

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»

Кафедра гигиены животных

**ГИГИЕНА ЖИВОТНЫХ.
САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ
ПОМЕЩЕНИЙ**

Учебно-методическое пособие

для студентов по специальности
1-74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза»

Витебск
ВГАВМ
2022

УДК 619: 614.94

ББК 48.115

Г46

Рекомендовано к изданию методической комиссией
биотехнологического факультета УО «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины»
от 16.12.2021 г. (протокол № 2)

Авторы:

доктор сельскохозяйственных наук, доцент *М. М. Карпеня*;
кандидат ветеринарных наук, доцент *А. Н. Карташова*; кандидат
сельскохозяйственных наук, доцент *М. В. Рубина*; кандидат
сельскохозяйственных наук, доцент *И. В. Щебеток*; кандидат
ветеринарных наук, доцент *С. Б. Спиридонов*; старший преподаватель
С. М. Луцькович; ассистент *О. П. Кузьмина*; ассистент *В. В. Гуйван*;
ассистент *Т. В. Ерошкина*

Рецензенты:

кандидат ветеринарных наук, доцент *П. И. Пахомов*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Ю. В. Истранин*

**Гигиена животных. Санитарно-гигиеническая оценка
Г46 микроклимата животноводческих помещений** : учеб.-метод. пособие
для студентов по специальности 1-74 03 04 «Ветеринарная санитария и
экспертиза» / М. М. Карпеня [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 40 с.

Учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с учебной программой по дисциплине «Гигиена животных» в разделе «Общая гигиена» для студентов высших с.-х. учебных заведений, обеспечивающих специальность 1-74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза».

В пособии представлена информация о современных приборах и методах гигиенического контроля качества микроклимата в животноводческих помещениях. Представлены нормативные параметры воздушной среды животноводческих помещений.

УДК 619: 614.94

ББК 48.115

© УО «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной
медицины», 2022

Содержание

Введение	4
Тема 1. Общие правила контроля микроклимата. Определение температуры и барометрического давления воздуха	5
Тема 2. Определение влажности воздуха	9
Тема 3. Определение скорости движения и охлаждающей способности воздуха	13
Тема 4. Определение содержания вредных газов в воздухе помещений	17
Тема 5. Определение микробной обсемененности и пылевой загрязненности воздуха	21
Тема 6. Определение освещенности	26
Список использованной литературы	29
Приложения	30

Введение

Воздушная среда – сложный комплекс взаимодействующих и взаимосвязанных факторов, влияющих на организм животных и вызывающих в нем ответные реакции.

Существование воздушной среды является необходимым условием поддержания жизни на Земле. Она, как неотъемлемая часть биосферы, необходима для дыхания живых организмов и является резервуаром, принимающим газообразные продукты их жизнедеятельности на утилизацию. Воздух защищает нашу планету от губительных лучей Солнца и метеоритов, участвует в регулировании круговорота веществ, оказывает существенное влияние на многие геологические, энергетические и гидрологические процессы на Земле и т. д.

Гигиеническое значение атмосферного воздуха обусловлено его участием в процессах дыхания, выделения и теплообмена организма. Резкие изменения физических свойств и химического состава воздуха, выходящие за пределы приспособительных возможностей, загрязнение его микроорганизмами становятся факторами риска, неблагоприятно отражающимися на здоровье животных, приводящими к снижению продуктивности и различным заболеваниям.

В то же время, рационально изменяя свойства воздушной среды животноводческих помещений, можно влиять на характер реакций организма и направленно корректировать их в нужную, полезную для человека сторону, что имеет большое практическое значение.

ТЕМА 1:
ОБЩИЕ ПРАВИЛА КОНТРОЛЯ МИКРОКЛИМАТА.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И БАРОМЕТРИЧЕСКОГО
ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА

Время – 90 минут.

Место проведения – практикум.

Цель занятия: изучить принцип работы приборов для измерения и контроля температуры и барометрического давления, ознакомиться с правилами определения основных параметров микроклимата.

Материальное обеспечение: термометры (ртутные, спиртовые и электронные), термографы (суточный и недельный), барометр-анероид, барографы (суточный и недельный).

Общие правила определения параметров микроклимата

В зависимости от целей исследований измерения параметров микроклимата животноводческого помещения следует проводить в течение 10-12 дней каждого сезона года, 3 дней каждого месяца либо в течение суток.

Исследования нужно проводить трижды в сутки: утром – в начале рабочего дня, днем – в середине дня и вечером – в конце рабочего дня. При неблагоприятии (заболевания животных, снижение продуктивности) – за час до начала работ.

Приборы необходимо устанавливать таким образом, чтобы на их показания не оказывали влияния посторонние источники – сквозняки, солнечные лучи и др.

Зоны измерения: по горизонтали в 3 точках, расположенных по диагональной линии помещения: в центре помещения и в двух углах; на расстоянии 1-3 м от продольной стены и 1 м от торцевой стены.

В каждой из горизонтальных точек на следующих уровнях: 0,2-0,5 м – зона лежания животных; 0,7-1,2 м – высота животного в холке; 1,5-1,7 м – на уровне респираторного аппарата обслуживающего персонала.

При клеточном содержании птицы точки замеров выбирают в проходах между батареями на уровне каждого яруса и при необходимости внутри клеток.

Определение температуры воздуха

Для измерения температуры воздуха применяют **термометры**, которые по своему назначению разделяются на *измеряющие*, рассчитанные на определение температуры в момент наблюдения, и *фиксирующие*, позволяющие получить максимальное или минимальное значение температуры за определенный период.

К измеряющим термометрам относятся термометры расширения (спиртовые и ртутные) и термометры сопротивления (электрические); к фиксирующим – максимальный, минимальный и комбинированный (максимально-минимальный) термометры.

Ртутные термометры позволяют измерить температуру от -35 до $+375$ $^{\circ}\text{C}$. В основу измерения температуры положено свойство ртути расширяться при нагревании. Спиртовые термометры менее точны, так как спирт при нагревании выше 0 $^{\circ}\text{C}$ расширяется неравномерно, но они позволяют измерять низкие температуры (до -130 $^{\circ}\text{C}$). Ртутные термометры для этого непригодны, так как ртуть замерзает при $-38,9$ $^{\circ}\text{C}$.

Порядок работы:

При измерении температуры термометр подвешивают на шнуре в указанных выше точках исследования. Показания следует снимать через 10-15 минут после установки прибора, на уровне мениска жидкости в капилляре, не дыша на термометр и не трогая его руками.

Для непрерывной регистрации температуры воздуха применяют **термограф** (рисунок 1). Воспринимающая часть термографа представлена биметаллической платиной. Через систему рычагов изменения кривизны биметаллической пластины передаются на стрелку с пером, которая на ленте барабана с часовым механизмом в виде кривой записывает изменения температуры воздуха. Термографы могут работать в 2 режимах: суточном и недельном с продолжительностью 1 оборота барабана часового механизма соответственно 26 ч и 176 ч.



Рисунок 1 – Термограф

Порядок работы:

Перед установкой термографа в рабочее положение необходимо открыть футляр прибора, отвести при помощи рычага перо от барабана и снять барабан с оси. Наложить диаграммную ленту на барабан и закрепить ее лентодержателем, завести часовой механизм, надеть барабан с диаграммной лентой на ось. Заполнить перо чернилами, привести стрелку с пером в соприкосновение с диаграммной лентой. Исходя из показаний контрольного термометра, вращением коррекционного винта устанавливают перо стрелки на требуемом делении температуры диаграммной ленты в соответствии с днем недели (или часом суток), закрыть крышку прибора.

Показания термографов не гарантированы от ошибок и поэтому один раз в

трое суток следует проверять правильность записи по ртутному термометру и, при необходимости, вносить поправку при помощи коррекционного винта.

Определение барометрического (атмосферного) давления

Барометрическое давление определяется высотой ртутного столба в миллиметрах. Давление атмосферы, способное уравновесить столб ртути высотой 760 мм при температуре 0°C на уровне моря и широте 45° , принято за нормальное, равное 1 атм.

На метеорологических станциях введена единица измерения давления – миллибар (мб). Миллибар – давление, которое оказывает тело массой 1 кг на поверхность 1 см^2 , один миллибар соответствует 0,7501 мм ртутного столба.

Для пересчета величины давления, выраженной в миллиметрах ртутного столба, в миллибары надо данную величину умножить на $4/3$. Для перевода из миллибар в мм ртутного столба надо умножить первую величину на $3/4$.

Атмосферное давление в системе СИ измеряют в гектопаскалях (гПа):

$1\text{ гПа} = 1\text{ г/см}^2 = 0,75\text{ мм ртутного столба}$.

Нормальное атмосферное давление равно $1013 \pm 26,5\text{ гПа}$, или $760 \pm 20\text{ мм ртутного столба}$.

Определяют барометрическое давление с помощью ртутных и металлических барометров. **Барометр-анероид** (рисунок 2) представляет собой металлическую гофрированную коробку, из которой откачан воздух до разряжения в 50-60 мм рт. ст. При увеличении атмосферного давления стенки анероидной коробки прогибаются внутрь, а при уменьшении давления – выпрямляются. С помощью системы рычажков эти колебания передаются стрелке, которая движется по циферблату и показывает величину давления в миллиметрах ртутного столба.



Рисунок 2 – Барометр-анероид

Для непрерывной регистрации атмосферного давления применяют **барограф** (рисунок 3). Воспринимающую часть прибора составляет ряд анероидных коробок, последовательно соединенных друг с другом. Через систему рычагов изменения положения стенок анероидных коробок передаются на стрелку с пе-

ром, которая на ленте барабана с часовым механизмом в виде кривой (барограммы) записывает величину и характер изменения атмосферного давления во времени. Барографы бывают с суточным и недельным заводом часового механизма. Лента разграфлена по горизонтали на часы и дни недели, а по вертикали – на показатели давления в миллиметрах ртутного столба (или гПа).



Рисунок 3 – Барограф

Порядок работы:

Барограф устанавливают на прочной подставке вдали от источника тепловой радиации, рядом помещают контрольный ртутный барометр, по которому периодически производят сверку.

Перед работой диаграммную ленту укрепляют на барабане, заводят часовой механизм, перо заполняют специальными чернилами. Первоначально перо устанавливают с помощью регулировочного винта исходя из показаний барометра в соответствии с днем недели (или часом суток).

Показания барографов следует регулярно сверять с контрольным барометром и вносить поправки при помощи коррекционного винта.

Контрольные вопросы:

1. Какое влияние оказывает температура окружающей среды на организм и продуктивность животных?
2. Какие нормативы температуры воздуха применимы в животноводческих помещениях?
3. Назовите приборы для определения температуры воздуха.
4. В чем заключается гигиеническое значение атмосферного давления?
5. Расскажите о строении и принципе работы барографа и термографа.

ТЕМА 2: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

Время – 90 минут.

Место проведения – практикум.

Цель занятия: изучить принцип работы приборов для измерения и контроля влажности воздуха, произвести расчеты гигрометрических показателей.

Материальное обеспечение: статический психрометр Августа, аспирационный психрометр Ассмана, гигрографы (суточный и недельный).

Для гигиенической оценки влажности воздуха используют следующие ее характеристики: абсолютная влажность, максимальная влажность, относительная влажность, дефицит насыщения, точка росы.

Абсолютная влажность (А) – количество водяных паров в граммах, содержащихся в 1 м³ воздуха при данной температуре, или же их упругость, выраженная в миллиметрах ртутного столба в данный момент и при данной температуре.

Максимальная влажность (Е) – предельное количество водяных паров в граммах в 1 м³ воздуха при данной температуре, или же их упругость в миллиметрах ртутного столба при полном насыщении воздуха влагой в данный момент и при данной температуре.

Относительная влажность (R) – отношение абсолютной влажности к максимальной, выраженное в процентах: $R = A / E \times 100$.

Дефицит насыщения (D_н) – разность между максимальной и абсолютной влажностью при данной температуре: $D_{н} = E - A$.

Точка росы – температура, при которой водяные пары, находящиеся в воздухе, достигают насыщения и переходят в туман и жидкое состояние.

Влажность воздуха определяют приборами, называемыми **психрометрами**. **Психрометр Августа** (рисунок 4) состоит из корпуса, двух спиртовых термометров, резервуара-питателя. При этом один из термометров, резервуар которого обернут кусочком батиста (марли) и погружен в резервуар-питатель с дистиллированной водой, называют «влажный». Второй термометр, не обернутый батистом или марлей, – «сухой». Показания термометров снимают после выдержки психрометра в помещении в течение 10-15 минут.



Рисунок 4 – Психрометр Августа



Рисунок 5 – Психрометр Ассмана

Для расчета *абсолютной влажности* пользуются формулой Ренье:

$$A = E_{\text{вл}} - \alpha \times (t_1 - t_2) \times B,$$

где A – абсолютная влажность, г/м^3 или мм рт. ст.; $E_{\text{вл}}$ – максимальная влажность по показаниям влажного термометра, г/м^3 или мм рт. ст. (находят по таблице 1); α – психрометрический коэффициент, зависящий от скорости движения воздуха; t_1 – температура «сухого» термометра, $^{\circ}\text{C}$; t_2 – температура «влажного» термометра, $^{\circ}\text{C}$; B – барометрическое давление в момент исследования, мм рт. ст.

Относительную влажность вычисляют по формуле:

$$R = (A / E_{\text{сух}}) \cdot 100,$$

где R – относительная влажность воздуха, %; A – абсолютная влажность воздуха, мм рт. ст. или г/м^3 ; $E_{\text{сух}}$ – максимальная влажность воздуха по данным сухого термометра, мм рт. ст. или г/м^3 .

Для быстрого вычисления относительной влажности воздуха можно пользоваться таблицей, прилагаемой к каждому прибору.

Дефицит насыщения определяют по формуле:

$$D = E_{\text{сух}} - A,$$

где D – дефицит насыщения воздуха, г/м^3 ; $E_{\text{сух}}$ – максимальная влажность воздуха по данным сухого термометра, мм рт. ст. или г/м^3 ; A – абсолютная влажность воздуха, мм рт. ст. или г/м^3 .

Точку росы вычисляют по данным таблицы 1 (указана в приложении) по показаниям абсолютной влажности.

Аспирационный психрометр Ассмана (рисунок 5) – более совершенный психрометр по сравнению со статическим психрометром Августа. Он состоит из корпуса, двух ртутных термометров и аспирационного устройства.

Один из термометров, резервуар которого обернут кусочком батиста или марли и увлажняется 2-3 каплями дистиллированной воды, называют «влажный». Второй термометр, не обернутый батистом или марлей, – «сухой».

В психрометре Ассмана термометры заключены в металлические трубки (металлический футляр), предохраняющие резервуары термометров от воздействия теплового излучения. В процессе работы через эти трубки при помощи вентилятора (аспирационного устройства), находящегося в верхней части прибора, равномерно прокачивается исследуемый воздух со скоростью 4 м/с.

Вентилятор заводят ключом и показания термометров отсчитывают на полном ходу вентилятора через 4 минуты работы летом и через 15 минут – зимой.

Для расчета *абсолютной влажности* пользуются формулой Шпрунга:

$$A = E_{\text{вл}} - 0,5 \times (t_1 - t_2) \times (B/755),$$

где A – абсолютная влажность, г/м^3 или мм рт. ст.; $E_{\text{вл}}$ – максимальная влажность по показаниям влажного термометра, г/м^3 или мм рт. ст. (находят по таблице 1); 0,5 – постоянная величина (психрометрический коэффициент); t_1 – температура «сухого» термометра, $^{\circ}\text{C}$; t_2 – температура «влажного» термометра, $^{\circ}\text{C}$; B – барометрическое давление в момент исследования, мм рт. ст.; 755 – среднее барометрическое давление.

Расчеты относительной влажности, дефицита насыщения и точки росы проводят так же, как и по статистическому психрометру Августа.

Для непрерывной регистрации относительной влажности воздуха применяют **гигрограф** (рисунок 6).

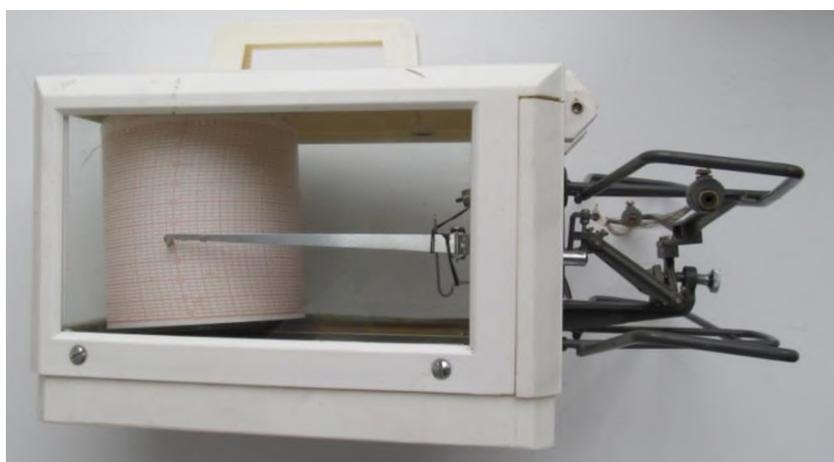


Рисунок 6 – Гигрограф

Воспринимающая часть прибора состоит из пучка обезжиренных человеческих волос (35-40 штук) длиной около 20 см, натянутых на раму и закрепленных с обоих концов. При изменении относительной влажности воздуха увеличивается или уменьшается длина пучка волос. Эти колебания с помощью передаточного механизма вызывают перемещение стрелки с пером по диаграммной ленте. Регистрирующая часть прибора такая же, как и у термографа и барографа. Перо, поднимаясь и опускаясь, производит непрерывную графическую запись относительной влажности воздуха (гигрограмма) на диаграммной бумажной ленте.

Перед работой укрепляют на барабане диаграммную ленту, заводят часовой механизм и заполняют перо специальными чернилами. Первоначально перо на ленте устанавливают с помощью регулировочного винта в соответствии с показаниями аспирационного психрометра.

Гигрографы подразделяются на суточные и недельные. Лента разграфлена по горизонтали на часы или дни недели и часы, а по вертикали – на показатели относительной влажности воздуха в процентах.

Гигрограф не является абсолютно точным прибором, и поэтому правильность записи на ленте периодически (раз в трое суток) следует проверять при помощи аспирационного психрометра.

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют гигрометрические показатели воздуха?
2. Как влияет влажность воздуха на организм животных?
3. Назовите источники накопления влаги в животноводческих помещениях.
4. Какие приборы используют для определения влажности воздуха?
5. Какие применяются меры борьбы с повышенной влажностью в животноводческих помещениях?

ТЕМА 3: ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ И ОХЛАЖДАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВОЗДУХА

Время – 90 минут.

Место проведения – практикум.

Цель занятия: изучить приборы для измерения подвижности воздуха, произвести расчеты охлаждающей способности и скорости движения воздуха.

Материальное обеспечение: чашечный анемометр, крыльчатый анемометр, кататермометр (цилиндрический и шаровой).

Подвижность воздуха определяют **анемометрами**. В зависимости от конструктивных особенностей ветроприемника они бывают двух типов: крыльчатые и чашечные.

Крыльчатый анемометр (рисунок 7) предназначен для измерения скорости воздушного потока в пределах 0,3-5 м/с.

Воспринимающей частью прибора является крыльчатка с легкими алюминиевыми крыльями, огражденная широким металлическим кольцом. Она при помощи оси связана со счетным механизмом, шкала которого имеет 3 циферблата измерений: тысяч, сотен и единиц. Включение и выключение прибора производится арретиром (рычажком). К прибору прикручивают ручку, которая может быть использована для установки прибора на деревянном шесте. В корпус прибора по обе стороны арретира ввернуто два ушка. Через них от кольца арретира пропускают концы шнура, с помощью которых производится включение и выключение анемометра, поднятого на шесте (рисунок 7).

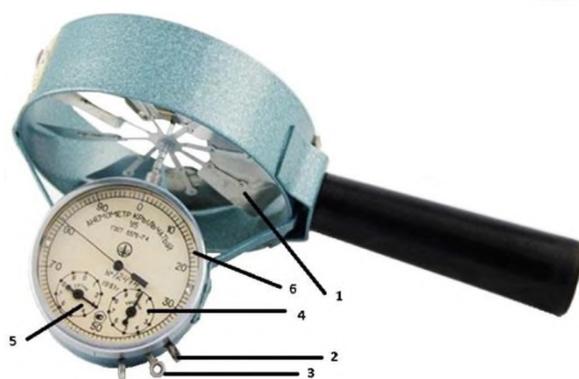


Рисунок 7 – Крыльчатый анемометр:

- 1 – крыльчатый ветроприемник; 2 – ушки для подвешивания прибора;
3 – арретир (рычажок для включения счетчиков); шкалы на панели циферблатов: 4 – тысячи, 5 – сотни, 6 – единицы и десятки

Порядок работы:

Перед измерением скорости воздушного потока записывают начальное показание счетного механизма (в выключенном состоянии) по всем трем цифер-

блатам. Например, стрелка на циферблате тысячи находится между 0 и 1; на циферблате сотни – между 2 и 3, а на циферблате десятков и единиц – против 81. Показание крыльчатого анемометра – 0281.

Затем анемометр располагают, например, в воздушном потоке вытяжной вентиляционной трубы осью крыльчатки вдоль направления (параллельно) потока и, добившись равномерного вращения крыльчатки вхолостую (1-2 мин.), одновременно включают механизм прибора и секундомер. Как правило, измерение проводят в течение 100 с, после чего механизм и секундомер выключают. Записывают конечное показание счетчика. Разделив разность конечного и первоначального показаний на 100 секунд, находят скорость движения воздуха в м/с.

Чашечный анемометр (рисунок 8) предназначен для измерения скорости ветра в пределах 1-20 м/с.

Чашечный анемометр отличается от крыльчатого только ветроприемником, где вместо крыльчатки – крестовина с 4 полыми полушариями. Определение скорости воздушного потока аналогично предыдущему, за исключением того, что в исследуемой точке прибор устанавливают осью перпендикулярно потоку воздуха.

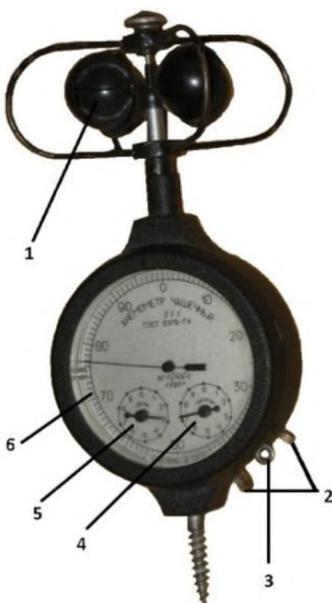


Рисунок 8 – Чашечный анемометр:

- 1 – чашечный ветроприемник; 2 – ушки для подвешивания прибора;
3 – арретир (рычажок для включения счетчиков); шкалы на панели циферблатов: 4 – тысячи, 5 – сотни, 6 – единицы и десятки

Малые скорости движения воздуха и охлаждающую способность воздуха измеряют **цилиндрическим и шаровым кататермометрами** (рисунок 9).

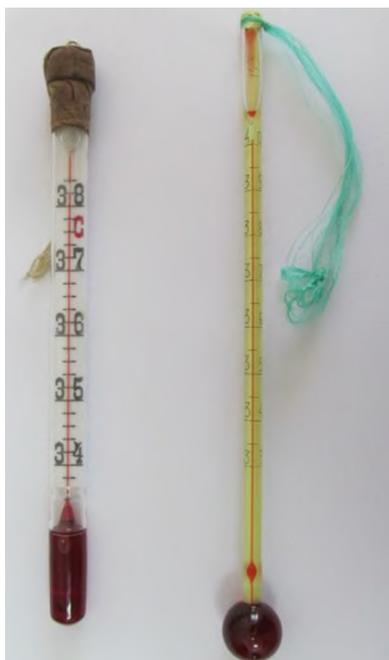


Рисунок 9 – Кататермометры: цилиндрический (слева), шаровой (справа)

Кататермометры могут иметь цилиндрический или шаровой резервуар, который заполнен окрашенным спиртом. Нижняя часть спиртового резервуара переходит в капиллярную трубку, которая оканчивается сверху небольшим цилиндрическим расширением. Шкала прибора разделена на градусы: от 35 до 38 °С в цилиндрическом кататермометре, от 33 до 40 °С – в шаровом кататермометре. Величина потери тепла с 1 см² поверхности резервуара прибора за период охлаждения его от 38 до 35 °С в милликалориях называется фактором кататермометра (F).

Фактор имеет индивидуальное значение для каждого прибора и отмечается гравировкой или краской на обратной стороне шкалы прибора.

Порядок работы:

Резервуар цилиндрического или шарового кататермометра опускают в горячую воду (60-80 °С) и нагревают прибор до тех пор, пока спирт не заполнит 1/3 или 1/2 верхнего цилиндрического расширения (в капилляре не должно быть пузырьков воздуха).

После этого прибор вынимают из воды, насухо вытирают резервуар и подвешивают неподвижно в точке исследования. По секундомеру определяют время, в течение которого столбик спирта опустится от 38 до 35 °С. Измерения повторяют в одной и той же точке пять раз. Данные первого измерения, как наименее точного, отбрасывают и из четырех измерений выводят среднее значение времени охлаждения. В это же время с помощью термометра измеряют температуру воздуха в помещении в данной точке.

Величину охлаждения (катаиндекс) определяют по формуле:

$$H = F / T,$$

где H – потери тепла в милликалориях с 1 см^2 поверхности резервуара кататермометра в 1 с при охлаждении от 38 до $35 \text{ }^\circ\text{C}$; F – фактор кататермометра, $\text{мкал}/\text{см}^2$; T – среднее время охлаждения кататермометра от 38 до $35 \text{ }^\circ\text{C}$, секунд.

Для определения скорости движения воздуха необходимо знать разность (Q) между средней температурой кататермометра ($38 + 35 / 2 = 36,5 \text{ }^\circ\text{C}$) и средней температурой воздуха:

$$Q = 36,5 - [(T_1 - T_2) / 2],$$

где Q – разность между средней температурой кататермометра и температурой воздуха в точке измерения, $^\circ\text{C}$; $36,5$ – средняя температура кататермометра; T_1 – температура воздуха в начале исследования, $^\circ\text{C}$; T_2 – температура воздуха в конце исследования, $^\circ\text{C}$.

Затем определяют отношение H/Q и определяют скорость движения воздуха, пользуясь при этом соответствующими формулами.

Для вычисления скорости движения воздуха, меньшей или равной 1 м/с ($H / Q \leq 0,6$), применяют формулу Хилла:

$$V = \left(\frac{\frac{H}{Q} - 0,2}{0,4} \right)^2$$

Для вычисления скоростей движения воздуха более 1 м/с ($H / Q > 0,6$) пользуются формулой Вейса:

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

где V – скорость движения воздуха, м/с ; H – охлаждающая способность воздуха, $\text{мкал}/\text{см}^2 \cdot \text{с}$; Q – разность между средней температурой кататермометра и средней температурой воздуха в точке измерения, $^\circ\text{C}$; $0,2$; $0,4$; $0,14$; $0,49$ – эмпирические величины.

Контрольные вопросы:

1. Что понимается под скоростью движения воздуха?
2. Назовите методы определения скорости движения воздуха.
3. Назовите виды анемометров и принцип их действия.
4. Какие применяются нормативы скорости воздуха и воздухообмена для разных животноводческих помещений?
5. Что понимается под аэростазом помещений?
6. Какие бывают аэростазы помещений?

ТЕМА 4: ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВРЕДНЫХ ГАЗОВ В ВОЗДУХЕ ПОМЕЩЕНИЙ

Время – 90 минут.

Место проведения – практикум.

Цель занятия: изучить устройство приборов и методики определения газового состава воздуха.

Материальное обеспечение: газоанализатор УГ-2, индикаторные трубочки, многоканальный газоизмерительный прибор Miniwarn, газоанализатор Рас-7000.

В производственных условиях определение аммиака и других вредных газов (CO_2 , H_2S , CO и др.) производится с помощью портативных газоанализаторов типа УГ-2 (рисунок 10).

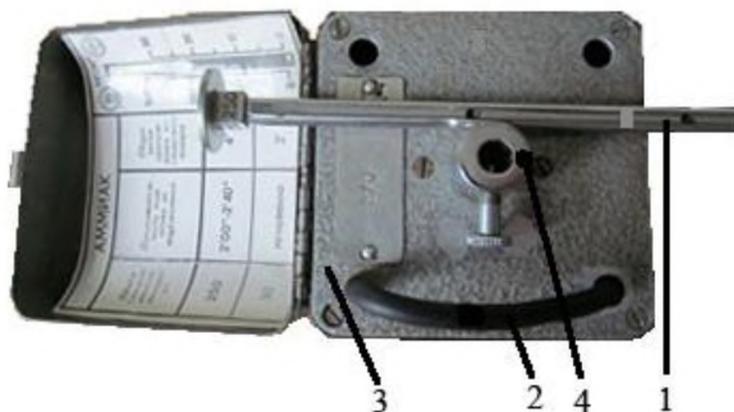


Рисунок 10 – Универсальный газовый анализатор типа УГ-2:
1 – калиброванный штук; 2 – резиновая трубка; 3 – корпус;
4 – фиксатор (стопорное устройство)

Принцип работы **газоанализатора УГ-2** основан на измерении длины столбика индикаторного порошка, изменившего окраску в процессе просасывания через индикаторную трубку воздуха, содержащего вредные примеси. Просасывание воздуха осуществляется воздухозаборным устройством. Длина окрашенного столбика индикаторного порошка в индикаторной трубке, пропорциональная концентрации анализируемого газа в воздухе, измеряется по шкале, градуированной в мг/м^3 .

Основной частью воздухозаборного устройства является резиновый сильфон с расположенной внутри пружиной, которая удерживает сильфон в растянутом состоянии.

На штуцере с внутренней стороны надета резиновая трубка, которая вторым концом через нижний фланец соединяется с внутренней полостью сильфона. На наружный конец штуцера надета отводная резиновая трубка, к кото-

рой присоединяется индикаторная трубка.

На верхней плате имеется неподвижная втулка для направления штока при сжатии сильфона и отверстия для хранения штоков в нерабочем положении.

Просасывание исследуемого воздуха через индикаторную трубку производится после предварительного сжатия сильфона штоком. На гранях, под головкой штока, обозначены объемы просасываемого при анализе воздуха. На поверхности штока имеются 4 продольные канавки, каждая с 2 углублениями, служащими для регулирования объема прокачиваемого воздуха.

Индикаторная трубка – стеклянная длиной 90-92 мм и внутренним диаметром 2,5-2,6 мм, заполненная индикаторным порошком, порошок удерживается тонкими прокладками (0,5 мм) из ваты и пыжами из медной проволоки (диаметр 0,27 мм). Для предохранения индикаторного порошка от посторонних воздействий концы трубочек герметизируются колпачками из алюминиевой фольги и сургуча, которые перед анализом удаляются.

Порядок работы:

Калибровочный шток вставляют в направляющую втулку воздухозаборного устройства. Давлением руки на шток сильфон сжимают до захода стопорного устройства в верхнее фиксирующее углубление в канавке штока. Индикаторную трубку освобождают от сургуча и фольги. Резиновую трубку воздухозаборного устройства соединяют с индикаторной трубочкой.

Слегка надавив ладонью на шляпку штока, отводят стопор, после чего шток начинает двигаться вверх и происходит прокачивание через индикаторную трубку исследуемого воздуха. При этом индикаторный порошок при контакте с вредным газом меняет свой цвет.

Так, при определении аммиака на индикаторном порошке (фарфоровый порошок, обработанный раствором бромфенолового синего) образуется серосиний слой. Длина окрашенного слоя пропорциональна концентрации аммиака в воздухе.

Когда стопор войдет в нижнее углубление канавки, будет слышен щелчок и движение штока прекратится. Выжидают 2 минуты для выравнивания давления в сильфоне. Затем индикаторную трубку прикладывают к измерительной шкале так, чтобы начало изменения окраски порошка совпало с нулевым делением шкалы. Верхняя граница окрашенного столбика укажет по шкале концентрацию газа. Если порошок в трубке окрасился менее $\frac{1}{2}$ трубки, то ее можно использовать еще раз – вставив в резиновую трубку (2) с другой стороны.

Для определения допустимой концентрации аммиака объем просасываемого воздуха должен составлять 250 мл, а для определения токсической концентрации – 30 мл.

Газоанализатор MiniWarn (рисунок 11) представляет собой портативный газоизмерительный прибор для непрерывного контроля концентрации нескольких газов в воздухе.



Рисунок 11 – Многоканальный газоанализатор MiniWarn фирмы Dräger

Принцип работы многоканального газоизмерительного прибора Miniwarn фирмы Dräger, а также газовых мониторов Pac 7000 (NH_3 или O_2) основан на контакте их сенсоров с воздухом в животноводческом помещении.

Порядок работы:

Включение многоканального газоанализатора Miniwarn фирмы Dräger:

1. Нажмите кнопку “ \blacktriangle ” – на дисплей будут выведены: версия программного обеспечения, установки тревог и верхние пределы измерительных диапазонов.

2. Далее будут показаны концентрация газа, тип газа и единицы измерения концентрации.

Включение подсветки дисплея – если нажать любую кнопку или после активизации тревоги: подсветка дисплея включится примерно на 2 минуты.

Вывод информации о приборе – в режиме измерения или на выключенном приборе нажмите и удерживайте кнопку “ \blacktriangle ”.

При тревоге – включаются звуковой сигнал и красный индикатор тревоги, а на дисплей выводится категория тревоги.

Для квитирования тревоги нажмите кнопку “ \blacktriangle ”.

Работа с меню:

1. Нажмите кнопку “ \blacktriangle ” – на дисплее будет показано меню.

2. Кнопка “ \blacktriangle ” для перемещения вверх по меню.

3. Кнопка “ \blacktriangledown ” для перемещения вниз по меню.

Выключение прибора – одновременно нажать кнопки “ \blacktriangle ” и “ \blacktriangledown ” до завершения обратного отсчета – “3”, “2”, “1” и подачи светозвукового сигнала.

Газоанализатор Pac-7000 (рисунок 12) является устройством для измерения токсичных газов в животноводческих помещениях (O_2 , NH_3 , CO_2 , CO).



Рисунок 12 – Газоанализаторы Pac 7000

Порядок работы:

Включение газоанализатора Pac 7000: нажать на клавишу “OK” и удерживать до светозвукового сигнала и обратного отсчета “3”, “2”, “1”. Через 15 мин. прибор в режиме реального времени покажет текущую концентрацию изучаемого газа (NH_3 или O_2).

Выключение Pac 7000: нажать на клавиши “OK” и “+” до светозвукового сигнала и полного отключения – “3”, “2”, “1”.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается гигиеническое значение воздушной среды?
2. Назовите предельно допустимые концентрации вредных газов (аммиак, сероводород, углекислый газ) в помещении.
3. В чем заключается действие аммиака на организм сельскохозяйственных животных?
4. Расскажите устройство и принцип работы газоанализатора УГ-2.
6. В чем заключается принцип работы газоанализаторов: MiniWarn и Pac-7000?

ТЕМА 5: ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОБНОЙ ОБСЕМЕНЕННОСТИ И ПЫЛЕВОЙ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОЗДУХА

Время – 90 минут.

Место проведения – практикум.

Цель занятия: изучить устройство приборов и методы определения микробной обсемененности и пылевой загрязненности воздуха.

Материалы и оборудование: стерильные чашки Петри с мясо-пептонным агаром, специальные подложки фирмы «RIDA», аппарат Кротова, фильтры типа АФА-ВП, воронка Аллонжи, аналитические весы.

Более простым методом определения общей микробной загрязненности воздуха является **способ осаждения** или **седиментации**, при котором на поверхность плотной питательной среды (чаще всего мясо-пептонный агар) открытой чашки Петри оседают бактерии, находящиеся в воздухе под действием сил гравитации.

Время экспонирования открытой чашки Петри составляет 5 минут. После этого чашку Петри закрывают, переворачивают кверху питательной средой, заворачивают в бумагу, подписывают дату исследования и место и помещают в термостат на 1-2 суток при температуре 37-38⁰С. После этого подсчитывается количество выросших колоний на всей чашке Петри.

При расчете микробной загрязненности воздуха ориентировочно считают, что за 5 минут на поверхность чашки Петри площадью 100 см² успевает осесть такое количество микроорганизмов, которое содержится в 10 л воздуха.

Например: на чашке Петри площадью 63,6 см² выросло 150 колоний микроорганизмов. Узнаем, сколько микроорганизмов выросло на площади 100 см².

$$\begin{array}{r} 63,6 - 150 \\ 100 - x \\ x = 100 \times 150 / 63,6 = 236. \end{array}$$

Следовательно, на чашке Петри площадью 100 см² выросло 236 микроорганизмов. Далее делаем перерасчет на 1 м³.

$$\begin{array}{r} 10 \text{ л} - 236 \\ 1000 \text{ л} - x \\ x = 1000 \times 236 / 10 = 23600 \end{array}$$

Таким образом, в 1 м³ воздуха содержится 23600 микроорганизмов.

Определение микробной обсемененности воздуха **методом В. Ф. Матусевича**.

Для отбора пробы воздуха используется цилиндр емкостью 1 л, изготов-

ленный из плотной бумаги (размер листа 12,7 x 30 см). Бумажные цилиндры перед исследованием стерилизуют, а оба конца соединяют скрепками и закрывают стерильными чашками Петри. Перед исследованием с цилиндра снимают чашки Петри и плавным горизонтальным движением отбирают пробу исследуемого воздуха. Нижним концом цилиндр ставится в чашку Петри на мясопептонный агар, а сверху закрывается крышкой этой же чашки.

По истечении 10 минут цилиндр снимается, чашка Петри с агаром закрывается и ставится на 24 часа в термостат в перевернутом состоянии для выращивания бактерий при температуре 37-38 °С. Затем аналогичным образом производится подсчет колоний и перерасчет на 1 м³ воздуха.

Определение общей микробной загрязненности, коли-индекса и стафилококков в воздухе с использованием **подложек RIDA ® COUNT** (фирмы Ар-Биофарм, Германия).

С помощью ножниц открывают фольгированный пакет с подложками. Из открытого пакета извлекают необходимое количество подложек.

Край пакета с оставшимися подложками следует согнуть, зафиксировать сгиб с помощью скрепки и поместить на хранение при температуре 2-8 °С.

С подложки снимают прозрачную пленку и кладут рядом в стерильную чашку Петри. Затем подложки 5 минут экспонируют в зоне обследования.

После экспонирования подложку закрывают прозрачной пленкой. В лаборатории с помощью микропипетки или одноразового шприца наносят под пленку подложки непосредственно на питательную среду 1 см³ стерильного физраствора. Поскольку физраствор впитывается в подложку немедленно, можно сразу же закрывать пленку после его внесения. Инкубируют подложку в течение 24-48 ч при температуре 35-37 °С.

Расчет количества бактерий ведут путем визуального подсчета колоний, выросших на поверхности питательной среды подложек исходя из правила одна колония – одна КОЕ (колониеобразующая единица или один микроорганизм).

Для определения количества микроорганизмов в 1 м³ воздуха ориентировочно считают, что за 5 минут на поверхность площадью 100 см² успевает осесть такое количество микроорганизмов, которое содержится в 10 дм³ воздуха.

Например: на подложке площадью 20 см² выросло 150 колоний микроорганизмов. Узнаем, сколько микроорганизмов выросло на площади 100 см² с помощью пропорции:

$$\begin{array}{r} 20 - 150 \\ 100 - x \\ x = 100 \times 150 / 20 = 750 \end{array}$$

Далее проводим перерасчет на 1 м³:

$$X = 750 \times 1000 / 10 = 75000$$

Таким образом, в 1 м³ воздуха содержится 75000 КОЕ.

Аспирационный метод определения микробной загрязненности воздуха более совершенен. Он основан на принудительном осаждении микроорганизмов из воздуха на поверхность плотной питательной среды. Наиболее удобен для этого **аппарат Ю.А. Кротова** (рисунок 13).

Принцип работы прибора Кротова основан на том, что воздух проходит через клиновидную щель в крышке прибора и ударяется о поверхность питательной среды. При этом частицы аэрозоля и пыли прилипают к среде, а вместе с ними и микроорганизмы, находящиеся в воздухе.

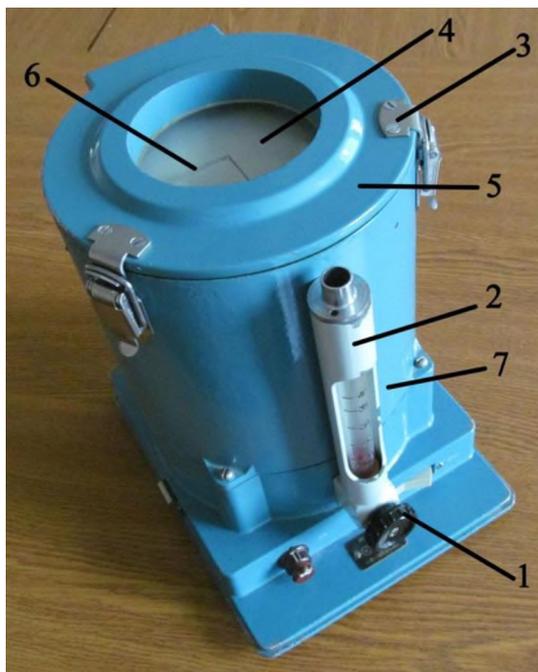


Рисунок 13 – Аппарат Ю.А. Кротова

Прибор Кротова имеет цилиндрический корпус (7), в основании которого установлен электромотор с 8-лопастным центробежным вентилятором, а в верхней части размещен вращающийся диск (4). На этот диск (столик) устанавливается чашка Петри с питательной средой. Корпус прибора герметически закрывается с помощью накладных замков (3) крышкой (5) с радиально расположенной клиновидной щелью (6) в стеклянном окне. При работе прибора аспирируемый вентилятором воздух поступает через клиновидную щель и ударяется об агар.

Вращение диска с чашкой Петри и форма щели гарантируют равномерное распределение микробов по поверхности агара. Для определения количества воздуха, прошедшего через прибор, на наружной стенке корпуса укреплен ротаметр (2) с вентиляем для регулировки (1). Прибор Кротова питается от электросети, что в известной мере ограничивает возможности применения его для исследования атмосферного воздуха.

Порядок работы:

Для бактериологического анализа воздуха прибор включают в сеть и вращением ручки вентиля устанавливают ротаметром требуемое количество литров воздуха в минуту (25 л/мин), прибор выключают. Затем открывают крышку прибора и устанавливают на диск открытую чашку Петри с агаром или другой плотной питательной средой. После этого закрывают прибор и включают электродвигатель: на 4 мин. – в помещении с низкой бактериальной обсемененностью, а в помещении с высокой бактериальной обсемененностью – на 1 мин.

Воздух для исследования в зависимости от его чистоты протягивается в количестве от 25 до 250 л. Длительность отбора воздуха зависит от предполагаемой его обсемененности.

По истечении времени, необходимого для посева, отключают электродвигатель; вращающийся диск закрепляют держателем, который располагается в верхней части цилиндра на боковой стенке. Открывают крышку прибора, достают чашку Петри, закрывают ее крышкой, переворачивают кверху питательной средой и помещают в термостат при 37 °С на 48 часов. По истечении этого срока подсчитывают число выросших колоний по всей поверхности чашки.

Зная количество воздуха, проходящего через прибор, и время экспозиции, определяют общий объем воздуха, который брали для посева. По выросшим в чашке Петри колониям вычисляют количество бактерий, приходящихся на единицу объема воздуха.

Например: отбор пробы воздуха производился в течение 4 минут со скоростью аспирации 25 л/мин, число колоний после инкубации в термостате – 520. Следовательно, в 1 м³ воздуха будет содержаться: $(520 \times 1000) : (4 \times 25) = 5200$ микроорганизмов.

Определение пылевой загрязненности воздуха

Наиболее широкое распространение получил **весовой (гравиметрический) метод**. Этот метод заключается в том, что определенный объем воздуха просасывают через пористые вещества (вата, асбест, порошкообразные вещества, фильтры). Удобны для этой цели фильтры типа АФА (рисунок 14), выполненные из фильтрующего материала ФПП (АФА-В-10, АФА-В-18, АФА-ВП).



Рисунок 14 – Фильтр

АФА-В-10

Эти фильтры обладают высокой эффективностью пылеулавливания, ма-

лым сопротивлением току аспирируемого воздуха, низкой гигроскопичностью, устойчивостью к действию химических веществ. Перед применением фильтры извлекают из пакета и фильтродержателя, помещают на часовое стекло (балласт) и взвешивают с точностью до 0,001 г. Перед анализом фильтр вставляют в кассету (патрон) из металла или плексигласа (рисунок 15) и через него при помощи модернизированного аппарата Кротова просасывают 100 дм³ воздуха, со скоростью не более 20 дм³/мин.

После отбора пробы воздуха фильтр опять взвешивают на том же часовом стекле. Определяют разницу в весе фильтра после и до прохождения через фильтр воздуха. Результат умножают на 10 и получают количество пыли – мг/м³ воздуха.



Рисунок 15 – Металлический аллонж для отбора проб воздуха

Например: масса фильтра до взятия пробы – 105 мг, после взятия пробы – 105,5 мг. Масса пыли составляет $105,5 - 105 = 0,5$ мг/100 дм³ воздуха.

Следовательно, в 1 м³ воздуха будет в 10 раз больше: $0,5 \times 10 = 5$ мг/м³.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается санитарно-гигиеническое значение определения концентрации пыли и микробной обсемененности в воздухе животноводческих помещений?
2. Какие применяются методы определения содержания микробов и пыли в воздухе?
3. Назовите источники накопления микробной и пылевой загрязненности.
4. Какие существуют нормативы микробной обсемененности и содержания пыли в животноводческих помещениях?
5. Какие применяются меры борьбы с микробной и пылевой загрязненностью воздуха?

ТЕМА 6: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ

Время – 90 минут.

Место проведения – практикум.

Цель занятия: изучить устройство приборов и методы определения естественной и искусственной освещенности.

Материалы и оборудование: люксметры, рулетка, линейки.

Люксметр состоит из измерителя (сенсорный фотоэлемент, показывающий освещенность в люксах) и блока с экраном и с переключателями диапазонов чувствительности прибора (рисунок 16).



Рисунок 16 – Люксметр ТКА-ПКМ 31

Для подготовки к измерению устанавливают измеритель люксметра в горизонтальное положение. Переключение диапазонов производится путем вращения переключателя до показания целых чисел. Если на шкале отображается цифра «1», то следует уменьшить чувствительность фотоэлемента, повернув переключатель по часовой стрелке.

Например: переключатель на рисунке прибора находится у третьего диапазона чувствительности, и уровень освещенности составляет 1247 лк.

В помещениях, освещаемых люминесцентными лампами, показания люксметра следует умножить на поправочный коэффициент 0,9; лампами белого света – на 1,1; при определении естественной освещенности – на 0,8.

Для получения правильных показаний люксметра оберегают фотоэлемент от излишней освещенности, начав с диапазона с самой низкой чувствительностью – для определения освещенности в несколько десятков тысяч люксов.

При измерении фотоэлемент располагают на горизонтальной поверхности так, чтобы тень от проводящего измерения не попадала на фотоэлемент.

Определение естественной освещенности

Для оценки естественной освещенности животноводческих помещений применяют геометрический (косвенный) и светотехнический (прямой) методы.

По геометрическому методу нормы естественного освещения определяют путем вычисления **светового коэффициента (СК)** – отношения площади остекления к площади пола.

Например: площадь пола 500 м², суммарная площадь остекления 50 м². Световой коэффициент рассчитывают по формуле:

$$X = 50 / 500 = 1 / 10$$

Этот способ недостаточно точен, так как не характеризует при одном и том же световом коэффициенте равномерность освещения площади здания.

Показатели светового коэффициента учитывают только при проектировании животноводческих построек.

Для более точного определения освещенности животноводческих помещений естественным светом лучше использовать светотехнический метод, заключающийся в определении **коэффициента естественной освещенности (КЕО)** – отношение освещенности точки, находящейся в помещении, к одновременной освещенности горизонтальной плоскости, расположенной вне помещения под открытым небом. Величину коэффициента естественной освещенности выражают в процентах.

В помещениях с боковым освещением нормируется минимальное значение КЕО, а в помещениях с верхним или комбинированным освещением – среднее значение КЕО. В первом случае определяют освещенность в наименее освещаемой точке, во втором – в ряде точек помещения, стоящих друг от друга на равных расстояниях.

КЕО рассчитывают по формуле:

$$КЕО = (E_v / E_n) \times 100,$$

где КЕО – искомый коэффициент естественной освещенности, %; E_v – освещенность в точке исследования внутри помещения, лк; E_n – одновременная освещенность горизонтальной плоскости вне помещения, лк (освещенность на улице измеряют не ближе 10 м от помещения); 100 – множитель для перевода в проценты.

Например: освещенность внутри помещения – 50 лк. Наружная освещенность равна 5000 лк.

$$КЕО = (50 / 5000) \times 100 = 1 \%$$

Определение искусственной освещенности

Уровень искусственной освещенности определяют с помощью люксметра (*объективный метод*), по удельной мощности ламп в светильниках (*расчетный метод*).

Оценку искусственного освещения производят по уровню освещенности горизонтальной поверхности на рабочем месте с помощью люксметра. Если определение производится днем, то вначале следует измерить освещенность, создаваемую смешанным освещением (естественным и искусственным), а затем – при выключенном искусственном освещении. Разность между полученными данными составит величину искусственного освещения.

При определении искусственной освещенности **расчетным методом** подсчитывают число ламп в помещении и суммируют их мощность в ваттах. Затем делят найденную величину на площадь помещения и получают удельную мощность ламп в ваттах на 1 м². Эту величину умножают на коэффициент «е», показывающий, какое количество люксов дает удельная мощность, равная 1 Вт/м² (таблица).

Таблица – Значение коэффициента «е»

При лампах мощностью	Лампы накаливания		Люминесцентные лампы
	При напряжении в сети		
	110, 120, 127	220	
До 100 Вт	2,4	2	6,5
110 Вт и выше	3,2	2,5	8

Например: площадь коровника 1080 м² освещена 50 лампами по 100 Вт, напряжение в сети 220 В.

Удельная мощность ламп: $(50 \times 100) / 1080 = 4,6 \text{ Вт/м}^2$.

Освещенность в люксах будет равна $4,6 \text{ Вт/м}^2 \times 2,5 = 11,5 \text{ лк}$.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается гигиеническое значение естественной и искусственной освещенности?
2. Назовите методы определения естественной и искусственной освещенности.
3. Какие применяются нормативы естественной и искусственной освещенности (СК; КЕО; УМЛ) для разных видов животных?
4. Что такое фотопериодизм?
5. Расскажите строение и принцип работы люксметра.
6. Какие лампы используются для обогрева животных?

Список использованной литературы

1. Гигиена животных : учебное пособие / В. А. Медведский [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2020. – 591 с.
2. Гигиенический контроль микроклимата в животноводческих помещениях : учебно-методическое пособие / В. А. Медведский [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 40 с.
3. Зоогигиена с основами проектирования животноводческих объектов : учебник / В. А. Медведский [и др.]. – Минск : Новое знание, 2015. – 736 с.
4. Медведский, В. А. Зоогигиена с основами проектирования животноводческих объектов. Практикум : учебное пособие / В. А. Медведский, Н. А. Садо́мов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – 328 с.
5. Медведский, В. А. Гигиена животных : учебное пособие / В. А. Медведский, Н. А. Садо́мов, И. В. Брыло. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 405 с.
6. Нормативные ветеринарно-санитарные и гигиенические требования в животноводстве : инструктивно-методическое издание / В. А. Медведский [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 348 с.
7. Медведский, В. А. Общая гигиена : учебник / В. А. Медведский, А. Н. Карташова, И. В. Щебеток. – Минск : ИВЦ Минфина. – 2020. – 252 с.
8. Организационно-технологические нормативы производства продукции животноводства и заготовки кормов : сборник отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики НАН Беларуси, Центр аграр. экономики; разработ. В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск : Белорусская наука, 2007. – 283 с.

Приложения

Таблица 1 – Максимальная упругость водяного пара в миллиметрах ртутного столба

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

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

Таблица 2 – Параметры микроклимата в помещениях для коров*

Показатели	Содержание	
	привязное	беспривязное
Температура, °С	+8-+12 (+5-+25)	+1-+15 (-10-+25)
Относительная влажность, %	50-75 (40-85)	50-75 (40-85)
Скорость движения воздуха, м/с:		
холодный и переходный период	0,5	0,5
теплый период	1,0	1,0
Допустимая концентрация вредных газов:		
углекислый газ, %	0,25	0,25
аммиак, мг/м ³	20,0	20,0
сероводород, мг/м ³	10,0	10,0
Микробная загрязненность, тыс. КОЕ/м ³	70-120	70-120
Уровень шума, дБ	70	70
Освещение:		
естественное	1:10–1:15	1:10–1:15
искусственное, лк	75	75
дежурное (ночное)	10 % от общего	
Воздухообмен на 1 ц живой массы, м ³ /ч:		
зимний период	17	17
переходный период	35	35
летний период	70	70

Примечания:

1.* – Параметры микроклимата приведены согласно комплексным нормам технологического проектирования новых, реконструкции и технического перевооружения существующих животноводческих объектов по производству молока, говядины и свинины (КНТП-21).

2. В зданиях для содержания животных на глубокой подстилке допускается температуру внутреннего воздуха и относительную влажность не нормировать.

3. Искусственная освещенность в зоне кормления должна составлять 150-200 лк; во время доения на уровне вымени коровы – не менее 150 лк.

Таблица 3 – Параметры микроклимата в помещениях для молодняка крупного рогатого скота*

Показатели	Возраст животных		
	до 60 дней	с 60 дней до 6 месяцев	старше 6 месяцев
Температура воздуха, °С	+16-+18 (+5-+25)	+12-+16 (+8-+25)	+10-+15 (+5-+25)
Относительная влажность, %	50-75 (40-85)	50-75 (40-85)	50-75 (40-85)
Скорость движения воздуха, м/с:			
холодный и переходный период	0,3	0,3	0,5
теплый период	0,5	0,5	1,0
Допустимая концентрация, не более:			
углекислый газ, %	0,20	0,20	0,25
аммиака, мг/м ³	10,0	10,0	15,0
сероводорода, мг/м ³	5,0	5,0	10
Микробная загрязненность, тыс. КОЕ/м ³	20	40	40
Уровень шума, Дб	70	70	70
Освещение:			
естественное	1:10-1:15	1:20-1:30	1:20-1:30
искусственное, лк	100	100	100
дежурное (ночное)	10 % от общего		
Воздухообмен на 1 ц живой массы, м ³ /ч:			
зимний период	17-20	17-20	17-20
переходный период	35-40	35-40	35-40
летний период	70-80	70-80	70-80

Примечание:* – Параметры микроклимата приведены согласно комплексным нормам технологического проектирования новых, реконструкции и технического перевооружения существующих животноводческих объектов по производству молока, говядины и свинины (КНТП-21).

Таблица 4 – Параметры микроклимата в помещениях для хряков и свиноматок*

Показатели	Группы животных			
	хряки-производители	свиноматки		
		холостые и супоросные	тяжелосупоросные	подсосные
Температура воздуха, °С	16 (13-19)	20 (17-23)	20 (18-22)	20 (18-22)
Относительная влажность, %	40-75	40-75	40-75	40-75
Скорость движения воздуха, м/с:				
холодный и переходный период	0,2	0,3	0,2	0,2
теплый период	1,0	1,0	0,4	0,4
Допустимая концентрация, не более:				
углекислый газ, %	0,2	0,2	0,2	0,2
аммиака, мг/м ³	20,0	20,0	20,0	10,0
сероводорода, мг/м ³	10,0	10,0	10,0	5,0
Микробная загрязненность, тыс. КОЕ/м ³	не более 300			
Уровень шума, Дб	70	70	70	70
Освещение:				
естественное	1:10-1:12	1:10-1:12	1:10-1:12	1:10-1:12
искусственное, лк	50-100	50-100	50-100	50-100
Воздухообмен на 1 ц живой массы, м ³ /ч:				
зимний период	15	15	20	15
переходный период	60	45	45	45
летний период	70	60	60	60

Примечания: 1.* – Параметры микроклимата приведены согласно комплексным нормам технологического проектирования новых, реконструкции и технического перевооружения существующих животноводческих объектов по производству молока, говядины и свинины (КНТП-21). 2. Температура в зоне локального обогрева поросят-сосунов должна составлять, °С: в возрасте 1-4 день – 35 (34-36); 5-14 день – 30 (29-31); 15-22 день – 27 (26-28); 23-30 день – 24 (23-25); 31 день и старше (до отъема) – 23 (22-24).

Таблица 5 – Параметры микроклимата в помещениях для молодняка свиней*

Показатели	Группы животных				
	Поросята на доращивании, в возрасте:		Молодняк на откорме, в возрасте:		Ремонтный молодняк
	35-40 дней	41-86 дней	87-140 дней	141 день и старше	
Температура воздуха, °С	26 (25-27)	22 (20-24)	21 (18-23)	19 (16-21)	22 (20-24)
Относительная влажность, %	40-70	40-70	40-75	40-75	40-75
Скорость движения воздуха, м/с:					
холодный и переходный период	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2
теплый период	0,6	0,6	1,0	1,0	0,6
Допустимая концентрация, не более:					
углекислый газ, %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
аммиака, мг/м ³	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
сероводорода, мг/м ³	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Микробная загрязненность, тыс. КОЕ/м ³	не более 300				
Уровень шума, Дб	70	70	70	70	70
Освещение:					
естественное	1:10		1:15	1:20	1:10-1:12
искусственное, лк	50-100		30-50	20-50	50-100
Воздухообмен на 1 ц живой массы, м ³ /ч:					
зимний период	15	15	15	15	20
переходный период	45	45	45	45	55
летний период	60	60	65	65	65

Примечание:* – Параметры микроклимата приведены согласно комплексным нормам технологического проектирования новых, реконструкции и технического перевооружения существующих животноводческих объектов по производству молока, говядины и свинины (КНТП-21).

Таблица 6 – Параметры микроклимата помещений для лошадей

Показатели	Племенные лошади				Рабочие лошади
	взрослые животные	молодняк в тренинге	жеребята-отъемыши	в денниках в первые дни после выжеребки	
Температура, °С	4–6	4–8	6–10	8–15	4–6
Относительная влажность, %	80	80	80	80	80–85
Скорость движения воздуха, м/с:					
зимой	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3
в переходный период	0,5	0,4	0,3	0,2	0,5
летом	1	0,8	0,7	0,5	1
Допустимая концентрация, не более:					
углекислый газ, %	0,25	0,2	0,2	0,15	0,25
аммиака, мг/м ³	20	20	15	10	20
сероводорода, мг/м ³	10	10	8	5	10
Микробная загрязненность, тыс. КОЕ/м ³	150	150	100	100	200
Освещение:					
естественное	1:10	1:10	1:10	1:10	1:20
искусственное, лк	15-20	50-100	50-100	50-100	30-50
Воздухообмен, м ³ /ч на голову:					
зимой	50	30	20	–	50
в переходный период	70	50	30	–	70
летом	100	70	50	–	100

Таблица 7 – Параметры микроклимата в помещениях для овец

Показатели	Овчарни для содержания баранов, маток, молодняка, валухов	Овчарни со щелевым полом, родильное отделение в тепляке
Температура, °С	5 (3-6)	15 (12-16)
Относительная влажность, %	75 (50-85)	70 (50-85)
Скорость движения воздуха, м/с:		
зимой	0,5	0,2
в переходный период	0,5	0,3
летом	0,8	0,5
Допустимая концентрация вредных газов:		
углекислый газ, %	0,3	0,25
аммиак, мг/м ³	20,0	20,0
сероводород, мг/м ³	10,0	10,0
Микробная загрязненность, тыс.КОЕ/м ³	не более 70	не более 50
Воздухообмен, м ³ /ч на голову:		
зимой	15	15
в переходный период	25	30
летом	45	50

Таблица 8 – Температурно-влажностный режим при выращивании цыплят-бройлеров

Система размещения птицы							
по всему птичнику			«точечное» размещение под брудером				
возраст, дней	температура, °С	относительная влажность, %	возраст, дней	температура, °С			относительная влажность, %
				под краем брудера	2 м от края брудера	в птичнике	
1	29	65–70	1	30	27	25	65–70
3	28	65–70	3	29	26	24	65–70
6	27	65–70	6	28	25	23	65–70
9	26	65–70	9	27	25	23	65–70
12	25	60–70	12	26	25	22	60–70
15	24	60–70	15	25	24	22	60–70
18	23	60–70	18	24	24	22	60–70
21	22	60–70	21	23	23	22	60–70
24	21	60–70	24	22	22	21	60–70
27	20	60–70	27	21	21	21	60–70

Таблица 9 – Допустимая скорость движения воздуха при выращивании цыплят-бройлеров

Возраст птицы, дней	Скорость в зоне расположения птицы, м/с
0–14	минимальная вентиляция
15–21	0,5
22–28	0,875
29 и старше	1,75–2,5

Таблица 10 – Температурно-влажностный режим и воздухообмен для кур яичного направления

Возраст птицы, дни	Температура воздуха, °С	Влажность воздуха, %	Минимальная подача воздуха по периодам года, м ³ /кг живой массы		Скорость движения воздуха по периодам года, м/с	
			холодный	теплый	холодный	теплый
1–2	33–35	75–80	0,1–0,2	0,1–0,2	0,1	0,1
3–4	31	75–80	0,1–0,2	0,1–0,2	0,1	0,1
5–7	30	60–70	0,1–0,2	0,1–0,2	0,1	0,1
8–14	29	60–70	0,8–1,0	0,8–1	0,1	0,1
15–21	27	60–70	0,8–1,0	5,0	0,1–0,5	0,2–0,6
22–28	23	60–70	0,8–1,0	5,0	0,1–0,5	0,2–0,6
29–35	20	60–70	0,8–1,0	5,0	0,1–0,5	0,2–0,6
36–120	19–20	60–70	0,8–1,0	5,0	0,1–0,5	0,2–0,6
121 и старше	18–22	60–70	0,8–1,0	5,0	0,2–0,6	0,3–1,0

Таблица 11 – Показатели качества воздуха в помещениях для кур яичного направления

Возраст птицы, недель	Предельно допустимые концентрации					Уровень шума, дБ
	углекислого газа, %	аммиака, мг/м ³	сероводорода, мг/м ³	пыли органической, мг/м ³	микроорганизмов, тыс.КОЕ/м ³	
1–4	0,25	15	5	1	30	80
5–9	0,25	15	5	2	50	80
10–14	0,25	15	5	3	100	80
15–22	0,25	15	5	4	100	80
23 и старше	0,25	15	5	5	100	80

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»

Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины является старейшим учебным заведением в Республике Беларусь, ведущим подготовку врачей ветеринарной медицины, ветеринарно-санитарных врачей, провизоров ветеринарной медицины и зооинженеров.

Вуз представляет собой академический городок, расположенный в центре города на 17 гектарах земли, включающий в себя единый архитектурный комплекс учебных корпусов, клиник, научных лабораторий, библиотеки, студенческих общежитий, спортивного комплекса, Дома культуры, столовой и кафе, профилактория для оздоровления студентов. В составе академии 4 факультета: ветеринарной медицины; биотехнологический; повышения квалификации и переподготовки кадров агропромышленного комплекса; международных связей, профориентации и довузовской подготовки. В ее структуру также входят Аграрный колледж УО ВГАВМ (п. Лужесно, Витебский район), филиалы в г. Речице Гомельской области и в г. Пинске Брестской области, первый в системе аграрного образования НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии (НИИ ПВМ и Б).

В настоящее время в академии обучается более 4 тысяч студентов, как из Республики Беларусь, так и из стран ближнего и дальнего зарубежья. Учебный процесс обеспечивают 309 преподавателей. Среди них 166 кандидатов, 30 докторов наук и 23 профессора.

Помимо того, академия ведет подготовку научно-педагогических кадров высшей квалификации (кандидатов и докторов наук), переподготовку и повышение квалификации руководящих кадров и специалистов агропромышленного комплекса, преподавателей средних специальных сельскохозяйственных учебных заведений.

Научные изыскания и разработки выполняются учеными академии на базе Научно-исследовательского института прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии. В его состав входит 2 отдела: научно-исследовательских экспертиз (с лабораторией биотехнологии и лабораторией контроля качества кормов); научно-консультативный.

Располагая современной исследовательской базой, научно-исследовательский институт выполняет широкий спектр фундаментальных и прикладных исследований, осуществляет анализ всех видов биологического материала и ветеринарных препаратов, кормов и кормовых добавок, что позволяет с помощью самых современных методов выполнять государственные тематики и заказы, а также на более высоком качественном уровне оказывать услуги предприятиям агропромышленного комплекса. Активное выполнение научных исследований позволило получить сертификат об аккредитации академии Национальной академией наук Беларуси и Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь в качестве научной организации. Для проведения данных исследований отдел научно-исследовательских экспертиз аккредитован в Национальной системе аккредитации в соответствии с требованиями стандарта СТБ ИСО/МЭК 17025.

Обладая большим интеллектуальным потенциалом, уникальной учебной и лабораторной базой, вуз готовит специалистов в соответствии с европейскими стандартами, является ведущим высшим учебным заведением в отрасли и имеет сертифицированную систему менеджмента качества, соответствующую требованиям ISO 9001 в национальной системе (СТБ ISO 9001 – 2015).

www.vsavm.by

210026, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11, факс (0212) 48-17-65, тел. 33-16-29 (факультет международных связей, профориентации и довузовской подготовки); 33-16-17 (НИИ ПВМ и Б); E-mail: pk_vgavm@vsavm.by.

**Кафедра гигиены животных
УО «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины»**

Кафедра гигиены животных была организована в 1933 году. Первым ее заведующим с 1933 по 1936 год был доцент В.С. Старинский. В дальнейшем кафедрой заведовали: доцент Б.В. Балдеев (1937-1940 гг.); профессор А.П. Онегов (1940-1941 гг.); академик Х.С. Горегляд (1945-1947 гг.); профессор А.И. Бобашинский (1949-1950 гг.); доцент Цысс (1953-1960 гг.), доцент В.М. Матусевич (1961-1962 гг.), доцент Е.Ф. Тарусова (1969-1974 гг.), профессор Г.А. Соколов (1974-1998 гг.), профессор В.А. Медведский (1998-2021 гг.). С 2021 года заведующим кафедрой является доктор сельскохозяйственных наук М.М. Карпеня.

Сотрудники кафедры являются соавторами «Ветеринарной энциклопедии» (2013 г.), 9 учебников, 15 учебных пособий, 4 практикумов, 5 практических руководств. За последние годы на кафедре было опубликовано более 20 монографий, 50 рекомендаций сельскохозяйственному производству, 1500 статей, получено 17 патентов на изобретения, 30 технических условий.

Для подготовки и обучения студентов создано 17 контролирующих и 15 обучающих компьютерных программ, около 80 видеофильмов.

Сотрудники кафедры поддерживают деловые связи с Санкт-Петербургской академией ветеринарной медицины, Московской академией ветеринарной медицины, Московской сельскохозяйственной академией, Херсонским государственным аграрным университетом, Харьковской зооветеринарной академией.

На кафедре защищено 18 кандидатских диссертаций.

21 января 2013 года за высокие достижения в развитии отечественной науки и образования кафедра награждена дипломом «Золотая кафедра России» серии «Золотой фонд отечественной науки».

В настоящее время на кафедре работают: заведующий кафедрой, доктор сельскохозяйственных наук, доцент М.М. Карпеня, доценты: А.Н. Карташова, М.В. Рубина, И.В. Щебеток, Н.В. Мазоло, С.Б. Спиридонов, М.В. Горовенко, старший преподаватель С.М. Луцыкович, ассистенты: В.В. Гуйван, О.П. Кузьмина, Т.В. Ерошкина.

***По вопросам сотрудничества обращаться
по телефону: 8 (0212) 33-16-18***

www.vsavm.com

Email: vetlib@vitebsk.by

Телефон приемной комиссии: (0212) 33 16 29

Адрес: 210026, г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11.

Учебное издание

Карпеня Михаил Михайлович,
Карташова Анна Николаевна,
Рубина Марина Валентиновна и др.

**ГИГИЕНА ЖИВОТНЫХ.
САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТА
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск М. М. Карпеня
Технический редактор О. В. Луговая
Компьютерный набор И. В. Щебеток
Компьютерная верстка Е. В. Морозова
Корректор Е. В. Морозова

Подписано в печать 28.03.2022. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 2,50. Уч.-изд. л. 1,54. Тираж 100 экз. Заказ 2239.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.

ЛП №: 02330/470 от 01.10.2014 г.

Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.

Тел.: (0212) 48-17-82.

E-mail: rio@vsavm.by

<http://www.vsavm.by>