременная влажная уборка, изоляция заболевших животных, дезинфекция.

Контрольные вопросы и задания

1. Виды микроорганизмов, которые могут обитать в воздухе животноводческих помещений.
2. Какими методами можно определить содержание микроорганизмов в воздухе?
3. Как называется прибор для автоматического отбора проб аэрозолей?
4. За счет чего происходит вращение столика с чашкой Петри внутри аппарата Кротова?
5. Как подсчитывают выросшие колонии микроорганизмов?
6. В каких единицах измеряют бактериальную обсемененность воздуха животноводческих помещений?

7. Выполнить бакпосев и определить бактериальную обсемененность воздуха одного из помещений.

13. ВЕНТИЛЯЦИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Воздухообмен в помещениях необходим для поддержания микроклимата, отвечающего физиологическим потребностям животных, предупреждения загрязнения воздуха. Приточный воздух должен равномерно распределяться в зоне размещения животных и птицы, не создавая сквозняков и мест застоя («воздушные мешки»), для чего приточные каналы следует располагать от вытяжных труб на расстоянии не менее 2,5-3,0 м. Вентиляционное оборудование должно создавать требуемый обмен воздуха в помещении независимо от внешних атмосферных условий и массы животных, находящихся в помещении. Вентиляционные системы, работающие как общеобменные, по принципу действия и конструктивным особенностям подразделяются на приточно-вытяжные с естественной тягой воздуха (гравитационные), с механическим побуждением и комбинированные (рис. 56).

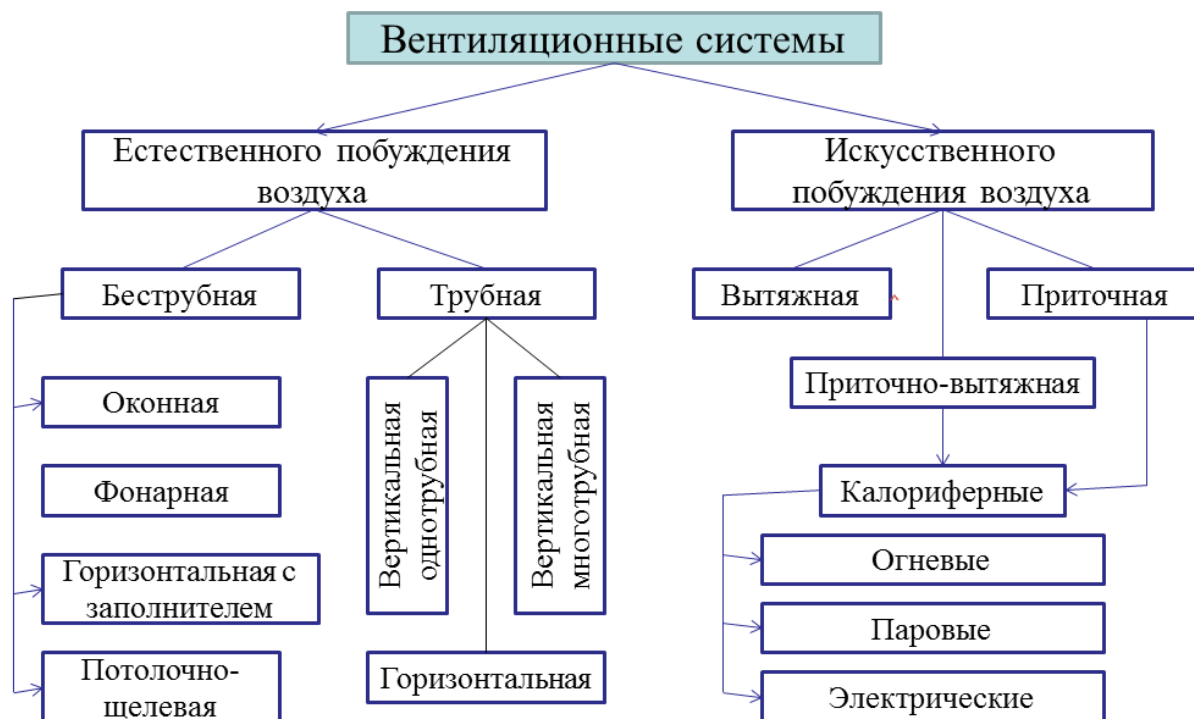


Рис. 56. Классификация вентиляционных систем (по Н.М. Комарову)

При естественной вентиляции воздух поступает в помещение и удаляется из него вследствие разности удельных масс наружного и внутреннего воздуха, а также под влиянием ветра. Следует учитывать, что эффективность

работы естественной приточно-вытяжной вентиляции во многом зависит от выбора соотношения площадей приточных каналов и вытяжных труб, их расположения в помещении, времени года. Такая система вентиляции применяется в большинстве помещений для крупного рогатого скота и овец или как резервная на комплексах.

Вентиляцию с механическим побуждением притока или притока и вытяжки воздуха оборудуют в животноводческих помещениях крупных ферм, промышленных комплексов, птицефабрик. В зависимости от требуемого направления основного потока воздуха в помещении системы вентиляции бывают *вертикальные и горизонтальные*. Наиболее распространена вертикальная подача воздуха по схеме «сверху – вниз», при этом воздух нагнетают центробежные вентиляторы, а удаляют осевые, расположенные в стенах нижней части здания.

Сущность *комбинированной* вентиляции в том, что в одном случае механизирован процесс удаления воздуха, а подача воздуха через приточные каналы происходит естественным путем, в другом случае – наоборот. Иными словами, комбинированная вентиляция состоит из естественной и механической.

Во многих районах страны в зимне-стойловый период из-за недостатка животного тепла приточный холодный воздух подогревают в калориферах или отапливают помещение. Для обогрева приточного воздуха применяют калориферы водяного (КБФ, КФС, КМБ), огневого (теплогенераторы ТГ-75, ТГ-150, ТГ-500 и др.) и электрического (ОКБ, СФОЦ на 5, 10, 15, 25, 40, 60, 100 кВт) действия. Промышленность выпускает серию вентиляционно-отопительных агрегатов типа ТВ, называемых тепловентиляторами, которые применяются на комплексах по производству говядины и свинины. Типоразмерный ряд их включает различные модификации, рассчитанные на подачу воздуха от 6 до 36 тыс. м³/ч. Кроме того, промышленность производит комплекты автоматизированного вентиляционно-отопительного оборудования системы «Климат» различных модификаций, приточно-вытяжные установки типа ПВУ, особенностью которых является совмещение притока и вытяжки воз-

духа в одном агрегате, что исключает необходимость устройства распределительных воздуховодов в помещениях. Объемный расход воздуха ПВУ на притоке от 4 000 до 9 000 м³/ч, а на вытяжке – от 3 400 до 8 000.

В целях экономии тепловой энергии в отечественной и зарубежной практике предложены различные системы вентиляции, которые производят теплообмен между выводным и поступающим воздухом. Принцип действия состоит в том, что в вытяжной воздуховод вмонтирован приточный трубопровод с меньшим диаметром. Теплый удаляемый воздух отдает тепло стенке трубопровода, а от нее нагревается приточный холодный воздух. Это теплообменная вентиляция.

Основным преимуществом принудительных систем вентиляции является возможность автоматического регулирования их работы (или с привлечением одного человека). Эффективность этих систем зависит от правильного подбора, установки и точного соблюдения режима эксплуатации вентиляторов, моторов, калориферов, воздуховодов, автоматических устройств измерения и другого оборудования, а не от разности температур и скорости ветра.

Для правильной эксплуатации приточно-вытяжной вентиляции требуется сравнительно точный оптимальный расчет объема естественного притока воздуха для каждого помещения с учетом вида и числа животных, их возраста и продуктивности, а также климатических условий.

За основу расчета объемов вентиляции животноводческих помещений принимают, в зависимости от климатической зоны, содержание в воздухе водяных паров, диоксида углерода и тепловыделений.

Объем воздухообмена, рассчитанный по содержанию диоксида углерода, в большинстве случаев оказывается недостаточным для удаления образующихся в помещении водяных паров. Поэтому расчеты лучше вести по влажности воздуха, так как при этом обмен воздуха почти всегда обеспечит и нормальное содержание диоксида углерода в воздухе помещения. Установлена примерная потребность в свежем воздухе на одно животное в час (прил. 15).

Для расчета искусственной вентиляции животноводческого помещения необходимы следующие данные: существующий или проектный объем помещения, количество животных в помещении, их живая масса, возраст, физиологическое состояние, продуктивность, нормативные показатели основных параметров микроклимата помещения, температура, относительная влажность или допустимая концентрация диоксида углерода в воздухе помещения, а также атмосферного.

При любом методе расчета объема вентиляции воздухообмен не должен быть ниже минимального требования. При расчетах определяют часовой объем вентиляции, кратность воздухообмена, суммарную площадь сечения вытяжных труб и приточных каналов и их количество.

13.1 Расчет объема вентиляции по диоксиду углерода

1. Часовой объем вентиляции рассчитывают по формуле 15:

$$L_{CO_2} = \frac{K}{C_1 - C_2} \quad (15),$$

где L – часовой объем вентиляции или количество воздуха, которое надлежит вывести из помещения за 1 ч, м³;

K – количество диоксида углерода, которое выделяют все животные за 1 ч (прил. 16) с учетом поправочного коэффициента на температуру воздуха (прил. 17, 18), л;

C_1 – допустимое количество диоксида углерода в 1 м³ воздуха помещения, л;

C_2 – количество диоксида углерода в 1 м³ атмосферного воздуха, л.

2. Частоту или кратность обмена воздуха в помещении определяют путем деления часового объема вентиляции (L) на внутренний объем помещения (V) рассчитывают по формуле 16:

$$Kp = \frac{L}{V} \quad (16)$$

3. Объем вентиляции на один центнер живой массы определяют делением часового объема вентиляции (L) на живую массу всех животных находящихся в помещении (m) рассчитывают по формуле 17:

$$V_m = \frac{L}{m} \quad (17)$$

4. Общую площадь сечения вытяжных каналов, которая в состоянии обеспечить расчетный объем вентиляции, определяют по формуле 18:

$$S_e = \frac{L}{vt} \quad (18),$$

где S_e – искомая площадь сечения вытяжных каналов, m^2 ;

L – часовой объем вентиляции, $m^3/ч$;

v – скорость движения воздуха в вентиляционном канале, $m/с$ (прил. 17);

t – расчетное время, $1 ч = 3 600 с$.

5. Число вытяжных каналов определяют делением общей площади вытяжных каналов (S_e) на площадь сечения одного канала (S_1) рассчитывают по формуле 19:

$$n_e = \frac{S_e}{S_1} \quad (19)$$

6. При определении общей площади приточных каналов исходят из того, что она составляет 80% (0,8 части) от общей площади сечения вытяжных каналов (S_e) рассчитывают по формуле 20:

$$S_n = S_e \cdot 0,8 \quad (20)$$

7. Количество приточных каналов определяют делением общей площади приточных каналов (S_n) на площадь сечения одного канала (S_1) рассчитывают по формуле 21:

$$n_n = \frac{S_n}{S_1} \quad (21)$$

П р и м е р. Новосибирская область. Коровник на 200 голов с четырехрядным размещением размером $64 \times 17 \times 2,7$ м, в котором 120 коров имеют среднюю живую массу 500 кг и среднесуточный удой 10 кг, 50 коров – соответственно 600 и 15 кг и 30 сухостойных коров живой массой 600 кг. Темпера-

тура внутри коровника 10 °С, снаружи -15 °С. Высота вытяжной шахты 4 м, сечение 0,9х0,9 м. Сечение приточного канала 0,2х0,2 м.

Р а с ч е т. Из приложения 16 берем данные о том, какое количество диоксида углерода выделяет одно животное (л) за 1 ч: корова массой 500 кг и удо-ем 10 кг – 110, а 120 коров – 13200; корова массой 600 кг и удоем 15 кг – 139, а 50 коров – 6950; сухостойная корова массой 600 кг – 120, а 30 коров – 3600.

Следовательно, все животные за 1 ч выделяют диоксида углерода:

$$K = 13200 + 6950 + 3600 = 23750 \text{ л.}$$

Величину C_1 определяют исходя из норматива диоксида углерода в воз-духе помещения для коров, равного 0,25% (объемных), т.е. в 1 м³ воздуха со-держится 2,5 л газа. Показатель C_2 – исходя из содержания в наружном возду-хе 0,03% (объемных) диоксида углерода, т.е. в 1 м³ воздуха содержится 0,3 л газа.

Для расчета часового объема вентиляции подставим данные в формулу 15:

$$L_{CO_2} = \frac{K}{C_1 - C_2} = \frac{23750}{2,5 - 0,3} = 10795 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Объем помещения составляет $V = 64 \cdot 17 \cdot 2,7 = 2937,6 \text{ м}^3$

Кратность воздухообмена равна: $K_p = \frac{L}{V} = \frac{10795}{2937,6} = 3,7$, т.е. 3,7 раза в 1 ч.

Объем вентиляции на один центнер живой массы составит:

$$V_m = \frac{L}{m} = \frac{10795}{120 \cdot 5 + 50 \cdot 6 + 30 \cdot 6} = 9,99 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Для расчета необходимой общей площади вытяжных каналов нужно знать скорость движения воздуха в них. Согласно приложению 20, при высоте канала 4 м и разности температур внутреннего и наружного воздуха 25°С она составляет 1,38 м/с. Подставим данные в формулу и получим:

$$S_g = \frac{L}{vt} = \frac{10795}{1,38 \cdot 3600} = 2,17 \text{ м}^2$$

Количество вытяжных каналов будет равно:

$$n_{\epsilon} = \frac{S_{\epsilon}}{S_1} = \frac{2,17}{0,81} = 2,68 \approx 3 \text{ шт.},$$

т.е. две вытяжные шахты должны быть открыты полностью, а третья на 68%.

Общая площадь приточных каналов равна:

$$S_n = S_{\epsilon} \cdot 0,8 = 2,17 \cdot 0,8 = 1,74 \text{ м}^2,$$

а их количество – соответственно $n_n = \frac{S_n}{S_1} = \frac{1,74}{0,04} = 44 \text{ шт.}$

13.2 Расчет объема вентиляции по влажности воздуха

Часовой объем вентиляции рассчитывают по формуле 22:

$$L_{H_2O} = \frac{Q + R}{q_1 - q_2} \quad (22),$$

где L – часовой объем вентиляции или количество воздуха, которое надлежит вывести из помещения за 1 ч, чтобы поддержать в нем относительную влажность в допустимых пределах, м³;

Q – количество влаги, выделяемое всеми животными (прил. 16) с учетом поправочного коэффициента на температуру воздуха (прил. 18, 19), г/ч;

R – поправка на количество водяных паров, поступающих в воздух вследствие испарения с влажных поверхностей (пол, кормушки), поилок, системы канализации и др., г/ч (прил. 21);

q_1 – количество водяного пара в воздухе помещения согласно нормативам температуры и относительной влажности, г/м³;

q_2 – количество водяного пара в наружном чистом воздухе по данной климатической зоне в зависимости от температуры и относительной влажности, г/м³ (прил. 22).

Частоту воздухообмена, объем вентиляции на одно животное, необходимую площадь сечения и количество вытяжных и приточных каналов определяют теми же методами, что и при расчетах объема вентиляции по углекислому газу.

Пример. Новосибирская область. Январь. Коровник на 200 голов с четырехрядным размещением размером 64x17x2,7 м, в котором 120 коров имеют среднюю живую массу 500 кг и среднесуточный удой 10 кг; 50 коров – соответственно 600 и 15 кг и 30 сухостойных коров живой массой 600 кг. Температура внутри коровника 10 °С. Относительная влажность 70%. Высота вытяжной шахты 4 м, сечение 0,9x0,9 м. Сечение приточного канала 0,2x0,2 м.

Расчет. Из приложения 16 берем данные о том, какое количество водяных паров выделяет одно животное (г) за 1 ч: корова массой 500 кг и удоем 10 кг – 303, а 120 коров – 36 360; корова массой 600 кг и удоем 15 кг – 373, а 50 коров – 18 650; сухостойная корова массой 600 кг – 323, а 30 коров – 9 690.

Следовательно, все животные за 1 ч выделяют водяных паров:

$$Q = 36360 + 18650 + 9690 = 64700 \text{ г.}$$

Испарения с пола стойл, с кормушек, стен и других ограждений зависят от санитарного состояния помещения (см. прил. 21). В нашем примере это 10% от количества влаги, выделяемой животными, т.е. $R = 6470 \text{ г/ч}$.

Максимальная влажность при температуре 10 °С составляет 9,21 г/м³ (см. прил. 4). Следовательно, при 100%-й влажности и температуре 10 °С влаги содержится 9,21 г/м³, а при 70%-й влажности – x . Таким образом,

$$q_1 = \frac{9,21 \cdot 70}{100} = 6,45 \text{ г/м}^3$$

Значение q_2 за январь по Новосибирской области составляет 1,05 г/м³ (см. прил. 22).

Для расчета часового объема вентиляции подставим данные в формулу 22:

$$L_{H_2O} = \frac{Q + R}{q_1 - q_2} = \frac{64700 + 6470}{6,45 - 1,05} = 13179,6 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Объем помещения $V = 64 \cdot 17 \cdot 2,7 = 2937,6 \text{ м}^3$.

Кратность воздухообмена равна:

$$Kp = \frac{L}{V} = \frac{13179,6}{2937,6} = 5,0, \text{ т. е. } 5 \text{ раз в } 1 \text{ ч.}$$

Объем вентиляции на один центнер живой массы:

$$V_m = \frac{L}{m} = \frac{13179,6}{120 \cdot 5 + 50 \cdot 6 + 30 \cdot 6} = 12,20 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для расчета необходимой общей площади вытяжных каналов нужно знать скорость движения воздуха в них. Согласно приложению 20, при высоте канала 4 м и разности температур внутреннего и наружного воздуха 29 °С она составляет 1,5 м/с. Подставим данные в формулу и получим:

$$S_g = \frac{L}{vt} = \frac{13179,6}{1,5 \cdot 3600} = 2,44 \text{ м}^2.$$

Количество вытяжных каналов будет равно:

$$n_g = \frac{S_g}{S_1} = \frac{2,44}{0,81} = 3 \text{ шт.}$$

Общая площадь приточных каналов равна:

$$S_n = S_g \cdot 0,8 = 2,44 \times 0,8 = 1,95 \text{ м}^2,$$

а их количество – соответственно $n_n = \frac{S_n}{S_1} = \frac{1,95}{0,04} = 49 \text{ шт.}$

Сопоставив рассчитанное количество вытяжных труб и приточных каналов с числом фактически имеющихся в помещении, можно судить о системе вентиляции и при необходимости рекомендовать оборудовать недостающее число вытяжных труб и приточных каналов, обеспечивающих достаточный воздухообмен.

При определении мощности механической системы вентиляции необходимо исходить из расчетного воздухообмена и производительности вентиляторов. Производительность механической вентиляции можно определить путем замера подвижности воздуха в воздуховоде с помощью анемометра. Производительность одного вентилятора рассчитывают по формуле 23:

$$L = 3600 \cdot S \cdot V \quad (23),$$

где L – производительность вентилятора, $\text{м}^3/\text{ч}$;

S – площадь сечения воздуховода, м^2 ;

V – скорость движения воздуха в воздуховоде, $\text{м}/\text{с}$;

3600 – пересчет часов в секунды.

Воздуховоды способствуют равномерному распределению приточного воздуха внутри помещения. Вытяжной вентиляцией рекомендуется удалять воздух из зоны нахождения животных в количестве 50-80% от необходимого воздухообмена. Остальная часть загрязненного воздуха удаляется естественным путем через вытяжные вентиляционные трубы.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие существуют системы вентиляции?
2. Способы расчета объемов вентиляции.
3. Какие показатели определяют при расчете объемов вентиляции?
4. Что такое часовой объем вентиляции?
5. Что такое кратность воздухообмена?

6. Новосибирская область. Январь. Свинарник размером $83 \times 12 \times 3$ м, в котором содержатся 120 голов ремонтного молодняка живой массой 80 кг, 40 поросят-отъемышей живой массой 30 кг и 40 поросят-отъемышей с живой массой 40 кг. Температура внутри свинарника $+12$ °С, снаружи -10 °С. Система вентиляции на естественной тяге. Высота вытяжной шахты 5 м, сечение $0,9 \times 1$ м. Сечение приточного канала $0,2 \times 0,3$ м. Рассчитать объем вентиляции по диоксиду углерода и влажности (часовой объем вентиляции общий и на 1 ц живой массы, кратность воздухообмена, площадь сечения и количество вытяжных шахт и приточных каналов). Сравнить результаты расчетов и сделать заключение.

7. Челябинская область. Март. Кошара $70 \times 8 \times 3$ м, в которой находятся 60 суягных овец живой массой 60 кг, 50 холостых овец живой массой 40 кг и 40 голов молодняка 7 месяцев живой массой 40 кг. Температура внутри кошары $+10$ °С, снаружи -14 °С. Высота вытяжной шахты 5 м, сечение $0,9 \times 1$ м. Сечение приточного канала $0,3 \times 0,3$ м. Рассчитать объем вентиляции по диоксиду углерода и влажности (часовой объем вентиляции общий и на 1 ц живой массы, кратность воздухообмена, площадь сечения и количество вытяжных шахт и приточных каналов). Сравнить результаты расчетов и сделать заключение.

14. РАСЧЕТ ТЕПЛООВОГО БАЛАНСА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Для создания оптимального температурно-влажностного режима в помещении необходим значительный обмен воздуха. Однако его трудно поддерживать на оптимальном уровне, особенно в холодный период года. Правильно решить вопросы оптимизации микроклимата в каждом конкретном помещении помогает расчет его теплового баланса еще на стадии проектирования, а затем строительства и эксплуатации помещения.

В неотапливаемых помещениях тепловой баланс помогает скорректировать расчеты объема воздухообмена, предвидеть необходимость утепления помещения, регулирования вентиляции. Расчеты теплового баланса помогают также выявить теплотехнические качества отдельных ограждающих конструкций, сделать по ним правильные расчеты, выбрать нужные обогревательные установки, рассчитать их количество. Иными словами, температурно-влажностный режим, его оптимизация закладываются на стадии проектирования, а затем и строительства помещения из расчета планового поголовья животных (берутся усредненные показатели живой массы, продуктивности, характерные для данной породы и физиологического состояния).

Охлаждение воздуха в помещении зависит от общей площади поверхности ограждающих конструкций здания, качества строительных материалов, толщины стен и покрытий, разности температур атмосферного воздуха и воздуха помещения, расположения здания по отношению к сторонам света, количества холодного воздуха, подаваемого в помещение.

Для расчета теплового баланса помещения необходимо знать величину поступления тепла от самих животных (свободное тепло) и от источников искусственного обогрева, величину расхода тепла помещением, теплопотери на нагревание холодного вентиляционного воздуха, через ограждающие конструкции и на испарение влаги с ограждающих конструкций внутри помещения. Поступление тепла в помещение определяют количеством, выделяемым

животными, отопительными приборами, электрооборудованием, светильниками, а в летний период и от солнечной радиации.

Таким образом, расход тепла определяют его затратами на подогрев вентиляционного воздуха, обогрев и потери через конструкции здания, на испарение влаги и т.д.

Тепловой баланс помещения рассчитывают по формуле 24:

$$Q_{жс} = \Delta t(G \cdot 0,24 + \sum KF) + W_{инф.} + W_{зд} \quad (24),$$

где $Q_{жс}$ – поступление тепла от животных, ккал/ч (см. прил. 16);

Δt – разность между оптимальной температурой воздуха в помещении и среднемесячной температурой воздуха самого холодного месяца, °С;

G – количество воздуха, удаляемого из помещения или поступающего в него в течение 1 ч, кг (рассчитывают в соответствии с прил. 23);

0,24 – количество тепла, необходимое для нагрева 1 кг воздуха на 1 °С, ккал/кг;

K – коэффициент общей теплопередачи через ограждающие конструкции, кг/м²/град. (прил. 24-27);

F – площадь ограждающих конструкций, м²;

\sum – показатель суммирования произведений KF ;

$W_{инф.}$ – поправка на инфильтрацию воздуха (8%) и воздействие ветра (5%) через вертикальные ограждения;

$W_{зд}$ – расход тепла на испарение влаги с поверхности пола и других ограждений, ккал/ч.

Пример. Зона Новосибирской области. Температура воздуха внутри коровника +10 °С, относительная влажность 70%. Температура наружного воздуха -20 °С. Среднее барометрическое давление 760 мм рт. ст. Внутренняя длина помещения 71,5 м, ширина 20,5 м, высота 4,25 м. Стены из обыкновенного кирпича на тяжелом растворе толщиной 525 мм. Перекрытие бесчердачное железобетонное сборное с рулонной кровлей и утеплителем. Пол из бетона с деревянным покрытием. В помещении 8 окон 2,1х1,2 м и 37 размером

1,8x1,2 м с одинарным переплетом и одинарным остеклением. Двое деревянных ворот (двойных) размером 2,1x2,4 м, четверо деревянных ворот (двойных) размером 3x3 м и три деревянные двери (двойные) размером 1,2x2,1 м. В помещении 200 коров, из них 170 лактирующих с удоем 25 кг в сутки и живой массой 600 кг, и 30 сухостойных с такой же живой массой.

Расчет.

1. *Определение поступления тепла в помещение.* Одна корова живой массой 600 кг с удоем 25 кг выделяет свободного тепла 645 ккал/ч (см. прил. 16), а 170 коров выделяют 109 650 ккал/ч (170x645). Одна сухостойная корова той же живой массы выделяет 486 ккал/ч (см. прил. 16), а 30 коров 14 580 ккал/ч (30x486). Следовательно, от всех животных в помещение поступит свободного тепла ($Q_{ж}$) **124 230,0 ккал/ч** (109 650+14 580).

Приход тепла от солнечной радиации в зимний период не учитывается, а от других источников (электромоторы, электролампы и т. п.) незначителен, поэтому в расчет не принимается.

2. *Расход тепла в помещении* определяют по формуле $\Delta t(G \cdot 0,24 + \sum KF) + W_{зд}$. Отсюда теплопотери на обогрев вентиляционного воздуха составляют $\Delta t(G \cdot 0,24)$.

Для расчета необходимо знать часовой объем вентиляции (см. правила расчета объемов вентиляции по влаге):

$$L_{H_2O} = \frac{Q + R}{q_1 - q_2} = \frac{82620 + 8262}{6,45 - 1,05} = 16830,0 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

При определении массы 1 м³ воздуха пользуются приложением 20. При температуре воздуха в коровнике 10 °С и среднем барометрическом давлении 755 мм рт. ст. масса 1 м³ воздуха составляет 1,239 кг. Следовательно, масса всего вентиляционного воздуха (G) будет равна 20 852,4 кг (1 6830,0·1,239). Если для нагрева 1 кг воздуха на 1 °С требуется 0,24 ккал, то для нагрева всего воздуха потребуется 5 004,6 ккал/ч (20 852,4·0,24), а для нагрева его от -20 °С до +10 °С ($\Delta t = 30$ °С) будет затрачено **150 137,0 ккал/ч** (5 004,6·30).

Значение коэффициента теплопередачи (K) для некоторых строительных ограждений приведено в приложениях 24-27.

Определяют расход тепла на теплопередачу через ограждающие конструкции (табл. 2).

Следовательно, теплопередача через ограждающие конструкции при $\Delta t = 30$ °С составит 168 050,7 ккал/ч.

Необходимо учесть также расположение здания в отношении направления господствующих ветров, сторон света и рельефа местности, так как помещение теряет дополнительно за счет инфильтрации воздуха и воздействия ветра через вертикальные ограждения (стены, окна, двери и ворота): $W_{инф.} = (1\ 728,0 + 11\ 988,0 + 604,8 + 2\ 160,0 + 453,6 + 20\ 793,9) \cdot 0,13 = 37\ 188,6 \cdot 0,13 = 4\ 834,5$ ккал/ч.

Следовательно, общий расход тепла, необходимого на нагрев всех ограждающих конструкций коровника, будет равен **17 2885,2 ккал/ч** (16 8050,7 + 4 834,5).

Кроме того, необходимо учесть потери тепла на испарение влаги с поверхности пола, кормушек и ограждающих конструкций ($W_{зд}$). При расчете часового объема вентиляции было установлено, что данная величина составляет 8 262 г/ч.

Если учесть, что на испарение 1 г влаги затрачивается 0,595 ккал, то $W_{зд}$ составит **4 915,9 ккал/ч** (8 262 · 0,595).

Суммируют все теплотери в помещении: на подогрев вентиляционного воздуха **150 137,0 ккал/ч**, на нагрев ограждающих конструкций **172 885,2**, на испарение влаги с поверхности пола, кормушек и ограждающих конструкций **4 915,9**, итого **327 938,1 ккал/ч**.

Подставляя полученные данные в формулу, определяют тепловой баланс помещения. Все поступления тепла составляют **124 230,0 ккал/ч**, а его расход **327 938,1 ккал/ч**.

Таблица 2 – Определение расхода тепла на теплопередачу через ограждающие конструкции

Вид ограждения	F	K	KF	Δt	Теплопотери, ккал/ч
Пол	$71,5 \times 20,5 = 1465,75$	2,146	3 145,50	30	94 365,0
Потолок	$71,5 \times 20,5 = 1465,75$	0,83	1 216,57	30	36 497,1
Окна	$1,2 \times 1,2 \times 8 = 11,52$	5,0	57,60	30	1 728,0
	$1,8 \times 1,2 \times 37 = 79,92$	5,0	399,60		11 988,0
Ворота (двойные)	$2,1 \times 2,4 \times 2 = 10,08$	2,0	20,16	30	604,8
	$3 \times 3 \times 4 = 36,00$	2,0	72,00		2 160,0
Двери (двойные)	$1,2 \times 2,1 \times 3 = 7,56$	2,0	15,12	30	453,6
Стены	$71,5 \times 4,25 \times 2 + 20,5 \times 4,25 \times 2 = 782$	–	–	–	–
Стены (без учета окон и ворот)	$782 - (11,52 + 79,92 + 10,08 + 36 + 7,56) = 636,92$	1,06	675,14	30	20 254,2
Итого	–	–	5 601,69	–	168 050,7

Расчет показывает, что расход тепла превышает тепlopоступление на **203 708,1 ккал/ч**, что свидетельствует об отрицательном тепловом балансе коровника. **Необходимо планировать мощность отопительного оборудования на данный дефицит тепла.**

Расчет Δt нулевого теплового баланса. Определение Δt нулевого теплового баланса животноводческого помещения необходимо для расчета предельно низкой внешней температуры воздуха, при которой еще возможна непрерывная эксплуатация вентиляции или отсутствие отопления в помещении; Δt нулевого баланса вычисляют по формуле 25:

$$\Delta t_0 = \frac{Q_{жс} - W_{зд}}{G \cdot 0,24 + \sum KF} \quad (25).$$

Подставляют ранее полученные данные в формулу:

$$\Delta t_0 = \frac{1242300 - 4915,9}{20852,4 \cdot 0,24 + 5601,69} = \frac{1193141}{10606,27} = 11,2^\circ\text{C}.$$

Итак, для непрерывной работы вентиляции разница между температурой воздуха в середине помещения и температурой атмосферного воздуха не должна превышать 11,2 °С. Расчет Δt нулевого теплового баланса показал, что для того, чтобы поддерживать температуру воздуха внутри помещения на уровне 10 °С, температура наружного воздуха не должна опускаться ниже –1,2

°С. А так как средняя температура в январе в принятой нами зоне равна -19 °С, то при расчетной Δt_0 температура воздуха в помещении (коровнике) будет снижаться в отдельные периоды до $-7,8$ °С (11,2-19).

Приведенные расчеты показывают, что температура воздуха в коровнике зимой будет снижаться ниже принятой ($-7,8$ °С), а в отдельные периоды (при более значительном похолодании) еще ниже. Такое снижение температуры воздуха в помещении повлечет за собой увеличение относительной влажности воздуха. Это подтверждается следующим расчетом.

Максимальное напряжение водяных паров при $-7,8$ °С составляет 2,54 мм рт. ст. Если принять, что при снижении температуры воздуха в помещении абсолютная влажность его остается на прежнем уровне (6,45 мм рт. ст), то относительная влажность воздуха в коровнике при прежнем объеме вентиляции и при сниженной до $-7,8$ °С температуре будет повышаться до максимума. Это приведет к образованию большого количества конденсата на всех конструкциях помещения.

Если с целью уменьшения относительной влажности увеличить обмен воздуха в помещении, то при недостаточном количестве тепла невозможно будет поддерживать нормальный температурно-влажностной режим в нем, так как увеличение воздухообмена увеличит и расход тепла на его подогрев. При этом температура воздуха еще больше снизится и возрастет его относительная влажность. Поэтому сохранение нормального температурно-влажностного режима в помещении возможно при:

- обеспечении надежной работы системы канализации, позволяющей постоянно удалять лишнюю влагу;
- систематическом применении веществ, поглощающих влагу (сухая подстилка, известь-пушёнка);
- обеспечении снижения общих потерь через внешние ограждения (низкий коэффициент K общей теплопередачи материалов и конструкций).

Если в силу сложившихся обстоятельств обеспечить эти требования невозможно или экономически невыгодно (например, увеличение толщины стен

и т.п.), то единственным выходом остаётся подогрев приточного воздуха. Для этого необходима установка вентиляционно-отопительного оборудования, предназначенного для систем обеспечения микроклимата животноводческих помещений.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое тепловой баланс помещения?
2. Источники поступления тепла в животноводческом помещении.
3. Куда расходуется тепло в животноводческом помещении?
4. Что такое Δt нулевого теплового баланса помещения?
5. Помещение для содержания крупного рогатого скота (коровник).

Внутренние размеры: 95×20×3 м. Содержатся: 250 коров лактирующих живой массой 500 кг, удоем 10 кг; 120 коров лактирующих живой массой 500 кг, удоем 15 кг. Стены деревянные рубленные толщиной 0,220 м. Перекрытия деревянные с накатом из пластин и утеплителем (шлаком), общая толщина утеплителя 0,1 м. Окон 80 шт., 2,0×1,0 с двойными переплетами, отдельно остекленные. Ворота 4, двойные, размером 2,8×3,0 м. Температура воздуха в помещении +12 °С, наружного -17 °С. Относительная влажность воздуха в помещении 75%, атмосферное давление 756 мм рт. ст. Рассчитать тепловой баланс и Δt нулевого теплового баланса помещения.

6. Помещение для содержания свиней. Внутренние размеры: 50×22×2,8 м. Содержатся 300 свиноматок подсосных с приплодом живой массой 150 кг. Стены из дырчатого кирпича толщиной 0,525 м на тяжелом растворе. Перерывание железобетонное сборное, с рулонной кровлей и утеплителем. Окон 32 шт., 1,8×1,5 с двойными переплетами, отдельно остекленные. Дверей 2, двойные, размером 2,2×1,5 м. Ворота 4, двойные, размером 2,8×2,5 м. Температура воздуха в помещении +22 °С, наружного -15 °С. Относительная влажность воздуха в помещении 70%, атмосферное давление 758 мм рт. ст. Рассчитать тепловой баланс и Δt нулевого теплового баланса помещения.

ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНЫ

Абсолютная влажность – количество водяных паров (г/м^3) в данный момент и при данной температуре, выраженное в граммах на кубический метр воздуха, или упругость водяных паров в данный момент и при данной температуре, выраженная в миллиметрах ртутного столба.

Адаптация – совокупность всех биолого-физиологических процессов, лежащих в основе приспособления организма животных к меняющимся условиям окружающей среды.

Азот – газ без цвета и запаха, главная (по объёму) составляющая часть воздуха, разбавляющая кислород и другие газы, биологическая роль окончательно не выяснена.

Акклиматизация – процесс адаптации организма животных к новой для них среде обитания (климатогеографические условия, условия содержания, кормления, ухода). Процесс адаптации считается законченным при появлении жизнеспособного потомства в изменившихся условиях.

Аммиак – ядовитый газ с едким запахом, легко растворимый в воде, образующийся в результате разложения азотсодержащих органических соединений мочи и кала.

Анемометр – (от греческого *анемос* – ветер, и *метрео* – измерение) измерительный прибор, предназначенный для определения скорости движения воздуха, а также для измерения скорости направленных воздушных и газовых потоков.

Атмосферный воздух – воздух земной атмосферы, в нижних слоях которой содержится 20,95% кислорода, 78,09% азота и 0,03% углекислого газа, микроколичество аргона, озона и других газов, а также водяные пары.

Аэрозоли – взвешенные в воздухе атмосферы и помещений мелкие пылинки, капельки, микроорганизмы, дым.

Аэроионизация – естественный и искусственный процесс образования электрически заряженных аэроионов.

Аэроионы – положительно и отрицательно заряженные мельчайшие частицы, образующиеся из атомов молекул газа, которые постоянно содержатся в воздухе и обуславливают его электрозарядность.

Аэроионизаторы – природные факторы (электрические разряды, УФ-лучи, распыление воды и пр.) и специальные установки для искусственной ионизации.

Бел – логарифмическая единица, отражающая десятикратную степень увеличения интенсивности одного звука над уровнем другого.

Вентиляция животноводческих помещений – (лат. *ventilatio* – проветривание) замена частично или полностью воздуха помещений наружным воздухом. Вентиляция создает условия воздушной среды, наиболее благоприятные для нормальной жизнедеятельности организма и способствует сохранению зданий.

Верхняя критическая температура зоны теплого комфорта для животных – предельная максимальная температура воздуха, до которой животное испытывает тепловой комфорт и превышение которой может вызвать перегревание организма.

Внешняя среда – сложный комплекс условий живой и неживой природы, прямо или косвенно влияющих на состояние и развитие особи и популяции.

Воздушный бассейн территории животноводческой фермы (комплекса) – атмосферный воздух в пределах территории фермы (комплекса), который может быть загрязнён воздушными потоками из помещений или от других животноводческих, а также промышленных предприятий.

Газоанализатор – прибор, предназначенный для определения качественного и количественного состава газовой смеси.

Гигиена радиационная – (лат. *radiare* – излучать) раздел гигиены, изучающий влияние ионизирующего излучения на здоровье человека или животного с целью разработки мер противолучевой защиты.

Гигрограф – прибор для графической записи изменений относительной влажности воздуха в течение суток или недели.

Гигрометр – прибор для определения относительной влажности воздуха.

Гипертермия – расстройство механизма терморегуляции, вызывающее перегревание организма под действием высокой температуры окружающей среды в сочетании с высокой влажностью и слабой подвижностью воздуха.

Гипотермия – расстройство механизма терморегуляции, вызывающее переохлаждение организма под действием низкой температуры окружающей среды в сочетании с высокой влажностью и высокой скоростью движения воздуха.

ГОСТ – документ, устанавливающий технические характеристики и параметры.

Дезинфекция – комплекс мероприятий, направленных на уничтожение в окружающей среде патогенных и условно патогенных микроорганизмов. Данное мероприятие включает в себя механическую очистку и собственно дезинфекцию.

Дефицит насыщения – разность между максимальной и абсолютной влажностью при данной температуре, показывающая, сколько водяных паров недостаёт до полного насыщения ими воздуха. Чем выше дефицит насыщения – тем суше воздух.

Диоксид углерода – бесцветный, без запаха, кислый на вкус газ, источниками которого являются выдыхаемый воздух, система отопления, двигатели внутреннего сгорания и разложение органических веществ.

Загрязнение радионуклидное – (лат. *radiare* – излучать, *nucleus* – ядро) привнесение в экосистему радионуклидов техногенного происхождения.

Зона теплового комфорта – температурная зона, в пределах которой организм затрачивает минимальное количество энергии для сохранения нормальной температуры тела, т.е. меньше расходует корма для этой цели.

Зона санитарно-защитная – расстояние между жилой застройкой и предприятиями или сооружениями, выделяющими в окружающую среду вредные и неприятно пахнущие вещества и являющиеся источником других производственных вредностей.

Зоогигиеническая норма – оптимальный уровень любого фактора воздушной среды, обеспечивающий нормальную жизнедеятельность организма животного, его здоровье и продуктивность.

Инфекционные болезни животных – группа болезней, вызываемых болезнетворными микроорганизмами, способными передаваться от зараженного животного здоровому и принимать эпизоотическое распространение.

По интенсивности проявления и широте распространения эпизоотический процесс характеризуется тремя формами: спорадической заболеваемостью, эпизоотией и панзоотией: **Спорадия** – единичные или немногочисленные случаи проявления инфекционной болезни животных; **Эпизоотия** – широкое распространение инфекционного заболевания животных в хозяйстве, районе, области, Республике; **Эпизоотический очаг** – место пребывания источника возбудителя инфекции на определенном участке местности, где возможна передача возбудителя болезни восприимчивым животным; **Эпизоотический процесс** – непрерывный процесс возникновения и распространения инфекционных болезней среди животных при определенных природных и хозяйственных условиях; **Панзоотия** – высшая степень развития эпизоотии, характеризуется необычайно широким распространением инфекционной болезни, охватывающей территорию одного государства или нескольких стран.

Бруцеллез – инфекционное заболевание животных, представляющее угрозу и для человека, особенно для работников животноводства. Бруцеллез протекает в виде хронического заболевания. Возбудитель – неспоровые бактерии рода бруцелла. *Br. melitensis* вызывает бруцеллез у коз, овец, *Br. abortus bovis* – у крупного рогатого скота, *Br. abortus suis* – у свиней, *Br. ovis* – у овец, *Br. neotomae* – у грызунов, *Bg. canis* – у собак. Патогенными для человека яв-

ляются *Br. melitensis*, *Br. abortus bovis*, *Br. abortus suis*, *Br. canis* (редко); патогенность *Br. ovis*, *Br. neotomae* не доказана.

Грипп птиц – высококонтагиозная вирусная инфекция, которая может поражать все виды птиц. Протекает в виде эпизоотии с поражением респираторных органов и желудочно-кишечного тракта. Возбудитель болезни – РНК-содержащий, эпителиотропный вирус из семейства *Orthomyxoviridae*, род *Influenavirus*. Существует 13 подвидов вируса гриппа А, а подтиповая классификация продолжается и по настоящее время. При температуре 55-60 °С инаktivация вируса происходит за 20 минут, при 70 °С за 5 минут. Инаktivирующим действием в отношении к вирусу гриппа обладает 2%-ный раствор натрия гидроокиси, 3%-ный раствор хлорной извести, 3%-ный раствор формальдегида. Источником возбудителя инфекции является больная и переболевшая птица, особенно в течение первых двух месяцев после выздоровления. Больная птица выделяет вирус с истечениями из клюва и носовых отверстий, с фекалиями и яйцом. Факторами передачи возбудителя является инфицированная подстилка, остатки корма и воды, перо и отходы инкубации, инфицированное инкубационное яйцо и оборотная тара. Заражение происходит алиментарным или аэрогенным путем, контактно. Имеет место трансовариальная передача возбудителя. Резервуаром вируса является синантропная и дикая птица, грызуны, насекомые и пухопереды. Заболеваемость птицы гриппом варьирует от 80 до 100%, а смертность от 10 до 90%.

Зарегистрированы заболевания людей птичьим гриппом. Доказанной передачи вируса от человека к человеку нет. Заболевание птичьим гриппом у людей начинается остро с повышением температуры, мышечной боли, насморке, боли в горле, кашля. Может быть водяной стул рвота. На 2-3 день болезни поражаются нижние отделы дыхательных путей, с возможным развитием пневмонии, кашлем, отдышкой. Может присоединиться поражение печени и почек. Смертность при заболевании птичьим гриппом достигает 50-80% на второй неделе болезни.

Сап – контагиозное заболевание однокопытных животных, от которых оно может передаться человеку. Особенно восприимчивы лошади, ослы, мулы и лошаки. Заболевание быстро распространяется в тесных конюшнях с недостаточной вентиляцией. Возбудитель – неспоровая бактерия *Pseudomonas mallei*. Заболевание характеризуется образованием в легких и других внутренних органах, а также на слизистых оболочках и коже узелков, распадающихся с образованием язв (различают носовой, легочный и кожный сап). Распространяется возбудитель воздушным путем, а также через воду, корм и предметы обихода, на которые попали выделения больного при кашле или из кожных язв. Смертность достигает 50-100%. Возбудитель во внешней среде устойчив, но погибает под действием дезинфицирующих средств.

Сибирская язва – особо опасная инфекционная болезнь сельскохозяйственных и диких животных всех видов, а также человека. Возбудитель заболевания – *Bac.antracis*, споровая, устойчивая во внешней среде палочка. На сегодняшний день сибирская язва регистрируется во многих странах мира. В России сибирская язва сейчас регистрируется в виде спорадических случаев или небольших вспышек.

Экономический ущерб от заболевания животных довольно значительный, так как летальность при сибирской язве выше 60%. При проведении карантинных мероприятий уничтожается молоко, сжигаются трупы и навоз от больных. Особенно высокая летальность отмечается среди мелкого рогатого скота и лошадей (выше 90%). Опасность возникновения крупных вспышек сибирской язвы вызывает необходимость постоянно организовывать профилактические мероприятия, а угроза заражения сибирской язвой людей заставляет проводить очень строгие ветеринарно-санитарные мероприятия, устанавливать карантин.

Чума крупного рогатого скота – вирусное заболевание. Возбудитель РНК-содержащий вирус из рода *Morbillivirus*, сем. *Paramyxoviridae*, передается с инфицированными водой, фуражом, подстилкой. Сохраняется длительное время. Вероятные способы заражения – аэрозольный. Смертность – 50-100%.

Для профилактики имеется вакцина. Убой больных животных на мясо воспрещен.

Чума свиней – возбудитель болезни – РНК-содержащий вирус из рода *Pestivirus* семейства *Togaviridae* находится в организме больных в крови, тканях и внутренних органах, обладает высокой вирулентностью. Заражение КЧС происходит через пищеварительный тракт, а также через органы дыхания и поврежденную кожу. Вирус устойчив к высушиванию и низким температурам (в охлажденном мясе, субпродуктах сохраняется 2-4 месяца, в замороженном – несколько лет; в копченой ветчине – 1-1,5 месяца, в солонине – до 315 дней). Нагревание до 70-80 °С убивает вирус в течении одного часа. Прямой солнечный свет убивает возбудителя КЧС на поверхности почвы через 1-2 недели; в трупах и навозе вирус сохраняется – 3-5 дней; в высушенном состоянии в зараженных дворах и свинарниках – до года. Убивают вирус дезинфицирующие средства. КЧС вызывает большой экономический ущерб из-за почти 100%-ной заболеваемости свиней и падежа, достигающего в отдельных случаях до 70%. Все поголовье неблагополучной фермы, подсобных хозяйств, а также свиней, принадлежащих населению, подвергается **убою при наличии в регионе мясокомбинатов**, где есть условия для переработки убитых свиней. **При отсутствии мясокомбинатов поголовье подвергается уничтожению.** Большие затраты также связаны с проведением карантинных мероприятий (организация и дежурство санитарных постов, проведение дезинфекции, вакцинации животных и т.д.).

Ящур – острое контагиозное вирусное заболевание из группы антропозоонозов (инфекционных болезней **животных**, которыми болеет также и человек), характеризующееся интоксикацией и везикулезно-эрозивным (пузырьково-язвенным) поражением слизистых оболочек ротовой и носовой полостей. Болеют крупный рогатый скот, свиньи. Ящуром может заболеть человек. Возбудитель – вирус рода *Picornavirus*, устойчивый к холоду. При злокачественной форме заболевания падеж молодняка крупного рогатого скота достигает 70%, свиней 80%.

Инфракрасные лучи – невидимые лучи, испускаемые любым нагретым телом в более холодную внешнюю среду, имеющие длину волны более 760 нм и обладающие тепловым действием.

Капельная инфекция – инфекционные заболевания, вызываемые аэрозольными частицами, находящимися в воздухе и содержащими патогенные микроорганизмы (капельки слизи, выделяемые при кашле, чихании больными животными), при попадании их в дыхательные пути животных.

Карбоксигемоглобин – стойкое химическое соединение угарного газа с гемоглобином крови, не способное переносить кислород к органам и тканям организма людей и животных, что вызывает острое кислородное голодание и приводит к смерти.

Кататермометр – прибор для определения скорости движения и охлаждающей силы воздуха.

Климат – многолетний режим погоды, обусловленный географической широтой, рельефом местности, высотой над уровнем моря, наличием влаги и растительности.

Конвекция – перемещение нагретого воздуха вверх, так как он легче холодного воздуха. За счёт конвекции теплоотдача из организма составляет 30-35% от общей потери тепла.

Кондукция (теплопроводение) – путь отдачи тепла организмом холодным поверхностям (пол, земля) и средам (холодная вода, корм) при непосредственном соприкосновении с ними животных.

Коэффициент естественной освещённости (КЕО) – отношение естественной освещённости внутри помещения (лк) к наружной, выраженное в процентах.

Люксметр – прибор для определения естественной и искусственной освещённости в помещениях и вне их (лк).

Лёгкие отрицательные аэроионы – лёгкие газовые ионы воздуха с отрицательным зарядом, образующиеся под влиянием природных и искусствен-

ных ионизаторов и оказывающие благоприятное действие на организм («витамины воздуха»).

Максимальная влажность – предельное насыщение воздуха водяными парами в данный момент и при данной температуре воздуха, выраженное в граммах на кубический метр, или упругость водяных паров при полном насыщении воздуха водяными парами в данный момент и при данной температуре, выраженная в миллиметрах ртутного столба.

Микробное число – общее количество бактерий, содержащихся в 1 м³ воздуха.

Микроклимат – климат ограниченного пространства (микроразона, помещение), характеризующийся комплексом физических, химических и биологических факторов воздушной среды, действующих на организм людей и животных, а также на конструкции помещений и технологическое оборудование.

Микроклимат оптимальный – комплекс микроклиматических факторов окружающей среды, способствующий наилучшему проявлению физиологических функций организма, получению от него максимальной продуктивности при минимальных затратах кормов и средств и сохранению здоровья.

Надзор ветеринарно-санитарный – контроль за выполнением ветеринарно-санитарных правил и норм в животноводстве, промышленности, перерабатывающей продукты и сырье животного происхождения, на транспорте, в торговле, при экспорте и импорте животных и животноводческой продукции, а также за ее качеством. Направлен на охрану животных от болезней и предупреждение заражения людей возбудителями болезней, передающихся от животных человеку.

Оксид углерода (угарный газ) – бесцветный, без запаха, очень ядовитый газ, который может содержаться в воздухе при работе двигателей внутреннего сгорания, печном и газовом обогреве в результате неполного сгорания топлива.

ОПС – относительная площадь световых проемов, выраженная в процентах.

Оптимальная температура – температура, при которой животное имеет наивысшую продуктивность при наименьшем расходе кормов.

Относительная влажность воздуха – отношение абсолютной влажности к максимальной, выраженное в процентах, которое характеризует степень насыщения воздуха водяными парами.

Охлаждающая сила воздуха – суммарное влияние на организм человека и животных температуры, влажности и скорости движения воздуха, создающее охлаждающий эффект.

Пневмокониоз – заболевание, связанное с попаданием пыли в дыхательные пути.

ПДК – предельно допустимая концентрация (для вредных и ядовитых газов), выше которой газ усиливает своё отрицательное воздействие на организм.

Погода – физическое состояние атмосферы в данной местности в течение короткого периода времени, характеризующееся определённым сочетанием метеорологических факторов (атмосферное давление, температура, влажность, движение воздуха, интенсивность солнечной радиации, облачности и осадков).

Положительные лёгкие аэроионы – неблагоприятные для организма газовые ионы воздуха с положительным зарядом, накапливающиеся в помещениях, воздух которых насыщен пылью, водяными парами и микроорганизмами.

Психрометр – прибор для определения гигрометрических показателей (абсолютная, максимальная, относительная влажность, дефицит насыщения, точка росы), действие которого основано на различной степени испарения воды с поверхности резервуара «влажного» термометра в зависимости от влажности воздуха в помещении и скорости его движения.

Пылевая инфекция – респираторная инфекция, вызванная пылью, содержащей патогенные микроорганизмы, при попадании их в дыхательные пути восприимчивых животных.

Пыль – взвешенные в воздухе частицы размером менее 100-150 мкм.

СанПиН – санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.

Световые лучи – это видимая часть лучистой энергии с длиной волн в пределах 400-760 нм. Вызывает зрительные ощущения, позволяет видеть окружающие предметы, ориентироваться в пространстве. Активизирует функцию надпочечников, щитовидной, паращитовидной, половых, молочных и других желёз, что оказывает положительное влияние на обмен белков, жиров, углеводов, минеральных веществ, кроветворение, стимулирует воспроизводительные функции, продуктивность, информирует организм обо всех сезонных и суточных изменениях в природе.

Сероводород – бесцветный, очень ядовитый газ с запахом тухлых яиц, который образуется при гниении серосодержащих органических веществ и появляется в воздухе помещений с кишечными выделениями животных.

Сквозняк – сквозной ветер, струя воздуха с повышенной скоростью движения, пронизывающая помещение насквозь.

Солнечная радиация – поток солнечных лучей (световых, ультрафиолетовых, инфракрасных и др.), идущий к поверхности земного шара.

СНиП – строительные нормы и правила. Это свод основных положений по всем направлениям строительства. В них приводятся общие правила проектирования, расчетов, обеспечения производства работ, а также частные нормы и требования, которые необходимо исполнить при создании отдельных видов зданий и сооружений.

Теплоизлучение – путь отдачи тепла из организма в более холодную внешнюю среду, заключающийся в излучении с поверхности тела животных инфракрасных (тепловых) лучей и поглощении их более холодными предметами (конструкциями), расположенными от животных на расстоянии.

Тепловой баланс – равновесие между приходом и расходом теплоты в каждом помещении.

Тепловой стресс – состояние организма теплокровных животных, вызванное длительным воздействием высокой температуры (27-35 °С), которое

сопровождается снижением потребления кормов, угнетением ферментативной и секреторной функции пищеварительного тракта, накоплением токсических продуктов.

Тепловой удар – острое болезненное состояние человека и животных, вызванное нарушением теплорегуляции при длительном воздействии на тело высокой температуры внешней среды, часто заканчивается смертью.

Теплообмен – процесс распространения тепла от более нагретых тел к менее нагретым.

Терморегуляция – способность организма поддерживать постоянную температуру тела на оптимальном уровне при значительных колебаниях температуры внешней среды.

Термограф – прибор для графической записи изменений температуры воздуха в течение суток или недели.

Термометр максимальный – ртутный термометр, предназначенный для измерения максимальной температуры воздуха за определённый период времени (сутки, неделя, месяц и т.д.).

Термометр минимальный – спиртовой термометр, предназначенный для измерения минимальной температуры воздуха за определённый период времени (сутки, неделя, месяц и т.д.).

Точка росы – температура, при которой водяные пары, находящиеся в воздухе, достигают полного насыщения и переходят в жидкое состояние, в результате в воздухе образуется туман, а на почве, предметах, деревьях, конструкциях – конденсат (выпадает роса).

Ультразвук – механическое колебание упругой среды, обладающее определенной энергией.

Ультрафиолетовые лучи – самая коротковолновая часть спектра солнечной радиации с длиной волны менее 400 нм, обладающая химическим и бактерицидным действием (химические лучи).

Фотометрия – измерение силы света, естественной и искусственной освещенности и яркости.

Фотопериодизм – чередование периодов света и темноты, которое в процессе эволюции животных привело к ритмичности всех физиологических процессов в организме, в том числе и половых функций, и разделило животных на длиннодневных и короткодневных.

Холодовой стресс – состояние организма теплокровных животных, вызванное снижением температуры воздуха ниже критической в течение длительного периода, сопровождается лишней затратой кормов, снижением продуктивности, половой активности и пр.

Хронический застой тепла – хроническая форма перегревания организма под действием высокой температуры, характеризующаяся повышением температуры тела на 0,5-1,5 °С, вялостью и потливостью животных, ухудшением аппетита, снижением продуктивности, накоплением в организме токсических продуктов обмена.

Шум – беспорядочное сочетание звуков в диапазоне частот от 16 до 20 000 Гц, оказывающих вредное влияние на обслуживающий персонал и животных, измеряется в децибелах (дБ).

Шумовой стресс – состояние организма под влиянием постоянно действующих сильных шумов, сопровождающееся повышением возбудимости центральной нервной системы, снижением продуктивности, учащением дыхания и пульса, изменением состава крови и пр.

Щелочной гематин – вещество, которое образуется при разложении гемоглобина крови в результате воздействия аммиака.

Эритемная облучённость – поток УФ-излучения с длиной волны 297 нм и мощностью 1 Вт, падающий на площадь 1 м² (эр/м²; мэр/м²).

Эритемный поток – ультрафиолетовое излучение с длиной волны 297 нм при мощности его, равной 1 Вт (эр, мэр).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Параметры воздуха в помещениях для содержания животных (*НТП-АПК*)

Вид и группа животных	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения, м/с
Крупный рогатый скот			
Коровы и нетели, молодняк старше года, быки-производители, взрослый скот на откорме (привязное, беспривязно-боксовое содержание)	8–10	40–75	0,5–1,0
Телята новорожденные (родильное отделение, профилакторий)	15–17	40–75	0,3–0,5
14-20 дней–6 мес	12–15	40–75	0,3–0,5
6–12 мес	8–12	40–75	0,5–1,0
Свины			
Хряки, холостые и супоросные матки	14–16	40–75	0,3–1,0
Подсосные свиноматки с поросятами, ремонтные свинки и поросята-отъемыши	18–22	40–70	0,15–0,4
Откормочное поголовье	12–18	40–70	0,3–1,0
Овцы			
Бараны, суягные и холостые матки, ремонтный молодняк, откормочное поголовье, валухи	Не нормируется		0,2
Матки перед ягнением, матки с ягнятами до 10 суток	8–12	50–75	0,2
Матки с ягнятами старше 10-суточного возраста	5–8	50–75	0,2
Ягнята до 45-суточного возраста	8–12	50–75	0,2
Ягнята старше 45-суточного возраста	5–8	50–75	0,2
Лошади			
Взрослые жеребцы и кобылы, рабочие лошади	4–6	60–75	0,4–1,2
Молодняк в тренинге	6–8	60–75	0,2–0,8
Жеребята-отъемыши	7–9	60–75	0,2–0,7
Кобылы в первые дни после выжеребки	10–12	50–75	0,1–0,5
Кролики и нутрии			
Самцы, самки кроликов	8–10	40–75	0,3
Самцы, самки нутрий	12–15	50–85	0,3
Молодняк	16	40–75	0,1–0,3
Птица			
Куры	16–18	60–70	0,3–0,6
Утки	12–14	70–85	0,5–0,8
Молодняк кур в возрасте, нед. 1–4	24–33	60–70	0,2–0,4
5–16 (17)	20–22	60–70	0,2–0,4
60–150	16–18	60–75	0,2–0,4
Молодняк уток в возрасте, нед. 1	24–31	65–75	0,2–0,4
2–4	20–24	65–75	0,2–0,4
5–8	12–18	65–75	0,2–0,4
9–26 (28)	12–14	65–75	0,2–0,4

Таблица перевода атмосферного давления

мм рт. ст.	гПа	мм рт. ст.	гПа	мм рт. ст.	гПа
741	988	755	1006	769	1025
742	989	756	1008	770	1026
743	990	757	1009	771	1028
744	992	758	1010	772	1029
745	993	759	1012	773	1030
746	994	760	1013	774	1032
747	996	761	1014	775	1033
748	997	762	1016	776	1034
749	998	763	1017	777	1036
750	1000	764	1018	778	1037
751	1001	765	1020	779	1038
752	1002	766	1021	780	1040
753	1004	767	1022		
754	1005	768	1024		

Приложение 3

Относительная влажность воздуха по показаниям статического психрометра, %

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

Приложение 4

Максимальная влажность (г/м³), упругость водяных паров
(мм рт. ст.), 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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
-25	0,54	0,53	0,53	0,53	0,52	0,51	0,51	0,50	0,50	0,49
-24	0,60	0,59	0,59	0,58	0,57	0,57	0,26	0,55	0,55	0,55
-23	0,66	0,65	0,65	0,64	0,63	0,63	0,62	0,61	0,61	0,60
-22	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,69	0,68	0,67	0,67	0,66
-21	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,76	0,75	0,74	0,73	0,73
-20	0,87	0,86	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,82	0,81	0,80
-19	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,89	0,88
-18	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96
-17	1,15	1,14	1,13	1,12	1,11	1,10	1,09	1,08	1,07	1,06
-16	1,26	1,24	1,23	1,22	1,21	1,20	1,19	1,18	1,17	1,16
-15	1,37	1,37	1,35	1,34	1,32	1,31	1,30	1,29	1,28	1,27
-14	1,50	1,48	1,47	1,46	1,44	1,43	1,42	1,41	1,39	1,38
-13	1,63	1,62	1,61	1,59	1,57	1,56	1,55	1,54	1,52	1,51
-12	1,78	1,77	1,76	1,74	1,73	1,71	1,69	1,68	1,66	1,65
-11	1,94	1,92	1,91	1,89	1,88	1,86	1,85	1,83	1,81	1,80
-10	2,11	2,09	2,08	2,06	2,04	2,02	2,00	1,99	1,97	1,96
-9	2,29	2,29	2,25	2,24	2,22	2,20	2,18	2,17	2,15	2,13
-8	2,51	2,50	2,46	2,44	2,42	2,40	2,38	2,36	2,34	2,32
-7	2,72	2,69	2,68	2,66	2,61	2,58	2,56	2,54	2,54	2,51
-6	2,95	2,92	2,89	2,86	2,84	2,83	2,80	2,78	2,76	2,73
-5	3,16	3,13	3,11	3,09	3,06	3,04	3,02	2,99	2,97	2,95
-4	3,40	3,38	3,35	3,33	3,30	3,28	3,25	3,23	3,21	3,18
-3	3,67	3,64	3,62	3,59	3,56	3,53	3,51	3,48	3,46	3,43
-2	3,95	3,92	3,89	3,86	3,81	3,78	3,78	3,75	3,72	3,70
-1	4,26	4,22	4,19	4,16	4,13	4,10	4,07	4,04	4,01	3,98
0	4,58	4,61	4,65	4,63	4,72	4,75	4,78	4,82	4,86	4,89
1	4,93	4,96	5,00	5,03	5,07	5,11	5,14	5,18	5,22	5,26
2	5,29	5,23	5,37	5,41	5,45	5,49	5,52	5,56	5,66	5,64
3	5,80	5,72	5,77	5,81	5,85	5,89	5,93	5,97	6,02	6,04
4	6,10	6,14	6,19	6,23	6,27	6,32	6,36	6,41	6,45	6,50
5	6,54	6,59	6,64	6,68	6,73	6,78	6,82	6,87	6,92	6,96
6	7,01	7,06	7,11	7,16	7,21	7,26	7,31	7,36	7,41	7,46
7	7,51	7,56	7,62	7,67	7,72	7,78	7,83	7,88	7,94	7,99
8	8,04	8,10	8,16	8,21	8,27	8,32	8,38	8,44	8,49	8,55
9	8,61	8,67	8,73	8,79	8,84	8,90	8,96	9,02	9,09	9,15
10	9,21	9,27	9,33	9,40	9,46	9,52	9,58	9,65	9,71	9,78

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

Приложение 5

Величина психрометрического коэффициента (α)
для статического психрометра

α	Скорость движения воздуха, м/с	Характеристика движения воздуха
0,0013	До 0,13	Вентиляция в помещении закрыта, отсутствие сильного ветра снаружи
0,0011	До 0,20	Вентиляция в помещении открыта, обычные условия движения воздуха
0,0009	До 0,4	Едва заметное движение воздуха в помещении, кажущееся отсутствие ветра снаружи
0,00079	До 0,8	В помещении ощущается слабый ветерок, снаружи отмечается небольшое движение воздуха
0,0007	До 2,3	При определении влажности на открытом воздухе в случае умеренного движения воздуха
0,0067	2,4 и более	При определении влажности на открытом воздухе в случае большой подвижности воздуха

Вычисление скорости движения воздуха
по цилиндрическому кататермометру

H/Q	Скорость движения воздуха, м/с	H/Q	Скорость движения воздуха, м/с
0,28	0,040	0,55	0,766
0,29	0,051	0,56	0,810
0,03	0,063	0,57	0,856
0,31	0,076	0,58	0,903
0,32	0,090	0,59	0,951
0,33	0,106	0,60	1,000
0,34	0,122	0,61	1,040
0,35	0,141	0,62	1,090
0,36	0,160	0,63	1,130
0,37	0,181	0,64	1,180
0,38	0,203	0,65	1,220
0,39	0,226	0,66	1,270
0,40	0,250	0,67	1,320
0,41	0,276	0,68	1,370
0,42	0,303	0,69	1,420
0,43	0,331	0,70	1,470
0,44	0,360	0,71	1,520
0,45	0,391	0,72	1,580
0,46	0,423	0,73	1,630
0,47	0,456	0,74	1,680
0,48	0,490	0,75	1,740
0,49	0,526	0,76	1,800
0,50	0,563	0,77	1,850
0,51	0,601	0,78	1,910
0,52	0,640	0,79	1,980
0,53	0,681	0,80	2,030
0,54	0,723		

Вычисление скорости движения воздуха
по шаровому кататермометру

H/Q	Скорость движения воздуха, м/с	H/Q	Скорость движения воздуха, м/с
0,33	0,048	0,59	0,97
0,34	0,062	0,60	1,00
0,35	0,077	0,61	1,03
0,36	0,09	0,62	1,07
0,37	0,11	0,63	1,11
0,38	0,12	0,64	1,15
0,39	0,14	0,65	1,19
0,40	0,16	0,66	1,22
0,41	0,18	0,67	1,27
0,42	0,20	0,68	1,31
0,43	0,22	0,69	1,35
0,44	0,25	0,70	1,39
0,45	0,27	0,71	1,43
0,46	0,30	0,72	1,48
0,47	0,33	0,73	1,52
0,48	0,36	0,74	1,57
0,49	0,40	0,75	1,60
0,50	0,44	0,76	1,65
0,51	0,48	0,77	1,70
0,52	0,52	0,78	1,75
0,53	0,57	0,79	1,79
0,54	0,62	0,80	1,84
0,55	0,68	0,81	1,89
0,56	0,83	0,82	1,94
0,57	0,80	0,83	1,98
0,58	0,88	0,84	2,08

Нормы освещенности помещений для содержания животных
(НТП-АПК)

Вид и группа животных	Естественная освещенность		Искусственная освещенность, лк	
	КЕО, %	ОПСП, %	газоразрядные лампы	лампы накаливания
<i>Крупный рогатый скот</i>				
Коровы, нетели (привязное и беспривязное содержание), молодняк на доращивании	0,5	6,66-10	50	20
Откормочное поголовье	0,4	6,66-10	100	50
Новорожденные	0,5	6,66-10	150	100
<i>Свиньи</i>				
Холостые и супоросные матки, хряки	0,5	8,33-10	75	30
Ремонтный молодняк, поросята на доращивании	0,6	8,33-10	100	50
Свиньи на откорме I период	0,35	6,66-10	50	30
II период	0,35	6,66-10	50	20
<i>Овцы</i>				
Матки, бараны, молодняк после отбивки, валухи	0,5	4-5	40	20
Новорожденные (родильное отделение)	0,6	5-6,66	100	50
<i>Лошади</i>				
Рабочие	0,35	5-10	50	20
Племенные	0,5	10	75	30
Молодняк	0,5	10	75	30
<i>Кролики</i>				
Самцы	0,7	10-12,5	75	50
Самки	0,7	10-12,5	1,25	100
Молодняк	0,5	10-12,5	25	25
<i>Птица</i>				
Взрослая птица при напольном содержании (на уровне пола)	0,7	8,33-10	75	50
при клеточном содержании (по фронту кормления)	0,7	8,33-10	75	50
Бройлеры	1,0-1,2	10-12,5	40	20
Молодняк	1,0-1,2	10-12,5	40	20
Инкубаторные залы	0,8-1,0	10-12,5	75	30

Приложение 9

Величина коэффициента перевода ватт в люксы (при напряжении в сети 220 В)

Мощность ламп, Вт	Лампы накаливания	Люминесцентные лампы
До 100	2,0	6,5
100 и более	2,5	8,2

Приложение 10

Максимально допустимые уровни пыли в воздухе животноводческих помещений

Тип помещения	Концентрация пыли, мг/м ³	
	зимой	летом
Для крупного рогатого скота привязное и беспривязное содержание на глубокой подстилке	0,8–1,0	1,2–1,5
родильное отделение и профилакторий	0,5	1,5
телятник	0,8	1,5
Для свиней хряков и супоросных маток	0,5	1,0
откормочного поголовья	1,0	3,0
ремонтного молодняка	1,0	1,5
Для овец маток и баранов	1,5–2,5	2,5
молодняка	1,0	1,5
Для лошадей	0,5	0,8
Для птицы взрослых кур	2,0	4,0
цыплят в возрасте, сут		
1–30	1,5	2,0
31–60	1,5	2,5
61–150	2,0	3,0

Приложение 11

Максимально допустимые уровни содержания вредных ядовитых газов в воздухе животноводческих помещений (зимний период)

Помещение для животных разных видов и групп	CO ₂ , %	NH ₃ , мг/м ³	H ₂ S, мг/м ³	CO, мг/м ³
Коровник с привязным содержанием	0,25	20	Следы	2
Коровник с беспривязным содержанием	0,25	20	Следы	2
Родильное отделение	0,15	10	5	2
Профилакторий	0,15	10	5	2
Телята до 3-месячного возраста	0,20	10	5	2
Телята от 3- до 6-месячного возраста	0,25	15	5	2
Откормочник	0,25	20	Следы	2
Свинарник-маточник	0,20	20	10	2
Свинарник-откормочник	0,25	20	10	2
Овчарня	0,25	20	10	2
Конюшня	0,25	20	10	2
Птичник для взрослых кур	0,25	15	5	2
Птичник для молодняка (от 1 до 150 сут)	0,20	10	5	2
Кролики и нутрии	0,25	10	10	2

Приложение 12

Микробная загрязненность воздуха животноводческих комплексов

Мощность предприятия	Количество микроорганизмов, выбрасываемых за 1 ч вентиляции, млрд м. т.
1200 коров	13,5
1000 телят	6,4
1200 свиней	15,4
40000 кур-несушек	420,0

Приложение 13

Размещение чашек Петри при посеве воздуха

Животноводческое помещение	Высота размещения чашек от пола, м	
	минимальная	максимальная
Коровник	0,5	1,2
Телятник	0,3	0,7
Свинарник	0,3	0,7
Овчарня	0,3	0,7
Птичник (напольное содержание)	0,2	–

Приложение 14

Допустимые уровни микроорганизмов в воздухе животноводческих помещений, тыс. микробных тел на 1 м³

Помещение для животных разных видов и групп	Микробное число
Коровник: привязное и беспривязное содержание	70
на глубокой подстилке	100
родильное отделение, профилакторий	30
телятники	50
Свинарник: хряки и супоросные матки	60
откормочное поголовье	50
ремонтный молодняк	100
Овчарня: матки и бараны	100
молодняк	50
Конюшня	50
Птичник: взрослые куры	220
цыплята в возрасте, сут	
1–30	120
31–60	150
61–150	180

Приложение 15

Средние нормы притока свежего воздуха и площадь сечения вытяжных каналов на 1 животное

Животные	Потребность в свежем воздухе, м ³ /ч	Высота вытяжной трубы, м	Площадь сечения вытяжных труб, см ² , в зависимости от Δt внутреннего и наружного воздуха, °С			
			25–40	20–30	10–25	5–10
Крупный рогатый скот	60–100	3	275	305	380	570
		6	195	215	270	395
Лошади	50–70	3	245	275	325	565
		6	175	195	245	355
Свиноматки	35–45	3	135	150	290	285
		6	95	110	135	200
Поросята на откорме	20–35	3	95	105	135	200
		6	70	75	95	140
Овцы	20–30	3	80	90	115	170
		6	60	65	80	120
Молодняк крупного рогатого скота и лошади	20–30	3	70	75	95	140
		6	50	50	70	100
Птица (на 100 голов)	60–100	3	275	305	380	570
		6	195	215	270	400

Нормы выделения животными теплоты,
диоксида углерода и водяных паров

Группа животных	Живая масса, кг	Теплоотдача, ккал/ч		Н ₂ O, г/ч	СО ₂ , л/ч
		общая	свободная		
1	2	3	4	5	6
Крупный рогатый скот					
Коровы стельные (сухостойные) и нетели за 2 мес до отела	400	522	376	250	79
	500	602	433	288	100
	600	674	486	323	120
Коровы лактирующие при уровне лактации в сутки					
5 л	400	528	380	253	82
	500	610	439	292	104
	600	685	494	328	128
10 л	400	553	398	265	87
	500	633	456	303	110
	600	707	509	338	134
15 л	400	616	443	295	92
	500	702	505	336	116
	600	778	560	373	139
20 л	400	670	482	321	97
	500	758	546	363	121
	600	835	601	400	145
25 л	400	728	525	349	105
	500	819	590	392	129
	600	896	645	429	154
Быки-производители	600	893	642	427	200
	800	1055	759	505	223
	1000	1193	860	572	246
Телята в возрасте до 6 мес	40	70,6	50,8	33,8	10
	50	96,3	69,4	46,2	12
	60	120	86	57,3	16
	70	145	105	69,7	21
	80	169	121	80,9	26
	90	186	133	88,8	34
	100	198	143	94,7	38
	120	219	157	105	42
	140	237	171	114	46
	160	257	185	123	50
	180	277	199	132	54
200	295	213	141	57	

1	2	3	4	5	6
Ремонтный молодняк в возрасте 6 мес и старше	140	268	193	128	35
	160	290	209	139	38
	180	313	225	150	41
	200	334	240	160	44
	250	384	277	184	53
	300	432	311	207	62
	350	478	344	229	70
	400	552	376	250	79
Молодняк на откорме в возрасте 6 мес и старше	160	390	281	187	50
	180	421	303	201	54
	200	449	324	215	57
	250	518	373	248	65
	300	582	419	279	75
	350	643	463	308	86
	400	697	502	334	97
	450	748	539	358	109
500	796	573	381	120	
Свины					
Хряки-производители	200	405	292	194	61,3
	300	517	372	247	78,2
Свиноматки холостые, супоросные до 105 дней	150	281	202	134	42,5
	200	323	233	155	48,9
Свиноматки тяжелосупоросные (105-114 дней)	150	339	244	162	51,2
	200	383	276	183	57,9
Свиноматки подсосные с поросятами	150	666	480	319	102
	200	771	555	369	117
Поросята до 2-месячного возраста	10	85,9	61,8	41,1	13
	15	110	79,1	52,6	16,7
Поросята-отъемыши	15	110	79,1	52,6	16,7
	20	123	88,6	58,8	18,6
	25	132	94,6	62,8	19,9
	30	143	103	68,4	21,6
	35	157	113	75,2	23,8
	40	172	124	82,1	26

1	2	3	4	5	6
Ремонтный и откормочный молодняк	40	172	124	82,1	26
	50	197	142	94,1	29,8
	60	217	156	104	32,8
	70	237	171	114	35,9
	80	256	184	123	38,8
	90	272	196	130	41,1
	100	289	208	138	43,7
	110	302	217	144	45,6
	120	314	226	150	47,5
	130	326	235	156	49,3
Взрослые свиньи на откорме	100	317	228	152	47
	200	426	307	204	63
	300	540	389	259	83
Овцы					
Бараны	50	169	123	79	25
	80	222	160	104	33
	100	247	172	116	37
Матки холостые	40	125	90	59	19
	50	145	104	69	22
	60	165	119	77	25
Матки суягные	40	148	107	69	22
	50	169	122	79	25
	60	185	133	87	28
Матки подсосные	40	156	112	74	23
	50	185	133	87	28
	60	206	148	97	31
Ягнята и ремонтный молодняк	5	40,1	29	18	8
	10	60	43	28	9
	20	96	69	45	14
	30	122	88	57	18
Лошади					
Жеребцы-производители	400	761	548	357	114
	600	1050	756	526	158
	800	1280	922	600	192
	1000	1431	1030	672	215
Кобылы и мерины	400	637	459	298	96
	600	836	602	392	125
	800	1018	733	477	153
Кобылы жеребые	400	761	548	356	114
	600	990	713	464	148
	800	1220	879	573	183

1	2	3	4	5	6
Кобылы с жеребятами	400	1417	1020	665	233
	600	1635	1177	767	245
	800	1879	1354	881	282
Молодняк					
верховые и рысистые породы от отъема до 1,5 лет	200	574	413	305	86
	300	709	511	333	106
	400	801	577	375	120
верховые и рысистые породы 1,5-3 лет	500	888	639	417	133
	600	970	698	456	146
тяжеловозные породы от отъема до 1,5 лет	300	746	537	350	112
	400	841	606	394	126
	500	910	655	427	137
тяжеловозные породы 1,5-3 лет	600	977	704	459	147
	700	1040	750	487	156
	800	1078	776	506	162
Кролики					
Самцы	3,5	16,08	10,58	7,70	2,38
	4,0	17,14	11,58	8,20	2,56
Самки	3,5	18,6	13,39	8,9	2,8
Молодняк	0,05	1,25	0,9	0,6	0,19
	0,1	2,42	1,74	1,16	0,36
	0,2	4,20	3,02	2,02	0,63
	0,3	5,07	3,65	2,42	0,76
	0,4	6,05	4,36	2,89	0,91
	0,5	6,92	4,98	3,31	1,04
	0,75	8,79	6,33	4,20	1,32
	1	10,51	7,58	5,02	1,58
	2	11,78	8,48	5,64	1,77
	2,5	13,91	10,01	6,66	2,08
	3	14,98	10,79	7,17	2,25
Нутрии					
Самцы	5,5	24,55	17,33	12,65	3,68
	7	28,07	19,55	14	4,2
Самки					
холостые	4,5	20,19	14,29	11,25	3,06
беременные	6,5	26,07	18,15	15,6	3,9
Молодняк подсосный	0,3	3,59	2,4	2,4	0,54
	0,5	5,0	3,51	3,5	0,75
	0,7	5,6	3,91	4,2	0,84
	1	7,2	4,92	5	1,05

1	2	3	4	5	6
Молодняк отсаженный	1,3	7,79	5,52	5,59	1,17
	2	9,98	7,02	6	1,50
	2,5	12,06	8,41	6,8	1,80
	3	14,11	9,88	7,5	2,13
	3,5	16,12	11,28	8,68	2,41
	4	18,05	12,70	9,92	2,72
	4,5	20,2	14,18	11,16	3,02
	5	22,32	15,75	12,25	3,35
Взрослая птица					
Куры яичных белых и коричневых кроссов					
промышленного стада	1,5-1,7	8,53	5,88	4,5	1,54
родительского и пра-родительского стада	1,6-1,7	8,53	5,88	4,5	1,54
Куры мясных пород (на полу)	2,9-3,2	7,3	5,08	3,75	1,44
Утки	2,8-3,8	10	6,76	5,7	1,11
Молодняк птицы					
Ремонтный молодняк яичных кур в возрасте, недель					
1	0,05	19,86	15,24	7,9	2,58
2-4	0,2-0,25	15,45	12,24	5,5	2,20
5-9	0,5-0,6	9,1	7,20	3,3	1,53
10-17	1,3	8,46	6,66	3,12	1,26
18-22	1,45	8,05	6,30	3	1,02
Молодняк мясных кур					
ремонтный в возрасте, недель					
1	0,06	15,91	13,45	4,2	2,37
2-4	0,5	12,13	10,22	3,3	2,2
5-8	1,2-1,25	8,8	6,95	3,3	1,74
9-18 (19)	2,2-2,3	6,42	4,67	3	1,4
19 (20)-26	2,5-2,8	6,61	4,86	3	1,28
на мясо в возрасте, недель					
1	0,08	15,93	13,47	4,2	2,37
2-4	0,5	12,13	10,22	3,3	2,20
5-8 (в клетках)	1,35-1,5	8,9	6,96	3,3	1,44
5-9 (на полу)	1,45-1,65	9,42	7,4	3,45	1,63

1	2	3	4	5	6
Молодняк уток					
ремонтный в возрасте, недель					
1	0,2-0,3	20,7	14,82	15,15	3,1
2-4	1-1,5	14,72	9,63	8,7	1,8
5-7(8)	2-2,6	6,84	5,07	4,5	0,92
8(9)-21	2,4-2,8	7,03	4,55	4,05	0,89
22-26(28)	2,8-3,2	6,1	4,5	4,05	0,89
на мясо в возрасте, недель					
1	0,2	20,7	14,82	15,15	3,1
2-4	1,5	14,72	9,63	8,7	1,8
5-7(8)	2-2,8	9,1	5,14	4,5	1,23

Приложение 17

Коэффициент для определения выделения животными
диоксида углерода в зависимости от температуры воздуха

Температура воздуха в помещении, °С	Крупный рогатый скот		Свиньи
	взрослые	телята	
-10	0,60	—	—
-5	0,67	—	1,34
0	0,77	—	1,14
5	0,88	—	1,06
10	1,00	0,77	1,00
15	1,10	1,00	0,94
20	1,22	1,28	0,90
25	1,38	1,65	0,86
30	1,65	1,75	0,87

Приложение 18

Коэффициент для определения выделения птицей диоксида углерода
и водяных паров в зависимости от температуры воздуха

Температура воздуха в помещении, °С	Молодняк старше 4 недель и взрослая птица	Молодняк до 4 недель
4	0,65	—
8	0,90	—
12	0,90	—
16	1,00	—
20	1,00	1,00
24	1,05	1,00
26	1,13	1,03
28	1,22	1,05
32	1,34	1,10
36	1,45	1,30

Приложение 19

Коэффициенты для определения выделения животными
водяных паров в зависимости от температуры воздуха

Температура воздуха в помещении, °С	Взрослый КРС и молодняк	Телята	Свиньи	Овцы	Лошади	Кролики	Нутрии
-10	0,41	—	—	—	—	—	—
-5	0,51	—	0,72	—	—	0,72	—
0	0,65	—	0,85	0,80	0,83	0,85	—
5	0,80	—	0,98	0,96	0,92	0,98	0,82
10	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,88
15	1,25	1,00	1,13	1,20	1,12	1,13	1,00
20	1,56	1,49	1,50	1,50	1,43	1,50	1,33
25	1,99	2,02	2,00	2,00	1,93	2,00	1,75

Приложение 20

Скорость движения воздуха в вентиляционных
вытяжных трубах, м/с

Разница температур внутреннего и наружного воздуха, °С (Δt)	Высота трубы, 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	1,82
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	1,43	1,58	1,73	1,87	2,00	2,12	2,24
28	1,47	1,65	1,80	1,95	2,08	2,21	2,33
30	1,53	1,71	1,87	2,02	2,16	2,30	2,42
32	1,59	1,77	1,94	2,10	2,24	2,38	2,51
34	1,64	1,84	2,01	2,17	2,32	2,48	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

Приложение 21

Размер поправок к количеству влаги, выделяемой животными в парообразном виде, на испарение воды с пола и ограждений, %

Условия содержания	Коровники, телятники, конюшни	Свинарники-маточники, откормочники
Удовлетворительный санитарный режим, исправно действующая канализация, регулярная уборка навоза, применение достаточного количества торфяной подстилки	7	9
Удовлетворительный санитарный режим, исправно действующая канализация, регулярная уборка навоза, применение достаточного количества соломенной подстилки, опилок или древесной стружки	10	12
Условия содержания удовлетворительные, уборка навоза 2-3 раза в сутки, неудовлетворительная работа канализации, применение недостаточного количества подстилки (засорение сточных желобов)	15	20
Те же условия, но при отсутствии подстилки (бесподстилочное содержание)	25	30
Здания с регулируемым микроклиматом для содержания кроликов. Выделение влаги со смоченных поверхностей помещения принимается в размере 200% от влаговыделений кроликами		
Здания с регулируемым микроклиматом для содержания нутрий. Выделение влаги со смоченных поверхностей помещения следует принимать в размере 300% от влаговыделений нутриями		

Приложение 22

Метеорологические данные по некоторым пунктам России

Пункт	Среднемесячная температура воздуха, °С		Средняя абсолютная влажность (по месяцам), г/м ³		
	самого холодного месяца	самого жаркого месяца	январь	март	ноябрь
Архангельск	-12,5	15,6	1,95	2,50	3,40
Астрахань	-6,8	25,3	2,70	3,70	4,60
Барнаул	-17,7	19,7	1,10	2,00	2,25
Благовещенск	-24,3	21,4	0,60	1,65	1,50
Братск	-23,6	18,2	0,75	1,50	1,60
Владивосток	-14,4	20,0	1,10	2,50	3,00
Владимир	-11,5	18,1	2,30	2,70	3,50
Волгоград	-9,2	24,2	2,25	3,40	4,00
Воркута	-20,3	11,7	1,10	1,30	1,80
Воронеж	-9,3	19,9	2,25	3,00	3,80
Грозный	-3,6	23,8	3,15	4,50	5,60
Иркутск	-20,9	17,6	0,80	1,20	1,90
Казань	-13,5	19,0	1,65	2,30	3,15
Калининград	-3,4	17,4	3,45	3,70	5,20
Калуга	-10,0	17,6	2,20	2,35	3,70
Вятка	-14,2	17,8	1,65	2,80	2,90
Комсомольск-на-Амуре	-25,6	19,9	0,50	1,65	1,80
Краснодар	-1,8	23,2	5,25	4,50	5,40
Курск	-8,6	19,3	2,50	3,20	4,05
Магадан	-21,0	12,6	0,80	1,10	1,40
Москва	-9,4	19,3	2,20	2,90	3,70
Мурманск	-10,0	22,4	1,90	2,25	3,30
Нижний Новгород	-12,0	18,1	1,95	3,55	3,30
Новгород	-8,6	17,3	2,50	2,70	4,10
Новороссийск	-2,6	23,7	4,70	5,00	6,80
Новосибирск	-19,0	18,7	1,05	1,90	2,10
Омск	-19,2	18,3	1,05	2,00	2,30
Оренбург	-14,8	21,9	1,50	2,50	2,75
Пенза	-12,1	19,8	1,90	2,60	3,30
Пермь	-15,1	18,1	1,50	2,20	2,60
Петрозаводск	-9,8	16,6	1,90	2,30	3,70
Самара	-13,8	20,7	1,65	2,60	3,15
Санкт-Петербург	-7,7	17,8	2,55	2,70	4,10
Саратов	-12,0	21,5	1,90	2,80	3,45
Смоленск	-8,6	17,6	2,40	3,00	4,00
Тамбов	-10,8	20,2	2,05	2,85	3,60
Тула	-10,1	18,4	2,18	2,90	3,70
Уфа	-14,1	19,3	1,60	2,25	2,60
Челябинск	-15,5	18,8	2,20	2,20	2,40
Чита	-26,6	18,8	0,50	1,31	1,35

Приложение 23

**Объемная масса воздуха ($\text{м}^3/\text{кг}$) при различной температуре и барометрическом давлении
(Кузнецов А.Ф., 2001)**

Температура, °С	Барометрическое давление, мм рт. ст.															
	710	715	720	725	730	735	740	745	750	755	760	765	770	775	780	
-10	1,254	1,263	1,272	1,280	1,289	1,298	1,307	1,316	1,325	1,333	1,342	1,351	1,360	1,369	1,378	
-8	1,245	1,253	1,262	1,271	1,280	1,288	1,297	1,306	1,315	1,323	1,332	1,341	1,350	1,358	1,367	
-6	1,235	1,244	1,253	1,261	1,270	1,279	1,287	1,296	1,305	1,313	1,322	1,331	1,340	1,348	1,357	
-4	1,226	1,235	1,243	1,252	1,261	1,269	1,278	1,286	1,295	1,304	1,312	1,321	1,330	1,338	1,347	
-2	1,217	1,226	1,234	1,242	1,251	1,260	1,268	1,277	1,286	1,294	1,303	1,311	1,320	1,329	1,337	
0	1,208	1,217	1,225	1,234	1,242	1,251	1,259	1,268	1,276	1,285	1,293	1,302	1,310	1,319	1,327	
2	1,199	1,208	1,216	1,225	1,233	1,242	1,250	1,258	1,267	1,276	1,284	1,292	1,301	1,309	1,317	
4	1,191	1,199	1,207	1,216	1,224	1,233	1,241	1,249	1,258	1,266	1,274	1,283	1,291	1,300	1,308	
6	1,182	1,190	1,199	1,207	1,215	1,224	1,232	1,240	1,249	1,257	1,265	1,274	1,282	1,290	1,299	
8	1,174	1,182	1,190	1,198	1,207	1,215	1,223	1,232	1,240	1,248	1,256	1,265	1,273	1,281	1,289	
10	1,165	1,174	1,182	1,190	1,198	1,206	1,215	1,223	1,231	1,239	1,247	1,256	1,264	1,272	1,280	
12	1,157	1,165	1,173	1,182	1,190	1,198	1,206	1,214	1,222	1,231	1,239	1,247	1,255	1,263	1,271	
14	1,149	1,157	1,165	1,173	1,181	1,190	1,198	1,206	1,214	1,222	1,230	1,238	1,246	1,254	1,262	
16	1,141	1,149	1,157	1,165	1,173	1,181	1,189	1,197	1,205	1,213	1,222	1,230	1,238	1,246	1,254	
18	1,133	1,141	1,149	1,157	1,165	1,173	1,181	1,189	1,197	1,205	1,213	1,221	1,229	1,237	1,245	
20	1,125	1,134	1,141	1,149	1,157	1,165	1,173	1,181	1,189	1,197	1,205	1,213	1,221	1,229	1,237	

Коэффициенты теплопередачи (K , $\text{ккал}/\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$)
для наружных стен

Конструкция стен	Толщина, мм	Масса, $\text{кг}/\text{м}^3$	K
1	2	3	4
Стеновые панели			
Трехслойная с монтажной железобетонной оболочкой и полужесткими минерализованными плитами	–	270	0,8
Двухслойная с монолитной железобетонной оболочкой и фибролитом	–	170	0,78
Трехслойная из двух часторебристых железобетонных скорлуп непрерывного вибропроката и минераловатных плит	–	220	0,88
Трехслойная с оболочкой из ребристой преднапряженной железобетонной скорлупы стендового проката и асбестоцементных листов с минераловатными плитами	–	130	0,84
Трехслойная с оболочкой из асбестоцементных листов с минераловатными плитами	–	96	0,63
Однослойная из керамзитобетона с двухслойной штукатуркой	–	210	0,78
Однослойная из перлитобетона	–	140	0,78
Однослойная из автоклавного ячеистого бетона с односторонней штукатуркой	–	235	0,77
Однослойная из безавтоклавного золопенобетона с односторонней штукатуркой	–	290	0,8
Односторонняя крупноблочная из шлакобетона с двухсторонней штукатуркой	–	800	0,8
Стены с внутренней штукатуркой			
Сплошная кладка			
из обыкновенного кирпича (ГОСТ 530-95) на тяжелом растворе	135	1800	2,54
	265		1,76
	395		1,32
	525		1,06
	655		0,89
	785		0,76
из обыкновенного кирпича (ГОСТ 530-95) на легком растворе	915	1700	0,67
	395		1,26
	525		1,01
	655		0,84
из обыкновенного кирпича с воздушной прослойкой в перевязку через 6 рядов на тяжелом растворе	785	1800	0,72
	435		1,11
	565		0,92
из обыкновенного кирпича с воздушной прослойкой в перевязку через 6 рядов на легком растворе	695	1700	0,78
	1,5		1,07
	2,0		0,88
	2,5		0,75

1	2	3	4
из силикатного кирпича (ГОСТ 379-95) на тяжелом растворе	135	1900	2,78
	265		1,86
	395		1,41
	525		1,14
	655		0,93
	785		0,81
из дырчатого кирпича (ГОСТ 530-95) на тяжелом растворе	395	1360	1,12
	525		0,89
	655		0,71
их керамических камней (ГОСТ 530-95)	395	1360	1,11
	525		0,87
	655		0,71
их керамических камней (ГОСТ 530-95) с облицовкой лицевым кирпичом в 1/2 кирпича	395	1360	1,11
	525		0,87
	655		0,71
из легкогобетонных трехпустотных камней (ГОСТ 6133-99) с перевязкой тычковыми рядами	405	1800	1,28
	605		0,91
из легкогобетонных трехпустотных камней (ГОСТ 6133-99) с засыпкой пустот шлаком	405	1800	1,03
	605		0,75
из легкогобетонных камней с щелевыми пустотами (ГОСТ 6133-99)	205	1800	1,64
	305		1,25
	405		0,99
	505		0,82
из пеносиликатных камней на тяжелом растворе	190	800	1,14
	240		0,97
	290		0,86
	340		0,74
	390		0,66
из крупных шлакобетонных блоков с наружным фактурным слоем (20-30 мм)	300	1000	0,93
	400		0,73
	500		0,61
	600		0,52
	300	1400	1,31
	400		1,06
	500		0,89
	600		0,77
из бута на тяжелом растворе	600	2400	1,96
	700		1,78
	800		1,64
	900		1,52
	1000		1,41
из бута на тяжелом растворе с облицовкой изнутри в 1/2 кирпича	600	2400	1,59
	700		1,47
	800		1,37
	900		1,28
	1000		1,21

Окончание прил. 24

1	2	3	4
из известняка-ракушечника со штукатуркой с обеих сторон на тяжелом растворе	245	1400	1,59
	410		1,07
	540		0,86
	600		0,78
	800		0,61
из тесаных камней (арктического туфа) на тяжелом растворе	265	1200	1,41
	365		1,1
	465		0,9
из полнотелых грунтобетонных камней	315	1800	2,23
	475		1,47
	625		1,12
из патметеленных грунтобетонных камней	315	1800	2,08
	485		1,37
	625		1,04
Монолитные стены из грунтобетона	315	1800	2,23
	415		1,7
	515		1,37
	615		1,14
Стены из саманных блоков	410	1400	1,16
	540		0,93
	700		0,74
Стены деревянные			
рубленые	150	–	0,85
	200		0,75
	220		0,68
	240		0,64
брусчатые	180	–	0,78
	200		0,76
Стены каркасно-засыпные с обшивкой досками (22 мм) с двусторонней штукатуркой при засыпке шлаком	100	–	1,07
	120		1,0
	150		0,89
Стены каркасно-засыпные с обшивкой досками (22 мм) с двусторонней штукатуркой при засыпке трепелом	100	–	0,83
	120		0,765
	150		0,64

Коэффициенты теплопередачи (K , $\text{ккал}/\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$)
для перекрытий

Перекрытия	Конструктивные слои	Толщина утеплителя, мм	K
1	2	3	4
Чердачные перекрытия			
Деревянные с накатом из пластин и утеплителем (шлаком)	Утеплитель; мазка 20 мм, пластины 80 мм, штукатурка по драни 20 мм	40	1,09
		80	1,0
		100	0,86
		150	0,74
		200	0,69
		250	0,57
Деревянные с накатом из пластин и утеплителем (трепелом)	Утеплитель; мазка 20 мм, пластины 80 мм, штукатурка по драни 20 мм	40	0,93
		60	0,82
		100	0,66
		150	0,52
Деревянные с накатом из сборных камышитовых щитов и утеплителем (шлаком)	Утеплитель; мазка 20 мм, камышитовый щит 100 мм, штукатурка по драни 20 мм	40	0,78
		60	0,74
		80	0,69
		100	0,66
		140	0,59
		200	0,52
Деревянные с накатом из сборных камышитовых щитов и утеплителем (трепелом)	Утеплитель; мазка 20 мм, камышитовый щит 100 мм, штукатурка 20 мм	40	0,72
		60	0,66
		80	0,61
		100	0,56
Деревянные с накатом из сборных фибролитовых щитов и утеплителем (шлаком)	Утеплитель; мазка 20 мм, щит 50 мм, штукатурка 20 мм	60	1,05
		100	0,9
		150	0,76
		200	0,66
Деревянные с накатом из сборных фибролитовых щитов и утеплителем (трепелом)	Утеплитель; мазка 20 мм, щит 50 мм, штукатурка 20 мм	40	1,02
		60	0,09
		100	0,72
		150	0,58
Деревянные с накатом из шлакобетонных или гипсовых плит и утеплителем (шлаком)	Утеплитель; плита 90 мм, пароизоляция, затирка	100	1,13
		150	0,92
		200	0,78
Деревянные с накатом из шлакобетонных или гипсовых плит и утеплителем (трепелом)	Утеплитель; плита 90 мм, пароизоляция, затирка	60	1,13
		100	0,87
		150	0,67
		200	0,55
Железобетонные из сборных ребристых плит с утеплителем (шлаком)	Утеплитель; плита 35 мм, затирка	100	1,45
		150	1,12
		200	0,92
		250	0,77

1		2	3	4
Железобетонные из сборных ребристых плит с утеплителем (трепелом)	Утеплитель; плита 35 мм, затирка	60		1,45
		100		1,04
		150		0,77
		200		0,62
Бесчердачные перекрытия				
Железобетонный, двухпустотный сборный настил с рулонной кровлей и утеплителем (пенобетоном или перосиликатом)	Водоизоляционный ковер, выравнивающий слой, уплотнитель, пароизоляция, железобетонный настил	40		1,37
		60		1,17
		80		1,01
		100		0,89
		120		0,79
		140		0,72
		160		0,65
Деревянный настил с рулонной кровлей и утеплителем (пенобетоном)	Водоизоляционный ковер, выравнивающий слой, утеплитель, пароизоляция, подшивка в четверть 30 мм	40		1,49
		60		1,25
		80		1,07
		100		0,93
		120		0,83
140		0,75		
Железобетонное сборное, с рулонной кровлей и утеплителем	Железобетонный прогон, теплоизоляция, выравнивающий слой, рулонная кровля	–		0,83
Сборное на железобетонных прогонах	Железобетонный прогон, волнистый асбестоцементный лист	–		0,5
Сборное на железобетонных прогонах	Термоизоляционный прогон, асбестоцементный лист снизу офольгирован	–		0,28
Сборное на деревянных прогонах с использованием пустотелых панелей, оклеенных снизу фольгой	–	–		1,2
Сборное на деревянных прогонах с использованием морской травы в качестве утеплителя	Подшивка, глиняная мазка, утеплитель, подшивка шифера	20		0,43

Приложение 26

Коэффициенты теплопередачи (K , $\text{ккал}/\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$) для оконных и дверных проемов

Заполнение проема	Расстояние между стеклами	K
Одинарные переплеты (одинарное остекление)	–	5,0
Двойные переплеты спаренные (двойное остекление)	55	2,5
Двойные переплеты спаренные (двойное остекление) со стеклопакетом	20	2,7
Двойные переплеты отдельные (двойное остекление)	110	2,3
Тройные переплеты, одинарный + спаренный (тройное остекление)	160	1,7
Вертикальное остекление из пустотелых стеклянных блоков	–	2,0
Наружные двери и ворота деревянные одинарные	–	4,0
Наружные двери и ворота деревянные двойные	–	2,0
Внутренние двери одинарные	–	2,5

Приложение 27

Коэффициенты теплопередачи (K , $\text{ккал}/\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$) для отдельных конструкций полов

Материалы и конструкция пола	K
Полы из бетона: верхний бетонный слой – 4 см, бетонная подготовка – 10 см	8,9
Полы из силикатного кирпича М-150 на бетонной подготовке, кирпич плашмя на раствор 15 см	5,0
Полы из силикатного кирпича, уложенного в торец на растворе, толщиной 12 см	5,8
Полы из обыкновенного обожженного кирпича, уложенного плашмя на бетонные подготовки:	
на тяжелом растворе 15 см	4,6
на легком растворе 15 см	4,3
Полы из кирпича с отверстиями на тяжелом растворе, уложенного торцом, 12 см:	
при 105 отверстиях	3,76
при 60 отверстиях	4,17
при 36 отверстиях	4,54
Полы из кирпича с отверстиями, уложенного в торец на легком растворе 12 см	4,17
Полы из керамзитоасфальта. Плиты по бетонной подготовке: керамзитоасфальт – 3 см на бетонном основании – 10 см	5,0
Полы из бетона с деревянным покрытием: бетонная подготовка – 10 см, дерево (доска) – 4 см	2,15

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Коротаева, О.С. Контроль за состоянием микроклимата в животноводческих помещениях: учебное пособие / О.С. Коротаева. – 2-е изд. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2018. – 104 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/112347>

2. Чикалев, А.И. Зоогигиена: учебник / А.И. Чикалёв, Ю.А. Юлдашбаев. – Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2024. – 248 с. – ISBN 978-5-906923-48-6. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2084490>

3. Гигиена содержания животных: учебник / А.Ф. Кузнецов, В.Г. Тюрин, В.Г. Семенов [и др.]; под редакцией А.Ф. Кузнецова. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 380 с. – ISBN 978-5-8114-5279-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/139267>

4. Меркушева, В.В. Гигиеническая оценка микроклимата животноводческих помещений: учебно-методическое пособие / В.В. Меркушева, А.В. Филатов. – Киров: Вятский ГАТУ, 2020. – 90 с. – Текст: электронный // Лань: ЭБС. – URL: <https://e.lanbook.com/book/329531>

5. Практикум по зоогигиене: учебное пособие/ И.И. Кочиш, П.Н. Виноградов, Л.А. Волчкова, В.В. Нестеров. – 2-е изд., испр. и доп. – С.-П.: Лань, 2021. – 432 с. – ISBN 978-5-8114-1272-3. – Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168868>

6. Ветеринарная гигиена и санитария на животноводческих фермах и комплексах: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Кузнецов, В.Г. Тюрин, В.Г. Семенов [и др.]. – 2-е изд., стер. – С.-П.: Лань, 2021. – 424 с. – ISBN 978-5-8114-8227-6. – Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/173147>

7. Осуществление зоогигиенических, профилактических и ветеринарно-санитарных мероприятий: 2019-08-27 / составитель Е.Н. Чернова. – Бел-

город: БелГАУ им.В.Я. Горина, 2014. – Ч. 1. – 2014. – 152 с. – Текст: электронный // Лань: ЭБС. – URL: <https://e.lanbook.com/book/123445>

8. *Аликаев, В.А.* Зоогигиена: учеб. / В.А. Аликаев, В.Ф. Костюнина. – Москва: Колос, 1993. – 239 с.

9. *Баланин, В.И.* Зоогигиенический контроль микроклимата в животноводческих и птицеводческих помещениях. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Агропромиздат, 1988. – 144 с.

10. *Баланин, В.И.* Микроклимат животноводческих зданий. – Санкт-Петербург, 2003. – 135 с.

11. *Волков, Г.К.* Гигиена крупного рогатого скота на промышленных фермах. – Москва: Россельхозиздат, 1987. – 317 с.

12. *Волков, Г.К.* Зоогигиенические нормативы для животноводческих объектов: справочник / Г.К. Волков, В.М. Репин, В.И. Большаков. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 303 с.

13. *Гончаров, Ю.М.* Проектирование сельскохозяйственных зданий и сооружений. – Красноярск, 1997. – 114 с.

14. *Емцев, В.Т.* Микробиология, гигиена, санитария в животноводстве / В.Т. Емцев, Г.И. Переверзев, В.В. Храмцов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Дрофа, 2004. – 304 с.

15. *Ивашура, А.И.* Гигиена производства молока. – Москва: Росагропромиздат, 1989. – 237 с.

16. *Крылов, Ю.М.* Организация и исследование микроклимата в животноводческих помещениях Сибири: метод. рекомендации. – Новосибирск, 1986. – 232 с.

17. *Кузнецов, А.Ф.* Гигиена животных / А.Ф. Кузнецов, М.С. Найденский, А.А. Шуканов, В.И. Баланин. – Москва: Колос, 2001. – 368 с.

18. *Кузнецов, А.Ф.* Гигиена сельскохозяйственных животных / А.Ф. Кузнецов, М.В. Демчук. – Кн. 1. – Москва: ВО Агропромиздат, 1991.

19. *Кузнецов, А.Ф.* Гигиена сельскохозяйственных животных / А.Ф. Кузнецов, М.В. Демчук. – Кн. 2. – Москва: ВО Агропромиздат, 1992.

20. *Кузнецов, А.Ф.* Практикум по зоогигиене / А.Ф. Кузнецов, А.А. Шуканов, В.И. Баланин, Н.В. Мухина, В.А. Немилов, Е.Н. Сафронов. – Москва: Колос, 1999. – 208 с.
21. *Кузнецов, А.Ф.* Справочник по ветеринарной гигиене / А.Ф. Кузнецов, В.И. Баланин. – Москва: Колос, 1984. – 335 с.
22. *Кузнецов, А.Ф.* Практикум по зоогигиене с основами проектирования животноводческих объектов: учеб. пособие / А.Ф. Кузнецов, В.М. Кожурин. – Москва, 2006. – 347 с.
23. *Лебедев, П.Т.* Микроклимат помещений для животных и методы его исследования. – Москва: Россельхозиздат, 1973. – 210 с.
24. *Медведский, В.А.* Зоогигиена с основами проектирования животноводческих объектов / УП «ИВЦ Минфина». – Москва, 2008. – 600 с.
25. *Найденский, М.С.* Гигиенический контроль за проектированием, строительством и эксплуатацией животноводческих объектов. – Москва, 1997.
26. *Онегов, А.П.* Справочник по гигиене сельскохозяйственных животных / А.П. Онегов, Ю.И. Дудырев, М.А. Хабибулов. – Москва: Россельхозиздат, 1984. – 303 с.
27. *Храбустовский, И.Ф.* Практикум по зоогигиене / И.Ф. Храбустовский, М.В. Демчук, А.П. Онегов. – Москва: Колос, 1984. – 270 с.
28. *Храбустовский, И.Ф.* Справочник основных зоогигиенических и ветеринарно-санитарных нормативов строительства и эксплуатации животноводческих помещений / И.Ф. Храбустовский, И.А. Голубев, Ю.М. Маркова. – Киев: Урожай, 1974.
29. *Чикалев, А.И.* Зоогигиена с основами проектирования животноводческих объектов. – Санкт-Петербург: Лань, 2006. – 217 с.
30. *Шведчиков, Е.Н.* Зоогигиена / Е.Н. Шведчиков, А.М. Петров. – Самара, 2000. – 320 с.
31. *Шведчиков, Е.Н.* Практикум по зоогигиене / Е.Н. Шведчиков, А.М. Петров. – Самара, 2000. – 193 с.

32. Юрков, В.М. Микроклимат животноводческих ферм и комплексов. – Москва: Россельхозиздат, 1985.

Нормативные документы

1. ВНТП 2-96. Ведомственные нормы технологического проектирования свиноводческих предприятий.
2. НТП 1-99. Нормы технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота.
3. НТП-АПК 1.10.01.001-00. Нормы технологического проектирования ферм крупного рогатого скота крестьянских хозяйств.
4. НТП-АПК 1.10.16.001-02. Нормы технологического проектирования кормоцехов для животноводческих ферм и комплексов.
5. ОСН-АПК 2.10.14.001-04. Нормы по проектированию административных, бытовых зданий и помещений для животноводческих, звероводческих и птицеводческих предприятий и других объектов сельскохозяйственного назначения.
6. ОСН-АПК 2.10.24.001-04. Нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений.
7. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 г. №87 «Положение о составе разделов проектной документации и требования к ее содержанию» (см. последнюю редакцию).
8. РД-АПК 1.10.01.01-18. Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота.
9. РД-АПК 1.10.02.01-13. Методические рекомендации по технологическому проектированию свиноводческих ферм крестьянских (фермерских) хозяйств.
10. РД-АПК 1.10.02.04-12. Методические рекомендации по технологическому проектированию свиноводческих ферм и комплексов.
11. РД-АПК 1.10.03.01-11. Методические рекомендации по технологическому проектированию козоводческих ферм и комплексов.

12. РД-АПК 1.10.03.02-12. Методические рекомендации по технологическому проектированию овцеводческих объектов.

13. РД-АПК 1.10.04.03-13. Методические рекомендации по технологическому проектированию коневодческих предприятий.

14. РД-АПК 1.10.05.04-13. Методические рекомендации по технологическому проектированию птицеводческих предприятий.

15. РД-АПК 1.10.06.02-13. Методические рекомендации по технологическому проектированию звероводческих и кролиководческих ферм крестьянских (фермерских) хозяйств.

16. РД-АПК 1.10.07.01-12. Методические рекомендации по технологическому проектированию ветеринарных объектов для животноводческих, звероводческих, птицеводческих предприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств.

17. РД-АПК 3.10.01.09-08. Методические рекомендации по расчету и проектированию средств обеспечения микроклимата на фермах по откорму крупного рогатого скота.

18. РД-АПК 3.10.01.11-08. Методические рекомендации по проектированию генеральных планов ферм и комплексов по производству молока, говядины и свинины.

19. РД-АПК 3.10.07.01-09. Методические рекомендации по ветеринарной защите животноводческих, птицеводческих и звероводческих объектов.

20. СНиП 23.01-99. Строительная климатология (ред. от 24 декабря 2002 г.). Приказ Минстроя России от 24.12.2020 г. № 859/пр "Об утверждении СП 131.13330.2020 "СНиП 23-01-99* Строительная климатология"

21. СНиП 23.02-2003. Тепловая защита зданий.

22. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

23. СП 106.13330.2012 Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения. Актуализированная редакция СНиП 2.10.03-84.

24. СП 19.13330.2011 «СНиП 11-97-76. Генеральные планы сельскохозяйственных предприятий».

25. СП 52 13330.2011 «СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение».

26. Федеральный закон от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (см. посл. редакцию).

Периодическая литература (журналы)

1. Животноводство России.
2. Зоотехния.
3. Коневодство и конный спорт.
4. Кролиководство и звероводство.
5. Молочное и мясное скотоводство.
6. Птицеводство.
7. Пчеловодство.
8. Свиноводство.
9. Овцы, козы, шерстное дело.

Интернет-ресурсы

1. <http://www.booksite.ru/periodic/period.192.htm> (Аграрная наука).
2. <http://www.booksite.ru/periodic/period.202.htm> (Коневодство и конный спорт).
3. <http://www.booksite.ru/periodic/period.202.htm> (Кролиководство и звероводство).
4. <http://www.booksite.ru/periodic/period.204.htm> (Молочное и мясное скотоводство).
5. <http://www.booksite.m/periodic/period.207.htm> (Птицеводство).
6. <http://www.cnshb.ru/izdat.shtm> (Ветеринария).
7. <http://www.koloss.ru/pub> (Зоотехния).
8. <http://www.rushorses.ru> (ВНИИ коневодства).

9. <http://www.zzr.ru> (Животноводство России).
10. <http://www.rba.ru> (Российская национальная библиотека, г. Санкт-Петербург).
11. <http://www.cnshb.ru> (Центральная научная сельскохозяйственная библиотека, г. Москва).
12. <http://www.vij.ru> (Всероссийский государственный НИИ животноводства).

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА.....	5
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ.....	26
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА.....	30
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ И ОХЛАЖДАЮЩИХ СВОЙСТВ ВОЗДУХА.....	40
5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ ПОМЕЩЕНИЙ.....	51
6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ И ДОЗЫ УФ-ОБЛУЧЕНИЯ ЖИВОТНЫХ.....	60
7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА.....	62
8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ АЭРОИОНОВ.....	68
9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПЫЛИ В ВОЗДУХЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ.....	71
10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА.....	76
11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГАЗОВОГО СОСТАВА ВОЗДУХА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ.....	82
12. МИКРОФЛОРА ВОЗДУХА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ.....	96
13. ВЕНТИЛЯЦИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ.....	107
14. РАСЧЕТ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ.....	117
ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНЫ.....	124
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	137
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	164

**Пермяков Александр Александрович,
Тян Елена Александровна,
Котомина Гульнара Ахметовна,
Литвина Лидия Алексеевна**

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ И ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Учебное пособие

Печатается в авторской редакции
Оператор электронной верстки Е.А. Тян

Подписано в печать _____ г.
Формат 60×84 1 /16. Объем ____ уч.-изд. л., 10,75 усл. печ. л.
Тираж ____ экз. Изд.№ ____. Заказ № ____.

Отпечатано в Издательском центре «Золотой колос»
630039, РФ, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, офис 106
Тел. факс (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru