

Министерство сельского хозяйства РФ

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Институт ветеринарной медицины и биотехнологии

Кафедра нормальной и патологической морфологии и физиологии животных

Менькова А.А., Цыганков Е.М.

Гигиена воздушной среды и методы ее контроля в животноводческих помещениях

Учебно-методическое пособие
по изучению дисциплины «Зоогигиена»,
для студентов очной и заочной форм обучения высших учебных заведений
по специальности 36.03.02- Зоотехния (бакалавриат),
профиль Технология производства продуктов животноводства (по отраслям)

Брянск - 2022

УДК 619:614.9 (076)

ББК 48.1

М 51

Менькова, А. А. Гигиена воздушной среды и методы ее контроля в животноводческих помещениях: учебно-методическое пособие для лабораторных и практических занятий по курсу «Зоогигиена» для студентов очной и заочной форм обучения высших учебных заведений по специальности: 36.03.02 – «Зоотехния» (бакалавриат), профиль «Технология производства продуктов животноводства» (по отраслям) / А. А. Менькова, Е. М. Цыганков. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2022. – 36 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для выполнения студентами очной и заочной формы обучения лабораторно-практических занятий по дисциплине «Зоогигиена» по специальности 36.03.02 - Зоотехния (бакалавриат), профиль Технология производства продуктов животноводства (по отраслям).

Рецензенты: доктор биологических наук, профессор кафедры эпизоотологии, микробиологии, паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы Крапивина Е.В.

Рекомендовано к изданию методической комиссией института ветеринарной медицины и биотехнологии Брянского ГАУ, протокол №5 от 24.12.2021 года.

© Брянский ГАУ, 2022

© Менькова А.А., 2022

© Цыганков Е.М., 2022

Оглавление

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Методы и приборы для измерения температуры воздуха | 4 |
| 2 | Определение влажности атмосферного воздуха | 9 |
| 3 | Определение скорости движения воздуха | 16 |
| 4 | Определение естественной и искусственной освещенности | 20 |
| 5 | Определение содержания углекислого газа, аммиака, сероводорода и окиси углевода в воздухе помещений для животных | 25 |
| 6 | Определение пыли и микроорганизмов в воздухе | 30 |
| | Список использованной литературы | 35 |

Занятие 1

Тема: Методы и приборы для измерений температуры воздуха

Цель занятия: научиться определять температурные параметры животноводческих помещений.

Содержание занятия:

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

Материальное обеспечение: ртутные, спиртовые, толуоловые термометры, пристеночные, термоэлектрические, термографы.

Порядок выполнения заданий

1. Приборы для измерения температуры и поверхностей ограждений

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

1. Жидкостные (спиртовые, ртутные и толуоловые) термометры.
2. Электротермометры.
3. Пристеночные.
4. Термографы.

Комбинированные разных модификаций (максимально - минимальный, термоанемометр ЭА-2М).

Наибольшее применение в животноводстве находят спиртовые, ртутные и толуоловые термометры. Спиртовые применяют для определения низких температур (до минус 130°C) и их называют минимальными. Ртутные используют для определения высоких температур (так как ртуть замерзает при минус $39,4^{\circ}\text{C}$) и их называют максимальными (рис. 1а). Ртутные термометры дают устойчивые показания при положительных температурах, а спиртовые - при минусовых. Толуоловые термометры можно применять для измерения как низких, так и высоких температур (от -95°C до $+110^{\circ}\text{C}$).

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

Спиртовые термометры имеют несложное устройство и просты в обращении. Они состоят из стеклянной трубки и резервуара, заполненного подкрашенным спиртом. При нагревании спирт расширяется и переходит из резервуара в трубку. Чем выше температура окружающей среды, тем выше поднимается столбик спирта. Уровень подъёмов и опусканий жидкости между резервуаром и столбиком устраивается сужение.

Иногда в стеклянную трубку вводится штифт - указатель. При повышении температуры спирт не увлекает за собой штифт (или иглы) и свободно проходит через сужение капилляра, а при понижении вогнутый мениск тянет за со-

бой штифт по направлению к резервуару и показывает самую низкую (минимальную) температуру за период исследований.

Ртутный термометр имеет принципиально сходное устройство со спиртовым. Но в некоторых термометрах в месте перехода, от резервуара с ртутью к капилляру вводится пузырёк разряжённого воздуха или стеклянный штифт.

Электротермометры основаны на полупроводниках. Состоят из термопары и гальванометра. Приборы портативны и отличаются большой точностью измерений. Они бывают различных типов (ЭТП, ММ-6, АМ-2М, ЭВМ-2 и др.). Электротермометры предназначены для температуры воздуха в производственных условиях, помещениях для животных, а также температуры поверхностей ограждений и др. Этот термометр можно применять при температуре окружающего воздуха от 10°C до 35°C относительной влажности до 80%. Температуру можно измерять в диапазоне от -30°C до 120°C.

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

Терограф - самопишущий прибор, предназначенный для систематического наблюдения за температурой воздуха в течение суток (26 ч.) и даже недели (176 ч.). Регистрация изменений температуры воздуха производится на диаграммной ленте установленного образца. Принцип его действия основан на свойстве биметаллической пластинки изменить радиус изгиба в зависимости от температуры окружающего воздуха. Один конец пластинки в термографе закрепляется неподвижно, а другой при помощи системы рычагов соединяется с длинной стрелкой, заканчивающейся пером. В призму пера наливают специальные чернила (чернила разбавленные глицерином, трудно высыхающие и незамерзающие). Перо приводится в соприкосновение с бумажной лентой, надетой на барабан, который медленно вращается с помощью часового механизма. Перед работой показания термографа сверяют с ртутным термометром и регулировочным винтом устанавливают самопишущее перо на исходной температуре.

Комбинированный минимально-максимальный термометр (Сикса). Им пользуются для изучения колебаний температуры в помещениях для животных. Термометр имеет вид изогнутой с обоих концов трубки, у которой правый конец расширен в виде шара, а левый - в виде цилиндра.

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

При повышении температуры спирт в левом размеряется, давит на столбик ртути и передвигает его в правом колене трубки. Одновременно передви-

гается вверх и указатель температуры. При понижении температуры и обратном движении спирта и ртути указатель благодаря трению щетинок остаются на месте и фиксирует максимальную температуру. При этом столбик ртути в левом колене поднимается и проталкивает указатель, который показывает минимальную температуру за период наблюдений.

Термоанемометр типа ЭА- 2М, портативный переносной прибор, служит для измерения температуры, скорости движения воздуха и направления воздушных потоков. Измерения можно осуществлять в пределах: температуру от 10°С до 60°С, скорость движения воздуха от 0 до 5 м/с и направление воздушных потоков от 0 до 360°С.

2. Правила измерения температуры воздуха

Температуру воздуха внутри помещения измеряют 3 раза в сутки (утром, в середине дня и вечером) в одно и тоже время. В 3 зонах по вертикали (на уровне лежания, состояния животных и на высоте роста обслуживающего персонала). И 0,6 от потолка.

Температуру в помещениях определяют для:

- а) лошадей - 0,6 и 1,5 метра от пола;
- б) взрослого КРС, молодняка - 0,5; 1,2 и 1,5 метра от пола;
- в) в свинарнике - 0,3; 0,7 и 1,5 метра от пола;
- г) в птичниках с напольным содержанием - 0,2 и 1,5 метра от пола.

При клеточном содержании точки замеров выбирают в проходах между батареями и в зоне клеток нижнего, среднего и верхнего ярусов. Точки измерения - середина помещения и два угла по диагонали на расстоянии 0,8 – 1,5 метра от продольных стен и 3 метра от торцовых.

Продолжительность измерения температуры в точке -10-15 минут. Измерительные приборы располагают в помещении так, чтобы на них не попадали солнечные лучи, тепло от батарей отопления, холод от стен и вентиляционных устройств.

Температуру измеряют не реже 3-4 раз в месяц, по 3 дня подряд. Среднюю температуру воздуха следует определять по результатам двухсуточных исследований.

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

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

Шкалы измерения температуры

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

Таблица 1. Шкалы измерения температуры

| Шкала | Точка замерзания воды, град. | Точка кипения воды, град. |
|------------------|------------------------------|---------------------------|
| Цельсия \ C \ | 0 | 100 |
| Реомюра \ R \ | 0 | 80 |
| Фаренгейта \ F \ | 32 | 212 |

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

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

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

При измерении температур по шкале Кельвина за точку отсчёта принимается минус 273°C по Цельсию. Следовательно, для перевода температуры из шкалы Цельсия в шкалу Кельвина следует искомую величину увеличить на 273. Например: по шкале Цельсия точка замерзания воды равна 0°C , ртути - 39°C и спирта - 130°C , а по шкале Кельвина: 273, 234 и 143 градуса.

3. Нормы параметров микроклимата животноводческих помещений

Из выше изложенного видно, что на температуру помещений влияет множество факторов внешней и внутренней среды. Поэтому параметры температуры и других составных элементов микроклимата должны обвязываться с типом построек, технологией содержания, уровнем кормления, видом, продуктивностью и половозрастным составом животных. В настоящее время рекомендованы производству оптимальные, допустимые максимальные и минимальные нормы параметров температуры, влажности, скорости движения и газового состава воздуха для разных климатических зон. Основные положения этих документов находятся в «Нормах технологического проектирования животноводческих помещений», которыми и следует пользоваться зоотехникам и ветеринарным специалистам при оценки микроклимата.

Таблица 2. Расчётные температура, влажность и скорость движения воздуха в помещениях животноводческих зданий.

| Помещения | Температура, °С | Относительная влажность % | Скорость движения воздуха м / с | |
|---|-----------------|---------------------------|---------------------------------|---------------|
| | | | холодный период | теплый период |
| Для содержания овец: | | | | |
| Родильное отделение | 15 | 75 | 0,2 | 0,5 |
| Взрослые | 3 | 80 | 0,5 | 0,8 |
| Для содержания КРС | | | | |
| коровы, быки производители При привязном содержании. | 10 | 70 | 0,5 | 1,0 |
| при беспривязном на глубокой подстилке | 3 | 85 | 0,3 | 0,5 |
| Родильное отделение | 16 | 70 | 0,3 | 0,5 |
| Телята в возрасте: | | | | |
| до 20 дней | 20 | 70 | 0,1 | 0,5 |
| 20-60 дней | 16 | 70 | 0,1 | 0,5 |
| 60-120 дней | 14 | 70 | 0,2 | 1,0 |
| 4- 12 мес. | 12 | 70 | 0,3 | 1,2 |
| Для содержания свиней | | | | |
| Свиноматки, хряки – производители | 16 | 75 | 0,3 | 1,0 |
| Свиноматки и поросята отъёмыши | 20 | 70 | 0,15 | 0,6 |
| Свиньи на откорме | 16 | 75 | 0,3 | 1,0 |
| Для содержания лошадей | | | | |
| Лошади рабочие | 4 | 85 | 0,3 | 1,0 |
| Остальное поголовье | 6 | 85 | 0,2 | 0,7 |

Примечание. 1. В тёплый период года (при температуре наружного воздуха 10° С и выше) температура воздуха в помещении для содержания К,Р,С, должна не более чем на 5° С выше расчётной наружной температуры, но не выше 30° С , а в свинарниках- откормочниках не выше 25° С . 2. В холодный период года в течение 5... 10 дней подряд допускается понижение температуры: в коровниках и телятниках - до 5, а в свинарниках - до 10 ° С.

Контрольные вопросы

1. Приборы для определения температуры воздуха и поверхностей ограждений.
2. Назовите шкалы измерения температуры.
3. Правила измерения температуры атмосферного воздуха.
- 4 . Правила измерения температуры атмосферного воздуха в животноводческих помещениях.
5. Принципиальные отличия максимального термометра от минимального.
6. Принцип работы термографа М-16.

Занятие 2

Тема: Определение влажности воздуха, атмосферного давления

Цель занятия: научиться определять влажность воздуха и атмосферное давление при помощи - приборов.

Содержание занятия

1. Приборы для определения атмосферного давления воздуха.
2. Приборы для определения влажности воздуха. Порядок выполнения заданий.

1. Приборы для определения атмосферного давления воздуха

Атмосферное давление измеряется высотой ртутного столба, уравновешивающего это давление. Нормальным давлением принято считать 760 мм рт. ст. Бар разделяется на 1000 миллибар (мбар). Отсюда 1 мбар равен 0,75 мм рт. ст., а давление в 1 мм рт. ст. соответствует 1,33 мбар. В последнее время давление выражается в единицах Паскалях (Па). По этой системе нормальное давление равняется 1013 Па.

Приборы. Атмосферное давление, измеряют ртутными барометрами и металлическими барометрами-анероидами. Ртутные барометры бывают сифонные и чашечные.

Ртутный сифонный барометр - прибор очень точным, но требует осторожного обращения и почти не выдерживает перевозок. Поэтому, им пользуются при лабораторных исследованиях и при проверке барометров-анероидов. Прибор представляет собой, вертикальную трубку из белого стекла, изогнутой внизу на 180° и заполненной ртутью. Длинный конец трубки запаян, а короткий конец открыт. Давление атмосферы принимается открытым концом: при повышении его уровень ртути в коротком конце понижается, что соответственно вызывает повышение уровня ртути в запаянном конце.

В чашечном барометре имеется широкая чугунная чашка с ртутью, закрытая сверху, но сообщающаяся через отверстие с атмосферным воздухом. Стеклообразную 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 оправкой, на верхней части которой нанесена шкала. В верхней части трубки под запаянным концом образуется торичеллиева пустота. Изменение атмосферного давления передается на поверхность ртути в чашке, что в свою очередь, влияет на уровень ртути в трубке: при повышении атмосферного давления возникает уровень ртути в трубке, и наоборот. Барометры-анероиды дают менее точные показания. Эти приборы портативны и при регулярной проверке по ртутному барометру их широко используют для гигиенических исследований.

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.

Барометр-анероид хранят в закрытом футляре в горизонтальном положении. Барограф 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 изменение давления воздуха. Через систему рычагов изменения объема коробки передаются на стрелку с писчиком. На разграфленной ленте барометра, так же как и у термографа, вычерчивается кривая колебаний атмосферного давления за сутки или за неделю.

2. Приборы для определения влажности воздуха

Для суждения о влажности, воздуха в помещениях и вне их определяют их абсолютную влажность, относительную влажность, дефицит насыщения, точку росы, максимальную влажность.

Приборы для определения: абсолютной влажности воздуха

Абсолютную влажность воздуха определяют психрометрами. Пользуясь таблицей упругости водяных паров, насыщающих воздух при разных температурах, по специальным формулам вычисляют относительную влажность, дефицит насыщения и точку росы. Для приближенного определения относительной влажности пользуются специальными таблицами или номограммами;

Наиболее часто в практике исследований пользуются стационарными или динамическими (аспирационными) психрометрами.

Стационарный психрометр состоит из двух одинаковых термометров (ртутные, в новых моделях спиртовые), укрепленные 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 (в новых моделях в расширенный конец изогнутой трубки-пробирки). Уровень воды в стаканчике должен находиться на расстоянии 2-3 см от нижнего конца резервуара. Стаканчик (трубку) наполняет дистиллированной или кипяченой (мягкой) водой. В силу капиллярности материал постоянно смачивается, и с шарика термометра непрерывно испаряется вода. Это вызывает потерю тепла пропорционально скорости испарения. Испарение происходит тем энергичнее, чем суше воздух. В связи с этим показания температуры на влажном термометре ниже, чем на рядом расположенном сухом. Разность показаний обоих термометров и берется за основу расчетов.

Аспирационный психрометр типа МВ-4М дает весьма точные показания его широко применяют в зоогигиенических исследованиях.

Он состоит, так же как и статический психрометр, из двух одинаковых термометров. Резервуар каждого из них окружен двумя металлическими гильзами для защиты от тепловой радиации, а также фибровой прокладкой для защиты от теплопроводности оправы. Гильзы переходят в общую трубку с небольшим аспирационным вентилятором у входного конца. Вентилятор приво-

дится в движение пружиной, которую заводят ключом, или электрическим моторчиком. Вентилятор покрыт колпачком и при работе просасывает воздух снизу, через гильзу в общий воздухопровод с постоянной скоростью 4 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.

Ход определения и вычисление результатов

При определении абсолютной влажности статическим психрометром прибор устанавливают в точке исследования, Обертку влажного термометра (или расширенный конец трубки) погружают в стаканчик с водой, поднимают шарик на необходимую высоту. Оставляют в покое прибор на 10-15 мин, следя за тем, чтобы на прибор не влияли источники тепла (лампы, печи и пр.), а также случайные движения воздуха (Ходьба, открывание дверей) После указанного срока записывают показания сухого и влажного термометров с точностью до 0,1 С, делая это быстро, лишь на короткое время приближаясь к прибору и стараясь не дышать на него.

Расчет. Абсолютную влажность воздуха по показаниям сухого и влажного термометров вычисляют по формуле Ренью:

$$A = E - a (T_1 - T_2) B,$$

где А - абсолютная влажность, выражаемая напряжением паров, мм рт. ст.;

Е - максимальная упругость водяных паров при температуре влажного термометра (эту величину находят по табл. 1), мм рт. ст.;

а - психрометрический коэффициент, зависящий от скорости движения воздуха (см. ниже); В- барометрическое давление при наблюдении, мм рт. ст.,

T_1 - температура сухого термометра, С;.

T_2 - температура влажного воздуха, 1⁰С.

Величина психрометрического коэффициента:

0,0013 - в тех случаях, когда определяют влажность воздуха в помещении для животных при закрытой вентиляции и при отсутствии сильного ветра снаружи;

0,0011 - если определение ведется в помещениях для животных при обычных условиях движения воздуха и при открытой вентиляции;

0,0009 - если в помещении ощущается едва заметное движение воздуха, а также, если определяют влажность наружного воздуха при кажущемся отсутствии ветра;

0,00079 если при определении влажности в наружной атмосфере отмечается небольшое движение воздуха; 0,0007.- если при определении влажности в наружном воздухе имеется умеренное движение его;

0,00067 при определении влажности наружного воздуха с большой скоростью его.

Пример вычисления абсолютной влажности воздуха. Определение, проводили статическим (стационарным) психрометром при следующих данных: показания сухого термометра $12,5^{\circ}\text{C}$, показания влажного термометра $11,2^{\circ}\text{C}$, барометрическое давление 755 мм рт. ст., психрометрический коэффициент 0,0011, максимальная упругость пара при $11,2^{\circ}\text{C}$ 9,92 мм рт. ст.

Вводим в приведенную выше формулу эти величины:

$$A = 9,92 - 0,0011 (12,5 - 11,2) \times 755 = 8,84 \text{ мм рт. ст.}$$

Зная эту величину можно вычислить ее процентное отношение к максимальной влажности воздуха при данной температуре сухого термометра, т.е. относительную влажность воздуха. Для этого пользуются формулой:

$$R = \frac{A * 100}{E}$$

где R - относительная влажность, воздуха, %;

A - найденная абсолютная влажность воздуха, мм рт. ст.,

E максимальная упругость водяных паров, мм рт. ст. при температуре сухого термометра (температура воздуха в момент наблюдений). В нашем примере она равна 10,8 мм рт. ст.

Подставляем найденные: величины в формулу:

$$R = \frac{8,84 * 100}{10,8} = 81,8\%$$

Для быстрого вычисления приблизительной относительной влажности воздуха с помощью статических психрометров можно пользоваться психрометрической таблицей 2. В верхней графе таблицы приведены разность показаний сухого и влажного термометров, а в вертикальной графе показания влажного термометра. На пересечении этих граф находят цифры, приблизительно соответствующие величине относительной влажности исследуемого воздуха.

Пример. Показания влажного термометра 8°C , а показания термометра 11°C . Следовательно, разность в показаниях термометров составляет 3°C , а на пересечении цифр 8 и 3 будет находится искомая относительная влажность воздуха, равная 63%.

Дефицит насыщения (ДФ) определяют по разности между максимальной влажностью юз духа и абсолютной его влажностью:

$$\text{ДФ } E - A = 10,8 - 8,84 = 1,96.$$

Точку росы (Т) вычисляют по таблице 1. В данном примере абсолютная влажность равна 8,84 мм рт. ст. Находим по таблице температуру, при которой указанная абсолютная влажность полностью насыщает воздух, т. е. становится максимальной ($9,5^{\circ}\text{C}$). При снижении температур! воздуха ниже $9,5^{\circ}\text{C}$ про-

изойдет концентрация влажности в виде росы на холодных поверхностях (стенах, потолке и пр.). Температура 9,5⁰С и будет точкой росы.

Правила работы со статическим психрометром

1. Сухой и влажный термометры должны быть одинаковыми, точными и в сухом состоянии показывать одну температуру;

2. Ртутные (или спиртовые) резервуары обоих термометров должны находиться в момент измерения на одной высоте и на расстоянии не менее 4-5 см друг от друга;

3. Батист, которым обернут шарик влажного термометра, должен показывать его в полтора слоя. Если нет батиста; шарик можно обернуть марлей в два слоя. Марлю или батист необходимо обезжиривать в эфире или 0,1 %-ном растворе щелочи. Периодически обертку шарика надо менять;

4. Для наполнения стаканчика прибора необходимо пользоваться дистиллированной, кипяченой (или трубки-пробирки) водой или, в крайнем

Правила работы с аспирационным психрометром

Для смачивания обертки влажного термометра этого психрометра применяют резиновую грушу, с пипеткой. Грушей поднимают воду в пипетке на 2/3 ее длины и задерживают на: этом уровне при помощи зажима. Пипетку вводят полностью в гильзу влажного (правого) термометра и смачивают обертку резервуара. Затем освобождают зажим, и вода уходит в грушу. Пипетку вынимают так, чтобы по ее стенкам - стекала лишняя вода с конца обертки (батиста) Если в просвете гильзы при обильном смачивании образуется водяная пробка, то ее удаляют трубочкой из фильтровальной бумаги. После этого приводят в движение вентилятор прибора включением в электрическую сеть моторчика или заводом пружины. Показания термометра отсчитывают летом через 4-5 мин, а зимой чёрез15 мин после начала работы вентилятора. В последнем случае пружинный завод вентилятора приходится заводить дважды.

Абсолютную влажность при использовании этим психрометром вычисляют по формуле:

$$A = E - 0,5 (T_1 - T_2) B : 755$$

где А - абсолютная влажность, мм рт. ст.;

Е - максимальное напряжение водяных паров при температуре влажного термометра; 0,5 постоянная величина (психрометрический коэффициент);

T₂- температура сухого термометра; T₁ температура влажного термометра;

В - барометрическое давление в момент исследования;

755 - среднее барометрическое давление.

Пример. Абсолютная влажность воздух при T = 15 С ,T1 = 12,5 С , в=758 мм и Е (находят по табл. 1) =10,8.

$$A = 10,8 - 0,5 (15 - 12,5) 758:755 = 9,54 \text{ мм.}$$

Относительная влажность воздуха в нашем примере равна:

$$R = \frac{9.54 * 100}{12.7} = \frac{954}{12.7} = 75.2\%$$

Влажность воздуха можно определить весовым, химическим методами и психрометрами с электроэлементами, по ввиду слабости они не нашли пока применения в зоогигиенических исследованиях.

Прибор для определения относительной влажности воздуха. Для определения относительной влажности воздуха применяют гигрографы - приборы, действие которых основано на способности обезжиренного в эфире человеческого, волоса удлиняться при повышении относительной влажности воздуха и укорачиваться при ее понижении.

Гигрометр типа МВ-18 состоит из металлической рамки, в которой натянут волос. Верхний конец волоса закреплен в пластинке рамки около винтика, а нижний переброшен через маленький блок. На этом конце волоса укреплен маленький груз для постоянного натяжения волоса.

К оси блока прикреплена тонкая, легкая, длинная стрелка передвигающаяся по полудуговой шкале в ту или другую сторону, В зависимости от удаления или укорачивания волоса. На шкале нанесены деления в один или два ряда. Верхний ряд обозначает относительную влажность воздуха в процентах. Деления этого ряда увеличиваются справа налево, так как длина волоса изменяется больше при меньшей влажности воздуха. По нижнему ряду делений (1-100) определяют чувствительность прибора.

После продолжительного нахождения прибора в условиях низкой относительной влажности гигрометр помещают на 4 ч вереду с высокой влажностью, после чего им можно пользоваться снова.

При помощи гигрометра можно получить данные об относительной влажности воздуха непосредственно, без дополнительных вычислений. Этот прибор, дающий практически приемлемые данные об относительной влажности воздуха, благодаря несложным устройствам и пользования им, а также его универсальности в отношении использования при различных температурах воздуха должен найти распространение в зоогигиенических наблюдениях, проводимых непосредственно в хозяйствах.

Гигрометр волосяной представляет собой в круглой оправе М-68 металлический корпус со шкалой делениями в процентах относительной влажности воздуха. Внутри корпуса имеется датчик влажности и механизм для закрепления и перемещения стрелки по шкале. Установка стрелки на заданное деление производится регулировочным винтом. Диапазон измерения относительной влажности в пределах от 30 до 100%. Прибор можно использовать, для работы при температурах от -30 до 45 С. Принцип действия данного гигрометра, как и волосяного гигрометра типа МВ-18.

Правила работы с гигрометрами. При работе с гигрометром необходимо соблюдать определенные правила:

1. Прибор, находящийся длительное время в условиях низкой влажности, например в лаборатории или в среде с высокой влажностью, первое время может давать завышенные показания, поэтому их учитывать можно спустя 3-4 ч после начала исследования

2. Показания гигрометра надо периодически проверять по психрометру. Для этого рядом с устанавливаемым гигрометром и психрометром, определяют влажность воздуха по психрометру и винтиком на верхней планке рамы гигрометра устанавливают стрелку его по шкале;

3. Показания гигрометра при постоянном пользовании им надо отсчитывать через 20-30 мин после установки прибора в месте измерения влажности;

4. Гигрометр с приспособлением для проверки показания прибора при 100%-ной влажности помещают в металлическую коробку с передней стенкой из стекла. Между задней стенкой коробки и прибором ставят рамку с натянутой кисеей, смоченной водой. В коробке при закрытии крышки создается 100%-ная влажность воздуха. Если показания стрелки не будут соответствовать 100%-ной влажности, то положение стрелки регулируют винтом.

Гигрограф М-21 (метеорологический) применяют для непрерывной записи изменения относительной влажности воздуха от 30 до 100% при температуре от -30 до 45 С. Приборы выпускают двух типов: суточные и недельные с продолжительностью одного оборота барабана часового механизма 26 и 176 ч.

Гигрограф состоит из датчика и пучка обезжиренных человеческих волос, закрепленных концами во втулках; металлического кронштейна и защищенных от повреждений ограждением; передаточного механизма, стрелки с пером, барабана с часовым механизмом и корпуса. Перед работой укрепляют перо специальными чернилами. Первоначально перо на ленте устанавливают при помощи регулировочного винта в соответствии с показаниями аспирационного психрометра. На диаграммной ленте записывают, дату и время начала и конца регистрации. Прибор для записи относительной влажности ставят на определенную высоту строго горизонтально. Термограф и термогигрограф комбинированные приборы, непрерывно регистрирующие в течение недели одновременно температуры и относительную влажность или температуру, относительную влажность, давление воздуха и их измерение.

Измерительный элемент термографа - биметаллическая пластинка круглой формы. Один конец ее закреплен, а другой соответственно изменениям температуры воздуха через передаточные рычаги двигает регистрирующую ручку. На валу этой ручки установлен механизм, корректирующий отклонения, отмеченные при проверке прибора.

Измерительный элемент гигрографа - обезжиренный пучок волос в арфовой системе, который при изменении влажности воздуха укорачивается или удлиняется. От изменения длины волоса передаточным рычагом приводится в движение регистрирующая ручка, отмечающая относительную влажность. Отклонения, наблюдаемые при периодических контролях, корректируются регулировочным винтом, имеющимся в верхней части пучка волос.

Измерительный элемент барографа состоит из anerоидных коробок с гофрированными стенками. В результате изменения давления воздуха дефор-

мации коробок суммируются. Движение через теплокомпенсатор и систему рычагов передается на регистрирующую ручку. Теплокомпенсатор, выравнивает теплорасширение коробок, вызванное изменением температуры. Отклонения, отмечаемые, при контролях, корректируются установочным винтом на дне коробок.

Измерительные элементы с помощью рычагов перемещают каждый одну стрелку, в конце которой имеется, перо, регистрирующее на бумаге, прикрепленной к общему барабану, изменения о состоянии воздуха. Из зарегистрированных кривых по делениям бумажной ленты отсчитывают температуру, относительную влажность и давление воздуха, относящиеся к любому моменту времени. Общий регистрирующий барабан приводится во вращение от часового механизма. Диаграмма бумаги имеет 7-дневное деление. Деление общей диаграммной ленты: температура от -35 до 45°C , цена деления 1°C ; влажность от 0 до 100%, цена деления 5%; давление воздуха 710-790 мм рт. ст., цена деления 1 мм.

Контрольные вопросы

1. Гигрометрические показатели, применяемые при зоогигиенической оценке воздушной среды, их определение.
2. Принцип работы гигрографа М-21.
3. Определение относительной влажности воздуха по психрометрической таблице.
4. Приборы для определения атмосферного воздуха.
5. Принцип работы барографа.

Занятие 3

Тема: Определение скорости движения воздуха

Цель: научиться определять скорость движения воздуха.

Содержание занятия:

1. Приборы для определения скорости движения воздуха.
2. Правила работы с анемометром и кататермометром.
3. Вычисление результатов.

Материальное обеспечение: Анемометры - чашечный типа МС-13, ручной крыльчатый, статический анемометр с флюгером; кататермометры - цилиндрический, шаровой; термоанемометр типа ЭА-1М и ЭА-2М.

Порядок выполнения заданий

1. Приборы для определения скорости движения воздуха

При определении движения воздуха проверяют его направление и скорость. По направлению воздушные потоки бывают продольные, поперечные, нисходящие и восходящие. Фиксируют их у ворот, окон, в зоне действия вытяжных каналов, в зоне расположения животных.

Скорость движения воздуха измеряют в животноводческих помещениях, при исследовании работы вентиляции и в открытой атмосфере. Выражают ее в метрах в секунду (м/с).

Определение скорости движения наружного воздуха производится по шкале Бофорта (таб. 3).

Для определения больших скоростей движения воздуха широко применяются статический анемометр, (определяют скорость движения воздуха по числу оборотов), а также динамический (по отклонению, пластинки или шара) крыльчатый и чашечный анемометры. Принцип действия обоих типов анемометров одинаков. Статический анемометр с флюгером используется в метеорологии. С его помощью силу ветра определяют по углу отклонения планки, подвешенной в шарнире и по соответствующим таблицам определяют скорость движения воздуха.

Крыльчатые анемометры имеют колесо с набором легких алюминиевых пластинок, вращающееся под давлением тока воздуха. Это движение системой зубчатых передач передается на стрелку, которая скользит по градуированному циферблату. Циферблат анемометра имеет три стрелки: одну большую и две маленькие. Большая отсчитывает десятками и единицами число оборотов крестовины вокруг своей оси. Специальный рычажок позволяет включать и выключать счетчик оборотов. Крыльчатый анемометр регистрирует движение воздуха от 1 до 10 м/с.

Таблица 3. Шкала Бофорта

| Баллы Бофорта | Скорость ветра | Характеристика ветра | Действие ветра |
|---------------|----------------|----------------------|--|
| 0 | 0 - 0,5 | Штиль | Полное отсутствие ветра. Дым из труб поднимается отвесно |
| 1 | 0,6-1,7 | Тихий | Дым из труб поднимается не совсем отвесно |
| 2 | 1,8-3,3 | Легкий | Движение воздуха ощущается лицом. Шелестят листья |
| 3 | 3,4-5,2 | Слабый | Колеблются листья и мелкие сучья. Развеваются легкие флаги |
| 4 | 5,3-7,4 | Умеренный | Колеблются тонкие ветки деревьев. Ветер поднимает пыль |
| 5 | 7,5-9,8 | Свежий | Колеблются большие сучья. На воде появляются волны |
| 6 | 9,9 -12,4 | Сильный | Колеблются большие ветки. Гудят телефонные провода |
| 7 | 12,5-15,2 | Крепкий | Качаются небольшие стволы деревьев. На море появляются небольшие пенящиеся волны |
| 8 | 15,3 -18,2 | Очень крепкий | Ломаются ветки деревьев. Трудно идти против ветра |
| 9 | 18,3-21,5 | Шторм | Небольшие разрушения. Срываются дымовые трубы и черепица . |
| 10 | 21,6-25,1 | Сильный шторм | Значительные разрушения. Деревья вырываются с корнем |
| 11 | 25,2-29,0 | Жестокий шторм | Большие разрушения |
| 12 | Более 29 | Ураган | Опустошительные разрушения |

Чашечный анемометр - (anemos - ветер + metrio - измеряю) более точен и прост. Он улавливает скорости воздуха от 1 до 50 м/с и используется в вентиляционных шахтах и воздухопроводах.

В закрытых помещениях со струйными потоками воздуха и при отсутствии объективного ощущения его движения используют косвенный метод определения подвижности воздуха, основанный на учете интенсивности охлаждения нагретого прибора - кататермометра Хилла (Kata - вниз + термометрия).

Известно, что интенсивность охлаждения нагретого тела зависит от трех факторов: температуры, подвижности и влажности воздуха. Влажность воздуха в период исследований существенного влияния не оказывает, ее условно исключают из расчетов; температура учитывается в расчетах подвижности воздуха. Прибор предназначен для определения невысоких скоростей воздуха от 0,4 до 15 м/с.

Кататермометры могут иметь цилиндрический или шаровой резервуары, заполненные подкрашенным спиртом, площадью 22,6 и 27,3 кв. см. Верхняя часть стеклянного резервуара переходит в капиллярную трубку, которая оканчивается вверху небольшим цилиндрическим расширением. Шкала цилиндрического кататермометра разделена на градусы от 35 до 38, шарового - от 33 до 40. На обратной стороне приборов указывается значение «фактора» - величины потери тепла с 1 см поверхности резервуара нагретого за период его охлаждения от 38 до 35°C в милликалориях (милликалория - мкал - равняется 0,001 малой калории). Деление величины фактора на время охлаждения прибора от 38 до 35°C даст величину теплоотдачи с 1 кв. см/с в милликалориях, называемую «индексы».

Наряду с кататермометром при исследованиях необходимо дополнительно имеет точный термометр, водяную баню и секундомер. Перед исследованием резервуар, кататермометра опускают в горячую воду (60 - 80°C) и ждут, пока спирт, не заполнит 1/3 или 1/2 части верхнего расширения; вытирают насухо и по секундомеру определяют время падения спиртового столбика с 38 до 35°C. Определяют температуру воздуха в помещении. Затем производят, расчеты.

2. Правила работы с анемометром и кататермометром

При работе с анемометром необходимо соблюдать следующие правила:

1. Ось крыльчатого анемометра при измерении скорости должна совпадать с направлением движения воздуха, а чашечного - находится в вертикальном положении. Отклонения оси от этих положений ведут к ошибкам в измерениях;

2. Перед измерением скорости движения воздуха в избранной точке записывают показания стрелок прибора, помещают прибор с заторможенной стрелкой на место и пускают анемометр на холостой ход на 1-2 мин, пока крылья или чашечки не начнут равномерно вращаться. После этого нажатием рычажка включают счетчик и одновременно отмечают время (в секундах). По истечении 100 секундах выключают счетчик анемометра и записывают показания стрелок;

3. Разность между вторым и первым показаниями стрелок счетчика делят на число секунд (100) и находят скорость движения воздуха в м/с;

4. Рекомендуется скорость движения измерять дважды и вычислять среднюю величину.

5. При измерении скорости движения воздуха, в вентиляционных трубах крыльчатый анемометром диаметр труб во избежание ошибок должен превышать диаметр кольца прибора в 6-8 раз.

6. При измерениях прибор должен быть неподвижным. для измерения скорости движения воздуха, превышающей 1 м/с, в свободной атмосфере рекомендуется применять чашечный анемометр, а для измерения скорости движения воздуха в вентиляционных каналах - крыльчатый.

При работе с кататермометром необходимо соблюдать следующие правила:

1. Перед исследованием погружают резервуар сухого кататермометра в воду, нагретую до 60-80°C, и ждут, пока расширившийся спирт не заполнит одну треть или половину верхнего цилиндрического расширения/После этого прибор вынимают из воды, насухо вытирают резервуар полотенцем и помещают неподвижно в точке исследования.

2. Для фиксаций кататермометра пользуются деревянным, но не металлический штативом или подставкой, так как дерево является плохим проводником тепла.

3. По секундомеру следят за временем охлаждения прибора, включая секундомер в момент, когда столбик спирта проходит через 35°C. При известном навыке можно для отсчетов времени пользоваться и секундной стрелкой карманных часов.

4. Полученную величину времени охлаждения записывают и повторяют измерения пять раз. Данные первого измерения, как наименее точного, отбрасывают и из четырех измерений выводят среднеарифметическую величину времени охлаждения.

В животноводческих помещениях движение воздуха не должно превышать 0,3 - 0,5 м/с.

3. Вычисление результатов

Анемометр

Для наблюдения берут промежуток времени в 100 секунд. Скорость ветра равна разности между последним и первым показаниями стрелок анемометра, деления на число секунд работы анемометра.

Пример: показание стрелок до наблюдения - 3232.

Показание после 100 секунд работы прибора - 3680.

Разность - 3680-3232=348, или в 1 сек. - 348:100=3,48.

Следовательно, скорость движения воздуха равна - 3,48 м/с.

Кататермометр Хилла

Расчет скорости движения воздуха проводится по эмпирической формуле Хилла: Если скорость движения меньше 1 метра в секунду, то -

$$V = \left[\frac{H:Q-0.20}{Q:0.40} \right]^2$$

Условные обозначения в формуле:

V - Искомая скорость движения воздуха м/с;

H - индекс кататермометра (величина охлаждения);

Q - разница между средней температурой 37,5° и температурой воздуха.

0,20 - 0,40 - эмпирические коэффициенты.

Пример: Фактор кататермометра =480 Среднее время охлаждения = 60 сек. - а Отсюда индекс

$$H = - \frac{F}{A} = \frac{480}{60}$$

H=8 милликалорий в 1 секунду.

Температура воздуха в момент наблюдения - +12,5°

Движение воздуха в помещении равно

$$H = \frac{8}{24} = 0,33$$

$$V = \left[\frac{0,33-0,20}{0,40} \right]^2 = \frac{0,13}{0,40} = 0,325^2 = 0,106 \text{ м/с}$$

Контрольные вопросы

1. Приборы для определения скорости движения воздуха.
2. Правила работы с анемометром.
3. Правила работы с кататермометром.
4. Нормативы скорости движения воздуха в животноводческих помещениях.
5. Какое влияние на организм животных оказывает скорость движения воздуха.
6. Назовите направления воздушных потоков.

Занятие 4

Тема: Определение естественной и искусственной освещенности

Цель: Изучить нормы естественного освещения для животных и определение искусственной освещенности.

Содержание занятия:

1. Световые величины и единицы освещенности.
2. Определение естественной освещенности.
3. Правила измерения.
4. Определение искусственной освещенности.

Материальное обеспечение: Люксметр.

Порядок выполнения заданий.

1. Световые величины и единицы освещенности

Все лучи солнечной радиации (видимые, инфракрасные и ультрафиолетовые) обладают бактерицидностью, способствуют заживлению ран. Вместе с тем солнечный свет активизирует обмен веществ в организме, предупреждает рахит у молодняка, под воздействием солнечного света улучшаются витаминные свойства кормов. Поэтому нормированное освещение животноводческих и птицеводческих помещений является существенным фактором для сохранения здоровья, высокой продуктивности и воспроизводительной способности животных.

Международным соглашением на основе результатов физиологических работ 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 затвердевания платины с площади в 5305 десятиллиардных квадратных метров.

Сила света - пространственная угловая плотность светового потока, излучаемого, источником в определенном направлении. За единицу силы света принята кандела (кд) - сила света точечного источника, который испускает световой поток в 1 лм.

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 в 1 м.

Яркость освещения - отношение силы света к площади светящейся поверхности, выраженной в квадратных метрах. За единицу яркости принимают канделу на 1 кв. м.

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

2. Определение естественной освещенности

Для измерения естественной освещенности применяют люксометры, они бывают визуальные и объективные.

Визуальные люксометры - основаны на сравнении яркости двух половин (поверхностей) окулярного поля зрения, одна из которых освещается исследуемым источником света, а другая стандартным источником. Однако из-за сравнения яркости освещения в этих приборах глазом, точность измерения недостаточная, так как она зависит от субъективных данных исследователя.

Объективный люксметр. Он состоит из фотоэлемента и присоединенного к нему стрелочного гальванометра со шкалой от 0 до 250 лк. Люксметр применяют для измерения небольшой освещенности от разных источников света. Этим прибором можно измерить освещенность от 0 до 100 лк., от 0 до 1000 лк и от 0 до 10000 лк. Это достигается путем включения в цепь фотоэлемента

двух шунтов сопротивления, снижающих чувствительность всей системы прибора в 10 и 100 раз.

3. Правила измерения

Люксметр устанавливают строго горизонтально на исследуемой поверхности, Фотоэлемент соединяют с гальванометром и открывают на короткое время чтобы избежать его порчи от излишнего воздействия световых лучей. В случае зашкаливания стрелки гальванометра применяют светофильтры или меняют положение переключателя пределов измерений.

По углу отклонения стрелки и делениям шкалы определяют интенсивность освещения в люксах.

Окончив измерения, фотоэлемент отключают от гальванометра и экранируют пластинкой, не пропускающей свет.

Замеры освещенности в помещениях проводят в местах зон размещения животных (в каждом ряду стойл, станков или в центре здания): в коровниках в каждой точке измеряют на полу и на высоте 1 и 1,6 м от пола; свинарниках на полу и на высоте 6,5 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 наружного, среднего и верхнего ярусов батареи. Уровень освещенности определяется не ближе чем 1,2 м от окон, напротив простенка.

Освещенность вне помещения измеряют при рассеянном свете небосвода на расстоянии 10 м от здания. Освещенность на улице и в помещении определяют 3 раза в сутки (в 10, 13 и 16 ч).

В проектной и строительной практике животноводческих и подсобных помещений применяют два вида нормирования естественной освещенности геометрическое и светотехническое.

Геометрическое нормирование устанавливает отношение площади световых проемов (остекления) к площади пола освещаемого помещения или световой коэффициент.

Пример: Площадь пола в помещении 1080 м². Суммарная площадь стекол 90 м².

$$1080:90 = 12$$

В данном случае световой коэффициент (с к) равен 1:12.

Этот способ нормирования и контроля освещенности весьма прост, но не точен так как при одном и том же световом коэффициенте не обеспечиваются равные степени освещенности. Геометрический способ нормирования освещенности не учитывает многие важные моменты: световой климат местности, отраженный свет от потолка, ориентацию окон по сторонам света, затемняющее влияние противостоящих помещений и света, конструктивные особенности здания.

В основу более совершенного нормирования естественной освещенности положен светотехнический метод, или коэффициент естественного освещения (КЕО).

Светотехническим методом определяют коэффициент естественного отношения - отношение горизонтальной освещенности внутри помещений к наружной освещенности в горизонтальной плоскости, выраженное в процентах.

$$КЕО = \frac{O_{в}}{O_{н}}\%$$

где КЕО - коэффициент естественной освещенности

$O_{в}$ – освещенность точки внутри помещения, измеренная с помощью люксметра, лм.

$O_{н}$ - освещенность вне помещения (при рассеянном свете небосвода), лк.

Пример: Предположим, что наружная освещенность ($O_{н}$) составила 5000 лк, а освещенность в помещении-50 лк, отсюда:

$$КЕО = \frac{500 \cdot 100}{5000}$$

Для расчета КЕО помещений пользуются следующей формулой:

$$КЕО = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + B + C + D}{a + 3}$$

где $КЕО_{ср}$ - коэффициент естественного освещения, %; H_1, H_2, H_3, H_4 - средний арифметический КЕО зоны размещения животных в рядах, %, B - КЕО на полу в центре помещения, C - КЕО на высоте 1 м от пола в центре здания, %; D - КЕО на высоте 1,6 м в центре помещения, %; a - количество рядов стойл или клеток размещения в здании; 3 - количество замеров КЕО в центре помещения.

Пример: Допустим что величина H первого ряда равна 1,5%, второго - 0,5, третьего - 0,4 и четвертого ряда - 2 %, B - 0,4%, C - 0,3, D - 0,2%, a равно 4 и число замеров КЕО в центре помещения - 3.

Подставляя данные величины в формулу, получаем:

$$КЕО = \frac{1,5 + 0,5 + 0,4 + 2 + 0,4 + 0,3 + 0,2}{4 + 3}$$

Замеры освещенности проводят каждый в сезон года в полдень при рассеянном свете и диффузной освещенности небосвода, соответствующей не менее 5000 лк. Для суждения об освещенности помещения для разного времени дня и сезона года из этих величин выводят среднее арифметическое число, характеризующее КЕО помещения.

Таблица 4. Нормы естественного и искусственного освещения животноводческих помещений

| Помещение | Нормы естественной освещенности | | Искусственная освещенность в зоне размещения животных лк. |
|--|---------------------------------|----------------|---|
| | КЕО | световой коэф. | |
| КРС | | | |
| Для привязного и беспривязного содержания коров, нетелей, выращивание и доразивание молодняка. | 0,8-1,0 | 1:10-1:15 | 50-75 |
| Для откорма КРС | 0,4-0,5 | 1:20-1:30 | 20-30 |
| Родильное отделение | 0,8-1,0 | 1:10-1:15 | 75-100 |
| Свиньи | | | |
| Для холостых и супоросных свиноматок и хряков | 1,2 | 1:10 | 50-100 |
| Для ремонтного молодняка свиней. | 1,2 | 1:10 | 50-100 |
| Для молодняка свиней после отъема до 4 мес. возраста | 1,2 | 1:10 | 50-100 |
| Для виней на откорме: | | | |
| Первого периода | 0,5 | 1:20 | 30-50 |
| Второго периода | 0,5 | 1:20 | 20-50 |
| Овцы | | | |
| Для маток, баранов, молодняка после отбивки и валухов | 0,5 | 1:20 | 30-50 |
| Тепляки с родильным отделением | 0,8 | 1:15 | 50-100 |
| Манеж в бараннике | | | |
| стригальный пункт | 1,0 | 1:10 | 150-200 |
| Птица | | | |
| Для взрослой птицы: | | | |
| При напольном содержании | - | 1:10-1:12 | 15 |
| При клеточном содержании | - | 1:10 | 10-70 |
| Для бройлеров | 1,5 | 1:20 | 10 |
| Для молодняка | - | 1:8-1:10 | 20 |
| Лошади | | | |
| Для взрослых лошадей | 0,5-0,8 | 1:10-1:15 | 20-75 |
| Для молодняка лошадей | 0,8-1,0 | 1:8-1:10 | 30-75 |

4. Определение искусственной освещенности

Для этой цели подсчитывается число ламп в помещении и суммируют их мощность (в ваттах, Вт). Затем последнюю величину, делят на площадь поме-

щения (в м²) и получают удельную мощность ламп на 1 м. Для определения освещенности удельную мощность ламп умножают на коэффициент «е» (таблица 5), означающий количество люксов, которое дает удельная мощность, равная 1 Вт на 1 м².

Таблица 5. Величина коэффициента «е» для перевода ватт в люксы

| Мощность ламп (Вт) | Величина коэффициента при освещении | |
|--------------------|---|---|
| | лампами накаливания при напряжении в сети (В) | люминесцентными лампами при напряжении в сети (В) |
| | 220 | 220 |
| До 100 | 2,0 | 6,5 |
| Свыше 100 | 2,5 | 8,0 |

Пример: Площадь свинарника-маточника 720 м, освещение 25 ламп по 60 Вт, напряжение в сети 220 В.

$$\text{Удельная мощность} = \frac{25 \cdot 60}{720} = 2,1 \text{ Вт/м}^2$$

Освещенность = 2,1 Вт/м² * 2,0 (из табл. 5- значение коэффициента «е»)= 4,2 лк.

Контрольные вопросы

1. Назвать световые величины и единицы измерения освещенности.
2. Виды нормирования естественной освещенности.
3. Приборы для определения освещенности.
4. Правила измерения освещенности люксметром.
5. Суть светотехнического метода. КЕО.
6. Расчет СК.

Занятие 5

Тема: Определение содержания углекислого газа, аммиака, сероводорода и окиси углерода в воздухе помещений для животных

Цель: изучить метода определения вредных газов и их предельно допустимые нормы.

Содержание занятия:

1. Определение углекислоты в воздухе.
2. Определение аммиака.
3. Определение сероводорода.
4. Определение углекислого газа, аммиака, сероводорода и окиси углерода газоанализатором УГ - 2.

Материальное обеспечение: Широкогорлая пробирка емкостью 30 мл, с резиновой пробкой, игла/со шприцом. Реактивы. Газоанализатор типа УГ - 1.

Порядок выполнения заданий

Определение углекислоты в воздухе

В воздухе животноводческих помещений могут накапливаться вредные газы в концентрациях, часто превышающих предельно допустимые нормы. К таким газам следует отнести углекислый газ, аммиак, сероводород, окись углерода и др. В помещениях для животных они образуются в результате скученного содержания животных, нерегулярной уборке твердого и особенно жидкого навоза неудовлетворительной работы вентиляции. Аммиак образуется при разложении мочи и кала, а сероводород - при гниении серосодержащих белковых веществ и кишечных выделений при расстройстве пищеварения, а так же при неправильном устройстве канализационной системы. Источник окиси углерода в воздухе помещений - газовые горелки, применяемые для отопления, выхлопные газы тракторов, используемых для раздачи кормов и уборки навоза.

При превышении предельно допустимых норм вредных газов в воздухе животноводческих - помещений снижается продуктивность и устойчивость животных к болезням. Аммиак, сероводород и окись углерода в больших концентрациях вызывают тяжелые острые отравления животных, с характерной для каждого газа клинической картиной.

В воздухе, животноводческих помещений количество углекислого газа, ПДК (предельно допустимая концентрация) не должна превышать 0,25-0,3%. В гигиенических научных исследованиях широко применяют методы количественного определения углекислого газа:

1. Титрометрический метод Субботина - Нагорского.
2. Способ Гесса.
3. Метод Д.В. Прохорова
4. Объемные методы определения при помощи газоанализаторов (приборы Цунтца - Гепперта, Хольдена, Орса, Кудрявцева, Калмыкова), а также газоанализатором УГ - 2.

Все предложенные способы значительно уступают по точности методу Субботина - Нагорского и называются упрощенные, поэтому могут применяться там, где погрешность в 5 - 10 % не имеет существенного значения.

Метод Д. В. Прохорова

Может быть использован, в гигиенической практике для ориентировочных определений углекислоты в воздухе. Принцип этого способа - сравнительное исследование состава воздуха помещения и воздуха наружной атмосферы, содержание углекислоты сохраняется на уровне 0,04 % в городском воздухе и 0,03 % в воздухе сельских местностей.

Приборы и реактивы. 1. Широкогорлая пробирка емкостью 30 мл с резиновой пробкой, которая прокалывается иглой от шприца. Шприц «Рекорд» с хорошо пригнанным поршнем. Дистиллированная вода, на 500 мл которой добавлены одна капля продажного нашатырного спирта (обычного 25% - ного раствора аммиака) и несколько капель спиртового раствора фенолфталеина (до розового окрашивания). Раствор надо хранить в темной склянке и обновлять через 10 дней.

Титр раствора по поглощению им углекислоты из воздуха свободной атмосферы не следует проверять перед каждым определением. При правильном

хранении рабочего раствора аммиака такую проверку надо проводить один раз в 3 - 4 дня.

Ход определения. Определяют содержание углекислоты в воздухе атмосферы. Шприцем набирают исследуемый воздух в количестве 10 куб см и через иглу вводят в пробирку с подщелоченной и подкрашенной водой. Не поднимая поршня, пробирку взбалтывают для поглощения углекислоты из воздуха. Повторяют эту операцию до обесцвечивания раствора, учитывая при этом количество объемов воздуха в шприце, которое пришлось ввести. Освобождают пробирку от раствора, заполняют ее свежим раствором и также нейтрализуют его воздухом помещения, где определяют концентрацию углекислоты. В связи с тем, что в помещении содержание углекислоты в воздухе больше, для нейтрализации аммиака в растворе потребуется меньшее количество объемов воздуха в шприце.

Непременное условие при использовании этого метода - точно отмерить в пробирку градуированной пипеткой 10 мл раствора аммиака.

При взятии проб воздуха надо дышать в сторону и держать шприц концом (канюлей) вверх. Канюлю шприца для предохранения от потери жидкости нужно закрывать резиновой пробкой с просверленным в ней глубоким отверстием. Шприц энергично встряхивают 7-8 раз для контакта воздуха с поглотителем. После этого пробку снимают, выталкивают воздух из шприца и набирают его новую порцию. Так поступают до обесцвечивания раствора нашатырного спирта в шприце. Количество порций воздуха (постоянно одного и того же объема) записывают. Тщательно промывают шприц, наполняют новой порцией раствора и повторяют определение содержания углекислоты в воздухе помещения.

Расчет. При расчете содержания углекислоты в воздухе помещений исходят из того, что ее во столько раз больше, во сколько раз меньше потребовалось ввести шприцем воздуха для нейтрализации щелочного раствора в пробирке. Следовательно, количество углекислоты в открытой атмосфере (0,03 или 0,04%) надо умножить на соотношение количества объемов воздуха в шприце, потребовавшихся в первом (открытая атмосфера) и во втором (воздух помещения) исследованиях.

$$0,33 * A / (B)$$

где: А - объем атмосферного воздуха;

Б - объем воздуха помещения (в мл);

0,03 - содержание углекислоты в атмосферном воздухе.

Пример: Для обесцвечивания раствора в пробирке пришлось ввести 50 порций наружного воздуха, а для обесцвечивания воздуха помещения - 6 порций. При условии определения в сельской местности концентрация углекислоты в воздухе помещения будет равна:

$$0,33 * 50 / 300 = 0,2499 = 0,25\%$$

Определение аммиака

Содержание аммиака в воздухе определяют качественными и количественными методами.

Качественное определение аммиака

Для качественного определения аммиака в воздухе помещения пользуются следующими приемами:

1. При испарении из открытой склянки соляной кислоты получается белый туман от образования хлористого аммония.



2. Розовая лакмусовая бумажка, смоченная дистиллированной водой, синееет.

3. Куркумовая влажная бумажка - розовеет (буреет)

4. Влажная желтая бумажка, окрашенная бромтимолблеу - зеленеет или синееет.

5. На запах начинает ощущаться при содержании - 2 мг/м и выше.

Чем больше загрязнен пол, желоба, трапы для стока мочи в помещениях для животных, тем интенсивнее выражена качественная реакция на аммиак.

Количественное определение аммиака

Для количественного определения содержания аммиака в воздухе животноводческих помещений пользуются титрометрическим или колориметрическим методом. В гигиенических исследованиях чаще пользуются прибором УГ-2. ПДК= 10-20 мг/м³.

Титрометрический метод, как это установлено рядом исследователей (Утехин Б. П. и др.), в силу ряда обстоятельств дает завышенные результаты, и поэтому чаще в зоогигиенических исследованиях пользуются колориметрическим методом. Последним методом можно пользоваться при значительном содержании аммиака в воздухе.

Определение сероводорода

Качественное определение сероводорода:

1. На запах сероводород обнаруживается при концентрации 0,0034 мг/л и выше.

2. Фильтровальная бумажка, смоченная щелочным раствором уксуснокислого свинца, в присутствии сероводорода темнеет вследствие образования сернистого свинца.

3. Полоски фильтровальной бумаги, смоченные раствором уксуснокислого свинца, развешивают в помещении. При малых количествах сероводорода они окрашиваются в светло-коричневый цвет, при больших - в черный.

4. Бумажка пропитанная 5-10 % раствором нитропруссилного натрия, в присутствии сероводорода приобретает красно-фиолетовую окраску.

Количественное определение сероводорода.

ПДК=15 мг/м³.

1. Титрометрический способ (йодометрический).

2. Колориметрический.

3. УГ-2.

4. Определение углекислого газа, аммиака, сероводорода и окиси углерода газоанализатором УГ-2.

Методы количественного определения содержания вредных газов в животноводческих помещениях требуют значительного времени для отбора проб и проведения лабораторного анализа их. Более экономны по затрате времени экспрессные методы, к числу которых относятся определения проводимые с помощью газоанализатора УГ-2. Прибор позволяет определить в течение 2-10 мин содержание в воздухе аммиака, сероводорода, оксида углерода и ряда других газов.

Принцип работы газоанализатора заключается в том, что при пропускании определенного количества объема воздуха через специальный для каждого газа индикаторный порошок, помещенный в трубочку, цвет его изменяется прямо пропорционально количеству этого газа в воздухе (под влиянием аммиака желтый цвет, порошка переходит в синий, под влиянием сероводорода белый порошок приобретает темно-коричневый цвет, а под влиянием окиси углерода - коричневое кольцо). Длину окрашенного столбика индикаторного порошка измеряют по соответствующей шкале, градуированной по содержанию того или иного газа (мг/м^3) с учетом объема пропущенного воздуха.

Основная часть воздухозаборного устройства - резиновый сильфон (баллон), внутри которого расположена пружина, удерживающая его в растянутом состоянии. Исследуемый воздух просасывается через индикаторную трубку после предварительного сжатия сильфона штоком. На цилиндрической поверхности штока имеются продольные канавки с углублениями служащие для определения фиксаторов нужного объема просасываемого воздуха. На гранях штока обозначены объемы просасываемого при анализе воздуха.

Для определения допустимых концентраций газов объем просасываемого воздуха должен составлять: для углекислого газа 400 мл, аммиака 250 мл, сероводорода, 300 мл и для окиси углерода 220 мл.

При определении токсичных концентраций указанных газов объем просасываемого воздуха через индикаторные трубки должен соответственно составлять: 100, 30, 30, и 60 мл.

Основные технические данные и требования по уходу за газоанализатором при его эксплуатации, а также о снаряжении индикаторных трубок подробно изложены в инструкции, прилагаемой к каждому прибору.

Газоанализатор УГ-2 можно использовать для определения концентрации газов в воздухе при определенных условиях температуре от 10 до 30°C, относительной влажности не более 90%, содержании пыли не более 40 мг/м^3 , атмосферном давлении от 750 до 780 мм рт ст. При других условиях применения прибора не гарантирует требуемой точности.

Контрольные вопросы

1. Определение углекислого газа методом Прохорова.
2. Назвать количественные методы определения углекислоты.
3. Качественное определение аммиака.

4. Количественное определение аммиака.
5. Количественное определение сероводорода.
6. Принцип работы газоанализатора УГ-2.
7. Назовите объемы просасываемого воздуха (мл) и цвет индикаторного порошка после измерения каждого исследуемого газа.
8. ПДК каждого газа.

Занятие 6

Тема: Определение пыли и микроорганизмов в воздухе

Цель: научиться определять содержание микроорганизмов в воздухе весовым и счетным методом.

Содержание занятия:

1. Определение пыли в воздухе.
2. Определение количества микроорганизмов в воздухе.
3. Бактериологическое исследование воздуха аппаратом Ю.А. Кротова.

Порядок выполнения заданий

1. Определение пыли в воздухе

Степень запыленности воздуха характеризуется содержанием пыли в 1 м³. Для определения вредности пыли необходимо знать еще качество, происхождения ее размер или дисперсность пылинок, их форму, химический состав, растворимость и т.д.

Содержание пыли в воздухе определяют весовыми (гравиметрическими) и счетными (кониметрическими) методами, а также оптическими и фотометрическими методами.

Весовой (гравиметрический) метод

Нашел наиболее широкое применение в зоогигиенических исследованиях. Этот метод основан на определении весового количества пыли при фильтрации определенного объема воздуха через различные фильтры.

Приборы и оборудование: Аппарат Кротова, воронка Аллонжи, бумажные фильтры, аналитические весы.

Ход определения: на аналитических весах взвешивают фильтр с точностью до тысячных долей миллиграмма и вставляют его в воронку Аллонжи. В зоне определения пыли воронку Аллонжи соединяют с аспиратором или аппаратом Кротова и пропускают через фильтр в зависимости от степени запыленности 100 или 1000 л воздуха. Затем фильтр извлекают, снова взвешивают. По разнице в весе фильтра до и после пропускания через него воздуха определяют количество пыли во взятом объеме воздуха.

$$X = \frac{1000 \cdot 5}{500}$$

500 л - 5
1000 л- X,

Определение пыли счетным методом

Подсчитывают количество пылинок на 1 см^2 , осевшие на липкие поверхности, или определяют число их с помощью различных пылесчетчиков - Оуенса, В.Ф. Матусевича.

Ход определения в чашки Петри наливают липкую массу из канифоли (25 г), асфальтового лака (75 г) и ксилола. На месте исследования чашки оставляют открытыми на 10 мин. Пылинки подсчитывают под малым увеличением микроскопа, пользуясь объективом-микрометром. Исходя из среднего числа пылинок на одно поле зрения, устанавливают число из на 1 см^2 . Объем воздуха при этом не увеличивается.

Определение пыли можно производить также с помощью счетчика пыли типа Т-2. Он состоит из цилиндра высотой 10 см, крышки и основания с круглым углублением для установки цилиндра и отверстия диаметром 1 см, через которое пыль оседает на подводимое покровное стекло. К нижней поверхности основания привинчен диск с шестью лунками для покровных стекол. Каждая лунка при поворачивании диска устанавливается против отверстия основания счетчика. Перед взятием пробы пыли в покровные стекла смачивают 2%-ным раствором канадского бальзама в ксилоле или глицерине и после высыхания помещают в лунки диска.

После осаждения пыли покровные стекла из лунок вынимают и покрывают предметными стеклами. Затем препараты переворачивают, и края их заливают парафином. Под микроскопом при увеличении в 200 раз и более подсчитывают число пылинок в 5, 10 микрометрических квадратах препаратов и выводят среднее количество пылинок, найденное в одной сетке. Размеры окулярной микрометрической сетки определяют заранее с помощью микроскопа.

Расчет. Число пылинок, содержащихся в 1 см^3 , рассчитывают по формуле:

$$X=A(1H)$$

где x – искомое число пылинок A - среднее число пылинок в одной сетке»
 1 - длина стороны квадрата сетки, мм; H - высота цилиндра, см.

Оптические и фотометрические методы определения пыли.

Наиболее точный прибор для определения количества пыли в воздухе - поточный ультрамикроскоп ВДК - 4, который позволяет установить не только количеству, 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.

Предложен также прибор ИКП-1 (измеритель концентрации пыли). Он служит для определения в воздухе массы механических примесей в пределах от $0,1$ до 500 мг/м^3 . Прибор переносной с малыми габаритами, универсальным питанием, отличается хорошими эксплуатационными качествами.

2. Определение количества микроорганизмов в воздухе

В зоогигиенической практике применяют простейший метод:

- 1) оседания микробов на питательной среде;

2) улавливание микробов из воздуха с помощью фильтров и жидкостей с последующим высевом на питательные среды.

При использовании метода оседания микроорганизмов можно получить только сравнительные данные, характеризующие загрязненность воздуха отдельных помещений или одного или же помещения при различных производственных процессах. Для этого в определенных местах выставляют на 5-10 минут открытые чаши Петри со стерилизованной желатиной или агаром. На поверхности чаши оседает в постоянный отрезок времени некоторое количество микроорганизмов, которые подсчитывают по числу колоний после выдерживания чашек закрытыми в течение 48 часов.

Если хотят исследовать качество микрофлоры воздуха, то часть чашек с питательной средой ставят в термостат при 37°C. Результаты проверяют через 1 - 3 суток, а затем отдельные колонии изолируют с целью определения вида микробов.

Для определения количества микроорганизмов в определенном объеме воздуха готовят физический раствор и наполняют им поглотители. Поглотители с раствором стерилизуют в автоклаве завернутыми в бумагу, в которой и доставляют их к месту исследования. Присоединяют поглотитель к аспиратору и пропускают через поглотитель 25 – 50 л воздуха.

В лаборатории высевают градуированной стерильной пипеткой на чаши Петри с мясопептонным бульоном или агаром по 0,5 - 1,0 мл физического раствора с задержанными в нем микроорганизмами. Посевы инкубируют в термостате в течение 3 - 4 суток при температуре 37°C, а затем два дня при температуре 22°C.

Подсчитывают количество выросших колоний в пересчете на общий объем жидкости, взятой в поглотитель, и определяют содержание их в 1 м³ исследуемого воздуха.

Пример. Положим, что пропущено 25 л воздуха через 25 мл физического раствора. Посеяно на чаши Петри по 1 мл раствора.

При подсчете найдено по 30 колоний в одной чашке. Так как из 25 мл на чашку был посеян только 1 мл, а объем пропущенного воздуха составлял 25 л (1/40 м³), то при пересчете на 1 м³ получим:

$$\frac{30 \cdot 25 \cdot 40}{1} = 3000 \text{ микробов в } 1 \text{ м}^3 \text{ воздуха}$$

В качестве материала для фильтрации воздуха можно брать сернистый натрий, сахар или пористый песок. Этими материалами наполняют отрезок стеклянной трубки диаметром 15 мм и длиной 15 см, закрывая ее с обоих концов ватными рыхлыми пробками. После стерилизации сухим жаром через трубку пропускают при помощи аспиратора определенный объем исследуемого воздуха.

В лаборатории обжигают конец трубки над пламенем горелки и пересыпают содержимое ее в колбу с отмеренным количеством стерильного физического раствора (50 мл). Основательно встряхивают содержимое колбы, дают отстояться осадку песка или дожидаются растворения сахара или сернистого

натрия и высеивают 1 – 2 мл жидкости на чашки Петри с мясопептонным агаром. Посевы инкубируют в термостате, как описано выше, подсчитывают выросшие колонии и определяют содержание микроорганизмов в 1 м³ исследуемого воздуха.

Для качественного исследования микрофлоры воздуха используют избирательные среды, и выросшие колонии изучают с целью определения вида микробов.

Необходимо помнить, что при использовании для фильтрации воздуха мясопептонного бульона и сахара они должны быть немедленно исследованы в противном случае в них начинается размножение микробов, что может дать неправильный результат определения количества микробов в исследуемом объеме воздуха.

Если среда не может быть исследована тотчас же после пропускания через нее воздуха, следует хранить ее в холодильнике.

3. Бактериологическое исследование воздуха аппаратом Ю.А. Кротова

Для бактериального анализа воздуха пользуются прибором системы Кротова Ю.А. Прибор предназначается как для определения общего бактериального обсеменения воздуха, так и для выделения из него различных патогенных и санитарных показательней микроорганизмов.

Методика работы с прибором

Прибор устанавливают на ровной горизонтальной поверхности. Включают электродвигатель.

Затем для определения количества воздуха, прошедшего через прибор, на ротаметре устанавливают вентиль, который служит регулятором количества засасываемого воздуха. Далее снимают крышку и устанавливают на диск чашу с питательной средой.

Чашу в круговое движение приводят от руки. Затем закрывают крышку и одновременно производят отметку времени по секундомеру.

По истечении времени, необходимо для производства посева (1-3 мин при посеве общей бактериальной флоры и 5 - 15 мин при выделении из воздуха санитарно-показательных и патогенных микроорганизмов), открывают крышку прибора, вынимают чашку и помещают ее в термостат на 48 часов.

Подсчет колоний

Вначале определяют объем воздуха, прошедшего через ротаметр, затем производят подсчет колоний, выросших в чашке Петри по пластинке Вольфгюгеля.

Определив количество прошедшего воздуха и установив количество бактерий, выросших в чашке Петри, производят подсчет бактерий на единицу объема воздуха.

Пример подсчета колоний

1. Пластинка Вольфгюгеля накладывается на дно чашки Петри.
2. Подсчитывается количество колебаний в 3-х сегментах.
3. Выводится среднее арифметическое число колоний в одном сегменте.

4. Высчитывается количество колоний на всей поверхности чашки Петри, для чего полученное среднее арифметическое число умножается на 18 (число сегментов пластинки Вольфгюгеля).

Пример: Через прибор пропущено 60 л воздуха в течение 2-х мин. Число выросших Колоний - 510.

Тогда количество микроорганизмов в 1 м³ будет равно:

$$X = \frac{510 \cdot 1000}{60} = 8500 \text{ (микробное число)}$$

Микробное число - это количество бактериальных тел в 1 м³ газообразной среды, в 1 миллилитре жидкого или в 1 грамме плотного вещества.

Контрольные вопросы

1. Методы определения пыли в воздухе.
2. Принцип работы прибора ИКП - 1.
3. Количественное определение м/о в воздухе.
4. Бактериологический анализ воздуха.

Список использованной литературы

1. Практикум по зоогигиене: учебное пособие / И.И. Кочиш, П.Н. Виноградов, Л.А. Волчкова и др. СПб.: Лань, 2015. 428 с.
2. Кузнецов А.Ф., Михайлов Н.А., Карцев П.С. Современные производственные технологии содержания сельскохозяйственных животных: учебное пособие. СПб.: Лань, 2013. 457 с.
3. Практикум по ветеринарной санитарии, зоогигиене и биоэкологии: учебное пособие / А.Ф. Кузнецов, В.И. Родин, В.В. Светличкин и др. СПб.: Лань, 2013. 512 с.
4. Менькова А.А. Санитарно-гигиеническое исследование кормов, почвы и воды. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2014. 89 с.
5. Менькова А.А. Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Гигиена животных». Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2015. 104 с.
6. Кузнецов А.Ф., Тюрин В.Г., Семенов В.Г. Гигиена животных: учебник для вузов. В 2 кн. СПб.: Лань, 2021. Кн. 1: Общая зоогигиена. 360 с.
7. Гигиена содержания животных. Лабораторный практикум: учебное пособие для СПО / А.Ф. Кузнецов, В.Г. Тюрин, В.Г. Семенов и др.; под ред. А.Ф. Кузнецова. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2021. 320 с.: ил.
8. Гигиена животных / А.Ф. Кузнецов, И.И. Кочиш, В.Г. Семенов и др. СПб.: ООО "Квадро", 2015. 448 с.
9. Гигиена животных: учебное пособие для студентов вузов по специальности «Ветеринарная медицина» / В.А. Медведский, Н.А. Садовиков, Д.Г. Готовский и др. Минск, 2021. 591 с.

Учебное издание

Менькова Анна Александровна
Цыганков Евгений Михайлович

Гигиена воздушной среды и методы ее контроля в животноводческих помещениях

Учебно-методическое пособие
по изучению дисциплины «Зоогигиена»,
для студентов очной и заочной форм обучения высших учебных заведений
по специальности 36.03.02- Зоотехния (бакалавриат),
профиль Технология производства продуктов животноводства (по отраслям)

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 28.04.2022 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 2,09. Тираж 25 экз. Изд. № 7263

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ