

Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь

Витебская ордена «Знак Почета» государственная
академия ветеринарной медицины

Кафедра гигиены животных

Гигиенический контроль микроклимата в животноводческих помещениях

Учебно-методическое пособие для студентов по специальностям
1-74 03 02 «Ветеринарная медицина»,
1-74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза» и
слушателей ФПК и ПК

Витебск
ВГАВМ
2019

УДК 619: 614.94 (07)
ББК 48.115
Г46

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета ветеринарной медицины УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» от 1 февраля 2019 г. (протокол № 9)

Авторы:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *В. А. Медведский*;
доктор ветеринарных наук, профессор, *Д. Г. Готовский*;
кандидат ветеринарных наук, доцент *А. Н. Карташова*;
кандидат ветеринарных наук, ассистент *С. Б. Спиридонов*;
магистр ветеринарных наук, ассистент *Е. М. Шиндила*

Рецензенты:

кандидат ветеринарных наук, доцент *В. Н. Иванов*;
кандидат ветеринарных наук, доцент *В. В. Ковзов*

Г46 **Гигиенический контроль микроклимата в животноводческих помещениях:** учеб. - метод. пособие для студентов по специальностям 1-74 03 02 «Ветеринарная медицина», 1-74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза» и слушателей ФПК и ПК / В. А. Медведский [и др.]. - Витебск : ВГАВМ, 2019. - 40 с.

В пособии представлена информация о современных методах и приборах гигиенического контроля качества микроклимата в животноводческих помещениях. Дана характеристика искусственных источников ультрафиолетового излучения, используемых для облучения сельскохозяйственных животных, указаны дозы ультрафиолетовых лучей для различных видов животных. Представлены нормативные параметры воздушной среды животноводческих помещений.

УДК 619: 614.94 (07)
ББК 48.115

© УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2019

Содержание

Введение.....	4
Тема 1. Определение температуры и влажности воздуха.....	5
Тема 2. Определение скорости движения воздуха.....	12
Тема 3. Определение газового состава воздуха.....	15
Тема 4. Определение микробной обсемененности и пылевой загрязненности воздуха.....	20
Тема 5. Контроль за освещенностью животноводческих помещений.....	24
Тема 6. Гигиеническая оценка и контроль ультрафиолетового облучения.....	27
Список использованной литературы.....	34
Приложения.....	35

Введение

Современные промышленные технологии получения животноводческой продукции представляют сложную индустриально-биологическую систему, в которой главным звеном является животное. В обеспечении рентабельности животноводческих предприятий на промышленной основе большую роль играют биотехнологические факторы, в частности микроклимат, который наряду с кормлением определяет оптимальные условия существования животных. Известно, что между организмом и средой его обитания существует тесная и неразрывная связь. При этом совокупность факторов внешней среды постоянно воздействует на организм, вызывая в нем различные ответные реакции. Нарушение оптимальных условий содержания или несоответствие среды естественному проявлению этологических реакций животных приводит к изменению гомеостатического равновесия в организме, вызывая в нем состояние напряжения - стресс, который приводит к потере продуктивности, увеличению затрат кормов и преждевременной выбраковке, а также падежам животных.

Для исключения влияния отрицательных факторов на организм животных необходим постоянный гигиенический контроль за условиями содержания, в частности состояния воздушной среды. Гигиеническую оценку условий содержания проводят комплексно, в зависимости от конкретных условий хозяйства, типа помещений, технологического и санитарно-технического оборудования, специфики создающегося микроклимата.

Для комплексной оценки эксплуатируемых объектов первоначально изучают микроклимат животноводческих помещений (климат определенного ограниченного пространства). В понятие микроклимата помещений для животных входят:

- температура воздуха, внутренних поверхностей стен, потолков, полов, окон, дверей;
- влажность воздуха, внутренних поверхностей стен, полов, потолков, окон, дверей;
- направление и скорость воздушных потоков в местах расположения животных, в вытяжных и приточных каналах, у окон, дверей и др.;
- интенсивность искусственного и естественного освещения;
- уровень вредных газов - диоксида углерода, аммиака, сероводорода и др.;
- содержание пыли и микроорганизмов в воздухе;
- уровень производственных шумов;
- аэроионный фон.

Физические, химические, механические и биологические свойства воздушной среды в животноводческих помещениях не являются постоянными величинами, так как существенно зависят от сезона года, месяца, времени суток и подвержены влиянию разных факторов - изменению метеорологических условий, эффективности работы вентиляционно-отопительного оборудования и системы канализации. Поэтому факторы микроклимата помещений не могут являться постоянными в разных участках самих зданий как в течение суток, так и в различные периоды года. В связи с этим микроклимат помещений нужно изу-

чать в соответствии с определенными гигиеническими требованиями, чтобы правильно охарактеризовать условия работы обслуживающего персонала и содержания животных.

Исследования параметров микроклимата животноводческого помещения проводят ежедекадно. Приборы устанавливают таким образом, чтобы на их показания не оказывали влияние посторонние факторы (отопительные приборы, сквозняки, солнечные лучи и др.). Измеряют показатели утром, днем и вечером до начала работы обслуживающего персонала.

Точки измерения: по горизонтали - в трех местах, расположенных по диагональной линии помещения (в центре и в двух углах на расстоянии около 3 м от угла здания, не ближе 3 м от торцевой и 1 м от продольной стены); по вертикали - на уровне спины (лежачего и стоячего) животного и на уровне респираторного аппарата обслуживающего персонала (1,5-1,7 м от пола). При клеточном содержании птицы - в проходах между батареями, на уровне каждого яруса и при необходимости - внутри клеток.

Мониторинг микроклимата помещений включает определение физических показателей воздуха, теплотехнических свойств ограждений, изменения состава и содержания химических примесей в воздухе зданий, количества пыли и микроорганизмов, интенсивности освещения, аэроионного фона. Для этого используют приборы, обеспечивающие как запись параметров микроклимата на специальных лентах, так и запись с помощью датчиков, установленных в заданных точках помещения и передающих эти параметры на экран монитора (компьютера, телевизора). При отсутствии технического обеспечения мониторинга за микроклиматом на каждой ферме (помещении) должен быть журнал для записи параметров микроклимата. Цифровой материал по каждому отдельному параметру обрабатывают и анализируют.

Тема 1. Определение температуры и влажности воздуха

Время работы: 180 минут.

Место проведения: учебный класс, клиники кафедр внутренних незаразных болезней, общей, частной и оперативной хирургии, акушерства, гинекологии и биотехнологии размножения животных им. Я. Г. Губаревича.

Цель занятия. Ознакомиться с принципом работы приборов для измерения температуры и контроля влажности воздуха в животноводческих помещениях, приобрести навыки работы с термометрами, термографами, психрометрами и гигрографами.

Материалы и оборудование. Термометры (ртутные, спиртовые, электрические), термографы (суточные, недельные), психрометры (статические Августа, динамические Ассмана), гигрографы (суточные, недельные), тепловизор.

Для измерения температуры воздуха в животноводческих помещениях применяют термометры *расширения* (ртутные, спиртовые и толуоловые) и со-

противления (электрические). Наиболее точными являются ртутные термометры. Это объясняется их большой точностью и возможностью применения в широком диапазоне (от минус 35 °С до плюс 375 °С). Спиртовые термометры менее точны, так как при температуре выше 0 °С спирт расширяется неравномерно. Тoluоловые термометры можно применять для измерения как низких, так и высоких температур (от минус 95 °С до плюс 110 °С).

Из температурных показателей воздуха в животноводческих помещениях определяется одномоментная, минимальная и максимальная температура. Соответственно этому термометры разделяются на максимальные, минимальные, комбинированные и обычные.

Измерять температуру воздуха можно также электротермометрами. В основу их конструкции положено использование микротермисторов, изменяющих свое электрическое сопротивление при колебаниях температуры окружающей среды в незначительных пределах. Кроме измерения температуры воздуха, электрическими термометрами можно определять температуру стен, потолков и внутренних ограждений в животноводческих помещениях.

Электротермометры бывают разных конструкций и назначений. Например, портативный термометр Checktemp 1. Он предназначен для измерения температуры воздуха, температуры металлических поверхностей строительных материалов и ограждений. Термометр можно эксплуатировать при температуре окружающего воздуха 10-50 °С и относительной влажности до 80%. Для оценки температуры поверхностей ограждающих конструкций используется тепловизор Testo 865. Оба прибора представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 - Портативный термометр Checktemp 1 и тепловизор Testo 865

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, вы-

раженная в миллиметрах ртутного столба в данный момент и при данной температуре.

Максимальная влажность ($E_{\text{сух}}$) - 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. $R = A / E_{\text{сух}} \times 100$.

Дефицит насыщения (D_n) - разность между максимальной и абсолютной влажностью при данной температуре. $D_n = E_{\text{сух}} - A$.

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*. Психрометры бывают нескольких типов. В практике гигиенических исследований чаще пользуются статическим психрометром без вентилятора и аспирационным с вентилятором (реже прашевым и электрическим).

При помощи психрометров расчетным путем устанавливают абсолютную влажность воздуха, затем вычисляют, применяя специальные формулы, относительную влажность, дефицит насыщения и по таблице «Максимальной упругости водяных паров» - точку росы.

Психрометр статический (бытовой) Августа (рисунок 2) состоит из «сухого» и «влажного» термометров, расположенных на расстоянии 5 см один от другого. Резервуар последнего плотно обвязан куском батиста, свободный конец которого погружен в середину чашечки питательной трубки с чистой (лучше дистиллированной или кипяченой) водой.



Рисунок 2 - Психрометр статический (Августа)



Рисунок 3 - Аспирационный психрометр (Ассмана)

Батист по законам капиллярности непрерывно смачивается и увлажняет шарик термометра. Испарение воды с поверхности шарика влажного термометра вызывает потерю тепла, в результате последний показывает более низкую температуру, чем сухой термометр. Разница будет тем больше, чем сильнее испарение воды с поверхности шарика (суше воздух).

Существенное влияние на испарение оказывает также движение воздуха в момент определения влажности. Чем интенсивнее токи воздуха, тем быстрее испаряется вода с поверхности спиртового шарика влажного термометра и тем, следовательно, ниже показание температуры. Разность температур обоих термометров дает возможность вычислить абсолютную влажность воздуха.

Психрометр устанавливают с предварительно смоченным влажным термометром в точке наблюдения, ограждая от источников лучистой энергии и случайных движений воздуха. Продолжительность наблюдения - 30 минут с момента установки психрометра в помещении.

Для расчета абсолютной влажности пользуются формулой Ренье:

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

где A - искомая абсолютная влажность, г/м или мм ртутного столба; $E_{вл}$ - максимальная влажность по показаниям влажного термометра, г/м или мм ртутного столба (находят по таблице 1); a - психрометрический коэффициент (значение a для неподвижного воздуха - 0,00128, для подвижного - 0,0011, для свободной атмосферы - 0,00074); t_1 - температура «сухого» термометра, °С; t_2 - температура «влажного» термометра, °С; B - барометрическое давление в момент исследования, мм рт. ст.

**Таблица 1 - Максимальная упругость водяного пара
в миллиметрах ртутного столба**

Температура, °С	Десятые доли градуса									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	4,6	4,63	4,67	4,7	4,73	4,77	4,8	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	5,3	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	6,06
+4	6,1	6,14	6,18	6,23	6,27	6,31	6,36	6,4	6,45	6,49
+5	6,53	6,58	6,63	6,67	6,72	6,76	6,81	6,86	6,9	6,95
+6	7	7,05	7,1	7,14	7,19	7,24	7,29	7,34	7,39	7,44
+7	7,49	7,54	7,6	7,65	7,7	7,75	7,8	7,86	7,9	7,96
+8	8,02	8,07	8,13	8,18	8,24	8,29	8,35	8,4	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	9,6	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

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
+14	11,91	11,99	12,06	12,14	12,22	12,3	12,38	12,46	12,54	12,62
+15	12,7	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	13,8	13,89	13,97	14,06	14,15	14,24	14,33
+17	14,42	14,51	14,61	14,7	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	17,5	17,61	17,72	17,83	17,94	18,05	18,16	18,27	18,38
+21	18,5	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	23,14	23,24	23,41
+25	23,55	23,69	23,83	23,98	24,12	24,26	24,41	24,55	24,7	24,84
+26	24,99	25,14	25,29	25,44	25,59	25,74	25,89	26,05	26,2	26,35
+27	26,51	26,66	26,82	26,98	27,14	27,29	27,46	27,62	27,78	27,94
+28	28,1	28,27	28,43	28,6	28,77	28,93	29,1	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	47,5	47,76	48,02	48,28	48,55	48,81	49,08
+38	49,35	49,61	49,88	50,16	50,7	50,8	50,98	51,25	51,53	51,81
+39	52,09	52,37	52,65	52,94	53,22	53,51	53,8	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.

Если наблюдения проводятся в помещениях, где воздух движется равномерно со средней скоростью 0,2 м/с, то можно пользоваться таблицей, в которой по температуре сухого термометра и разности показаний сухого и влажного термометров находят искомую относительную влажность. Такие таблицы прилагаются к каждому психрометру.

Аспирационный психрометр Ассмана типа МВ-4М (рисунок 3). С помощью этого прибора можно очень точно измерить температуру и влажность воздуха в помещении. Поэтому психрометр Ассмана применяют для установки и выверки термографов и гигрографов.

Прибор состоит из двух одинаковых ртутных термометров, закрепленных в специальной оправе, и расположенного между ними аспиратора. Оба термометра к началу измерения показывают одинаковую температуру. Ртутные резервуары термометров помещены в двойные металлические гильзы с воздушной прослойкой для защиты от действия лучистой теплоты и фибровыми кольцами для устранения влияния теплопроводности оправы.

Верхняя часть прибора включает в себе электромоторчик, питающийся от электросети, или часовую пружину с ключом для завода и системой шестеренок, связанных с маленьким вентилятором.

Перед работой батистовую обертку влажного термометра смачивают дистиллированной водой из специальной пипетки с резиновой грушей. При продолжительных измерениях увлажнение нужно проводить повторно. Перед каждым измерением необходимо завести часовой механизм, приводящий в действие вентилятор. Вентилятор обеспечивает постоянную скорость движения воздуха у резервуаров термометра в пределах 2 м/с. Сухой термометр будет показывать температуру этого воздушного потока, а показания смоченного термометра будут ниже, так как он будет охлаждаться вследствие испарения воды с поверхности батиста. Показания с него снимают через 4 минуты после пуска вентилятора. Психрометром можно пользоваться и при отрицательных температурах (не ниже минус 10 °С), при этом каждый раз необходимо отмечать состояние батиста: были ли на нем переохлажденная вода или лед.

При определении влажности психрометр не держат в руках, а подвешивают на какой-либо стойке.

Абсолютную влажность при работе с аспирационным психрометром вычисляют по формуле:

$$A = E_{вл} - [0,5(t_1 - t_2) \frac{B}{755}],$$

где А - искомая абсолютная влажность, г/м³ или мм рт. ст.; Е - максимальная влажность при температуре влажного термометра (берется из таблицы 1), г/м³ или мм рт. ст.; 0,5 - постоянный психрометрический коэффициент; t₁ - температура сухого термометра, °С; t₂ - температура влажного термометра, °С; В - барометрическое давление в момент исследования, мм рт. ст.; 755 - среднее барометрическое давление, мм рт. ст.

Относительную влажность воздуха определяют по разнице показаний обоих термометров по специальным психрометрическим таблицам или графикам (рисунок 4), прилагаемым к прибору.

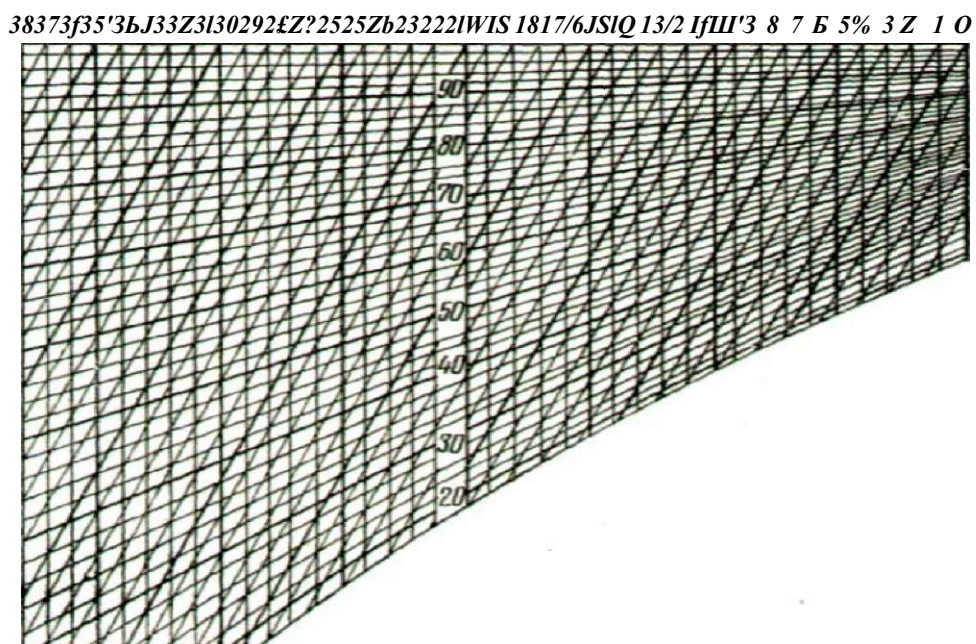


Рисунок 4 - Психрометрический график

Диапазон измерения относительной влажности психрометрами от 10 до 100% при температуре воздуха от минус 10 до плюс 50 °С. Погрешность измерения относительной влажности психрометров $\pm 5\%$.

Психрометры используются также для определения одномоментных показаний температуры воздуха от минус 30 до плюс 50 °С по сухому термометру.

Для наблюдений за изменениями температуры или влажности воздуха используют самопишущие приборы - *термографы* (типа М-16А или др. аналоги) или *гигрографы* (типа М-21А и др.) (рисунки 5-6).



э

1 - корпус; 2 - коррекционный винт;
3 - биметаллическая пластинка (датчик температуры); 4 - стрелка с пером; 5 - барабан с часовым механизмом и диаграммной лентой

Рисунок 5 - Термограф типа М-16А



1 - корпус; 2 - датчик (пучок обезжиренных волос); 3 - коррекционный винт; 4 - стрелка с пером; 5 - барабан с часовым механизмом и диаграммной лентой

Рисунок 6 - Гигрограф типа М-21А

Термограф состоит из следующих основных узлов: датчика температуры - биметаллической пластинки, состоящей из двух спаянных изогнутых металлических пластинок, имеющих различные температурные коэффициенты; передаточного механизма (рычаг, тяга, регулятор и ось); регистрирующей части (стрелка с пером и барабан с часовым механизмом) и пластмассового корпуса.

Действие прибора основано на свойстве биметаллической пластинки изменять радиус изгиба при изменениях температуры окружающего воздуха. Изменения в кривизне биметаллической пластинки передаются стрелке с писчиком-пером, которая поднимается или опускается. В результате на диаграммной бумажной ленте, надетой на барабан, получается непрерывная графическая запись температуры (термограмма). Диаграммная лента разграфлена по вертикали параллельными линиями с ценой деления 1 °С, а по горизонтали - с ценой деления, которое соответствует продолжительности времени оборота барабана: 15 минут - для суточных и 2 ч - для недельных термографов.

Перед установкой прибора в рабочее положение необходимо: открыть футляр прибора, отвести при помощи рычага перо от барабана и последний снять 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, проверить качество записи на диаграммной ленте. Исходя из показаний контрольного термометра, вращением коррекционного винта перо стрелки устанавливается на требуемом делении температуры диаграммной ленты в соответствии с данным моментом времени. Термограф ставят на подставку

строго горизонтально.

Показания термографов не гарантированы от ошибок, поэтому один раз в трое суток следует проверять правильность записи по ртутному термометру и, при необходимости, вносить поправку при помощи коррекционного винта.

Гигрограф типа М-21А (рисунок 6) служит для непрерывного наблюдения за изменениями относительной влажности воздуха в пределах 60-100% в течение суток или недели в интервале температур от минус 35 до плюс 45 °С.

Воспринимающей частью прибора является пучок из 35-40 обезжиренных волос 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. Перо, поднимаясь и опускаясь, производит непрерывную графическую запись относительной влажности воздуха (гигрограмма) на диаграммной бумажной ленте. Гигрограф не является абсолютно точным прибором, и поэтому правильность записи на ленте периодически (раз в трое суток) следует проверять при помощи аспирационного психрометра.

Проверочные вопросы:

1. Как проводится исследование параметров микроклимата в помещении?
2. Какие основные правила следует соблюдать при использовании приборов для определения параметров микроклимата в помещении?
3. Как определить температуру и гигрометрические показатели в помещении?
4. Как провести запись суточных или недельных колебаний температуры и относительной влажности воздуха в помещении?

Тема 2. Определение скорости движения воздуха

Время работы. 90 минут.

Место проведения: учебный класс, клиники кафедр внутренних незаразных болезней, общей, частной и оперативной хирургии, акушерства, гинекологии и биотехнологии размножения животных им. Я. Г. Губаревича.

Цель занятия. Ознакомиться с приборами для измерения и контроля подвижности воздуха в животноводческих помещениях, приобрести навыки в работе с анемометрами.

Материалы и оборудование. Анемометры (крыльчатый, чашечный, цифровой и др.).

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

Крыльчатый анемометр 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).

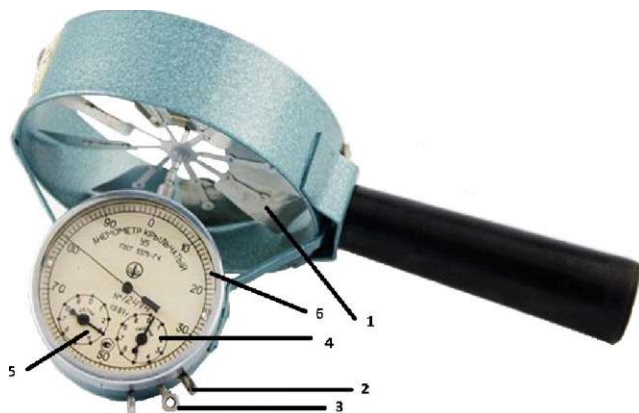


Рисунок 7 - Анемометр крыльчатый

1 - крыльчатый ветроприемник; 2 - ушки;
3 - арретир (рычажок для включения счетчиков); шкалы на панели циферблатов:
4 - тысячи, 5 - сотни, 6 - единицы и десятки.
Показания прибора - 0281



Рисунок 8 - Анемометр чашечный

1 - чашечный ветроприемник;
2 - ушки; 3 - арретир (рычажок для включения счетчиков); шкалы на панели циферблатов: 4 - тысячи, 5 - сотни, 6 - единицы и десятки.
Показания прибора - 7277

Перед измерением скорости воздушного потока записывают начальное показание счетного механизма (в выключенном состоянии) по всем трем циферблатам. 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 с, находят скорость движения воздуха в м/с или число оборотов в секунду.

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.

В последнее время выпущен крыльчатый анемометр АП1М с электронным блоком (рисунок 9).



1 - пульт измерительный; 2 - первичный преобразователь с крыльчатым ветроприемником

Рисунок 9 - Крыльчатый анемометр АП-1М

Анемометр цифровой переносной предназначен для измерения скорости направленного воздушного потока и скорости ветра в диапазонах 0,3-5 и 1-20 м/с. Он состоит из пульта измерительного цифрового, первичного преобразователя с крыльчатым ветроприемником (0,3-5 м/с) и блока питания (для зарядки аккумуляторов).

Принцип работы чувствительного элемента прибора заключается в преобразовании скорости воздушного потока, вращающего ветроприемник, в число импульсов.

Порядок работы. Измерительный цифровой пульт и первичный преобразователь соединяют через разъем. Проверяют равномерность вращения ветроприемника, включают пульт и через 5 с на табло должно появиться некоторое значение скорости воздушного потока. После этого анемометр устанавливают в измеряемом воздушном потоке ветроприемником на встречу потока (осью крыльчатки вдоль направления потока). Значение скорости воздушного потока индуцируется через 5 с в течение 3 с.

Измерение скорости движения воздуха в диапазоне от 0,2 до 20 м/с можно проводить с помощью цифрового термоанемометра Testo 410-1.



Рисунок 10 - Анемометр цифровой переносной Testo 410-1

Более точно определить скорость движения воздуха в помещении можно при помощи анемометра ТКА-ГЖМ (50).



Рисунок 11 - Анемометр ТКА-ПКМ (50)

Проверочные вопросы:

1. Укажите гигиеническое значение подвижности воздуха в помещениях для содержания животных.
2. Как проводятся исследования скорости движения воздуха в помещении?
3. Как провести исследования подвижности воздуха с помощью анемометров?
4. Как определить скорость движения воздуха в помещении при помощи анемометров?

Тема 3. Определение газового состава воздуха

Время работы. 90 мин.

Место проведения: учебный класс, клиники кафедр внутренних незаразных болезней, общей, частной и оперативной хирургии, акушерства, гинекологии и биотехнологии размножения животных им. Я. Г. Губаревича.

Цель занятия. Ознакомиться и овладеть методами определения газового состава воздуха.

Материалы и оборудование. Газоанализаторы: УГ-2, MiniWarn, Рас-7000.

В производственных условиях определение аммиака и других вредных газов (CO_2 , H_2B , CO и др.) производится с помощью портативных газоанализаторов типа УГ-2 (рисунок 12).

Принцип работы газоанализаторов 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 трубке, пропорциональная концентрации анализируемого газа в воздухе, измеряется по шкале, градуированной в мг/м³.

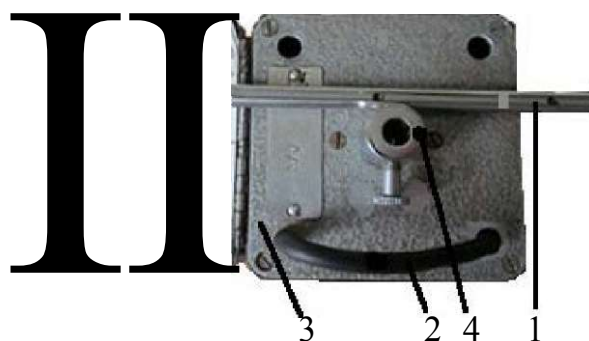
В комплект прибора входят: воздухозаборное устройство со штоком, набор реактивов и принадлежностей для приготовления индикаторных трубок.

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

На штуцере с внутренней стороны надета резиновая трубка, которая вторым концом через нижний фланец соединяется с внутренней полостью сиффона. На наружный конец штуцера надета отводная резиновая трубка, к которой присоединяется индикаторная трубка.

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

Просасывание исследуемого воздуха через индикаторную трубку производится после предварительного сжатия сиффона штоком. На гранях, под головкой штока, обозначены объемы просасываемого при анализе воздуха. На поверхности штока имеется четыре продольные канавки, каждая с двумя углублениями, которые служат для регулирования просасываемого объема воздуха.



1 - калиброванный шток; 2 - резиновая трубка; 3 - корпус;
4 - фиксатор (стопорное устройство)

Рисунок 12 - Универсальный газовый анализатор типа УГ-2

Индикаторная трубка - стеклянная, длиной 90-92 мм и внутренним диаметром 2,5-2,6 мм, заполненная индикаторным порошком, который 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 (или парафина), которые перед анализом удаляются.

Порядок работы. Шток вставляют в направляющую втулку воздухозаборного устройства. Давлением руки на шток сиффон 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 любым концом индикаторной трубки. Слегка надавив ладонью на шляпку штока, отводят стопор в сторону, после чего шток начинает двигаться вверх. В это время происходит просасывание через индикаторную трубку исследуемого воздуха, содержащего вредный газ, индикаторный порошок со стороны входа воздуха 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.



Рисунок 13 - Газоанализатор MiniWarn фирмы Dräger

Когда стопор войдет в нижнее углубление канавки, будет слышен щелчок и движение штока прекратится. Выжидают 1-2 минуты для того, чтобы уравнилось давление в сильфоне, затем отсоединяют индикаторную трубку. Прикладывают к соответствующей измерительной шкале индикаторную трубку так, чтобы начало изменения окраски порошка совпало с нулевым делением шкалы. Верхняя граница окрашенного столбика укажет по шкале концентрацию газа. При незначительной концентрации газа в помещении индикаторную трубку можно использовать дважды.

Для определения допустимой концентрации аммиака объем просасываемого воздуха должен составлять 250 (200) см³, а для определения токсической концентрации - 30 (100) см³.

Газоанализатор MiniWarn (рисунок 13) представляет собой портативный газоизмерительный прибор для непрерывного контроля за концентрацией нескольких газов в воздухе.

Включение прибора. Нажать кнопку «^», приблизительно на 2 минуты. Включится подсветка дисплея. Короткий звуковой и красный световой сигнал свидетельствуют о надлежащем функционировании.

На дисплее появляется следующая последовательность сообщений:

- Номер версии программного обеспечения, например:

DRAGER MiniWarn
2,00

Установки порогов тревоги A1, например:

Тревога A1:
20,00 % LEL CH₄
19,00 Vol. % O₂
10,00 ppm H₂B
30,00 ppm CO

Установки порогов тревоги A2, например:

Тревога A2:
40,00 % LEL CH₄
23,00 Vol. % O₂
20,00 ppm ^S
60,00 ppm CO

- Максимально допустимые пределы измерения, например:

Конец изм. диап.:
100,00 % LEL CH₄
25,00 Vol. % O₂
100,00 ppm ^S
500,00 ppm CO

Чтобы остановить эту последовательность, надо нажать любую кнопку.

Затем на дисплей выводятся текущие измеренные значения концентрации газа.

0 % LEL CH₄
20,9 Vol. % O₂

В ходе разгонки сенсора появляется специальный символ «i», например:

I
0 ppm H₂B
0 ppm CO

При разгонке сенсоров соответствующих каналов на дисплей поочередно выводятся сведения о ходе разгонки.

Если пользователем активизировано менее 3 измерительных каналов, то для удобства чтения измеренные значения будут выводиться цифрами большего размера, например:

21 ses разгон Vol. % O2	
0,00	Vol. % CH4
20,9	Vol. % O2

Если долгое время прибор не подзаряжался и аккумулятор полностью разряжен, то дата и время, сохраняемые в памяти прибора, будут потеряны. При включении прибора не будут показаны три информационных экрана, которые выводятся при нормальном запуске (уровни тревоги A1, уровни тревоги A2 и диапазоны измерений), и прибор автоматически вызовет функцию «Дата и время».

Световой и звуковой сигнал тревоги подается:

- когда концентрация соответствующего газа превышает или, в случае O₂, падает ниже установленного порога тревоги по концентрации;
- когда соответствующее значение превышает установленный порог экспозиционной тревоги;
- при разряде батареи;
- при недостаточном потоке в режиме принудительной подачи газа;
- при неисправности прибора или сенсора.

При превышении верхнего предела данного диапазона измерений:

- вместо измеренного значения на дисплей будет выведен специальный символ «ЦЦ», например rrp! CO.

Если значение выходит за нижнюю границу диапазона измерения:

- вместо измеренного значения на дисплей будет выведен специальный символ «ЦЦ», например rrp! CO.

В случае предупреждения:

- в левом поле дисплея выводится специальный символ «i», например:
- можно вывести на дисплей причину предупреждения

I
0 % LEL CH4
21,1 Vol. % O2
3 ppm H₂B
5 ppm CO

В случае неисправности:

- в левом поле дисплея выводится специальный символ и, при неисправности сенсора, измеренное значение на дисплей не выводится, например:

При неисправности прибора на дисплей не выводятся значения для всех диапазонов измерений;

- можно вывести на дисплей причину неисправности.

0 % LEL CH4
21,1 Vol. % O2
3 ppm H₂B
--- ppm CO

Выключение MiniWarn. Одновременно нажать кнопки «•» и «•» и удерживать их не менее 3 секунд. Подается звуковой и световой (красный) сигнал, отпустите обе кнопки, прибор выключится.

Газоанализатор Pac-7000 является устройством для измерения токсичных газов в животноводческих помещениях (O_2 , MH_3 , CO_2 , CO) (рисунок 14).



Рисунок 14 - Газоанализатор Pac-7000



- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Сигнальный светодиод 2. Звуковое сигнальное устройство 3. Дисплей (концентрация газа) <ol style="list-style-type: none"> 1. Символ калибровки чистым воздухом 2. Символ калибровки чувствительности 3. Символ пароля 4. Символ пиковой концентрации 5. Символ ПДК | <ol style="list-style-type: none"> 4. [OK] Кнопка «OK» для включения / выключения прибора 5. [+] Кнопка «+» для выключения прибора и проведения функциональной проверки 6. Впускное отверстие 6. Символ STEL 7. Символ неисправности 8. Символ функциональной проверки с газом (Bump Test) 9. Символ разряда батареи 10. Выбранная единица измерения |
|--|--|

Рисунок 15 - Дисплей концентрации газа

Включение прибора. Нажать и удерживать кнопку [OK]. До включения прибора на дисплее пройдет обратный отсчет «3, 2, 1». Загораются все элементы дисплея. Затем поочередно включаются сигнальный светодиод, звуковое сигнальное устройство и вибросигнал. Затем выполняется самотестирование прибора. На дисплей выводятся номер версии программного обеспечения и название газа. Для сенсора O_2 : после включения нового прибора сенсор будет разгоняться до рабочего состояния около 15 минут. О стадии разгонки свидетельствуют мигающие показания газа на дисплее прибора. После включения прибора на дисплее будет показана фактическая измеренная концентрация газа. Не-

обходимо убедиться, что впускное отверстие прибора ничем не закрыто.

Выключение прибора. Одновременно нажать и удерживать обе кнопки (примерно 2 секунды), пока на дисплее не появится цифра «3». Не отпускать обе кнопки, пока не закончится обратный отсчет. В ходе выключения будет подан короткий звуковой и световой сигнал.

Калибровка чистым воздухом. Чтобы активизировать функцию калибровки чистым воздухом, необходимо войти в меню и нажать кнопку [OK], пока мигает символ калибровки чистым воздухом. Перестает мигать символ калибровки чистым воздухом; теперь мигают показания прибора.

- Чтобы завершить калибровку чистым воздухом, нажать кнопку [OK]; символ калибровки чистым воздухом исчезает с дисплея, и прибор возвращается в режим измерения.

- При неуспешной калибровке чистым воздухом подается длинный одиночный звуковой сигнал. Вместо измеренного значения на дисплее показан символ « ∞ », а также [X] и символ калибровки свежим воздухом. В этом случае можно повторить калибровку свежим воздухом.

Проверочные вопросы:

1. Чем отличается газовый состав атмосферного воздуха от воздушной среды помещений? Укажите физиологическое значение отдельных газов.
2. Как определить концентрацию аммиака в воздухе животноводческого помещения?
3. Как определить концентрацию углекислого газа и кислорода в воздухе животноводческого помещения?
4. Назовите гигиенические и ветеринарно-санитарные мероприятия по снижению концентрации вредных газов в животноводческих помещениях.

Тема 4. Определение микробной обсемененности и пылевой загрязненности воздуха

Время работы : 90 минут.

Место проведения: практикум, клиники кафедр внутренних незаразных болезней, общей, частной и оперативной хирургии, акушерства, гинекологии и биотехнологии размножения животных им. Я. Г. Губаревича.

Цель занятия. Ознакомиться с методами определения микробной загрязненности и запыленности воздуха животноводческих помещений.

Материалы и оборудование. Стерильные чашки Петри с агаром, специальные подложки фирмы «RIDA», ПСБ, термостат, фильтры типа АФА-ВП, воронка Аллонжи, аналитические весы.

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

Седиментационный метод рекомендуется использовать только для получения сравнительных данных о чистоте воздуха отдельных помещений в различное время суток, для оценки эффективности санитарно-гигиенических меро-

приятый (вентиляция, удаление навоза) и т. д.

Время экспонирования открытой чашки Петри составляет 5 минут. После чего 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 °С. 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 оседать такое количество микроорганизмов, которое содержится в 10 дм³ воздуха.

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

$$\begin{array}{r} 63,6 - 150 \\ 100 - X \end{array}$$

$$X = 100 \times 150 / 63,6 = 236.$$

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

$$\begin{array}{r} 10 \text{ дм}^3 - 236 \\ 1000 - X \end{array}$$

$$X = 1000 \times 236 / 10 = 23600.$$

Таким образом, в 1 м³ воздуха содержится 23600 микроорганизмов.

Расчет количества микроорганизмов в 1 м³ воздуха можно проводить, пользуясь правилом Омелянского:

Диаметр чашки Петри, см	Площадь чашки, см ²	Множитель числа микробов в 1 м ³ воздуха
8	50	100
9	63	80
10	78	60
11	95	50
12	113	45

Во всех случаях подсчитывают выросшие колонии с помощью специального прибора ПСБ - Счетчик СКМ-2 (прибор счета бактерий) (рисунок 17).



Рисунок 17 - Прибор для подсчета колоний бактерий - Счетчик СКМ-2

Он состоит из корпуса, на котором вмонтирован круглый столик, предназначенный для чашек Петри. Изнутри прибор подсвечивается светом, причем он может быть различного цвета, который проявляется с помощью светофильтров. От корпуса отходит металлический провод, на конце которого монтируют электроперо с обычной перьевой авторучкой (или фломастером). При подсчете колоний микроорганизмов чашку Петри устанавливают на столик вверх дном, подбирают наиболее четкую подсветку и на каждой колонии микробов ставят точку авторучкой. При нажатии в верхней части электропера замыкается контакт и счетчик, установленный в корпусе, подсчитывает колонии микроорганизмов. Для подсчета мелких колоний используют лупу.

Определение микробной обсемененности воздуха в помещениях для содержания сельскохозяйственных животных методом В. Ф. Матусевича.

Для отбора пробы воздуха используется цилиндр емкостью 1 л, изготовленный из плотной бумаги (размер листа 12,7 x 30 см для чашек Петри диаметром до 9 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 вокруг дна чашки Петри, а сверху закрывается крышкой этой же чашки на 10 минут.

После этого цилиндр снимается, а чашка Петри с агаром закрывается, подписывается и дном вверх ставится на 24 часа в термостат для выращивания бактерий при температуре 37 °С. Затем аналогичным образом производится подсчет колоний и перерасчет на 1 м³ воздуха.

Например. На чашке Петри площадью 63,6 см² выросло 70 колоний микроорганизмов. Узнаем, сколько микроорганизмов выросло на площади 100 см² с помощью пропорции:

$$\text{Количество колоний} = \frac{100 \cdot 70}{63,6} = 110_{\text{шт}}$$

Следовательно, на чашке Петри площадью 100 см² выросло 110 микроорганизмов. Далее делаем перерасчет на 1 м³ (1000 дм³) воздуха.

$$m = \frac{110 \cdot 1000}{1} = 110000 \text{ микробных тел/м}^3 \text{ или КОЕ/м}^3.$$

Таким образом, микробная обсемененность равна 110000 микробных тел/м³, или КОЕ/м³.

Определение общей микробной загрязненности, колииндекса 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 см 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 м воздуха ориентировочно считают, что за 5 минут на поверхность площадью 100 см успевают осесть такое количество микроорганизмов, которое содержится в 10 дм воздуха.

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

$$X = \frac{150 \times 100}{20} = 750 \text{ КОЕ.}$$

Далее проводим перерасчет на 1 м .

$$X = \frac{750 \times 1000}{10} = 75000 \text{ КОЕ.}$$

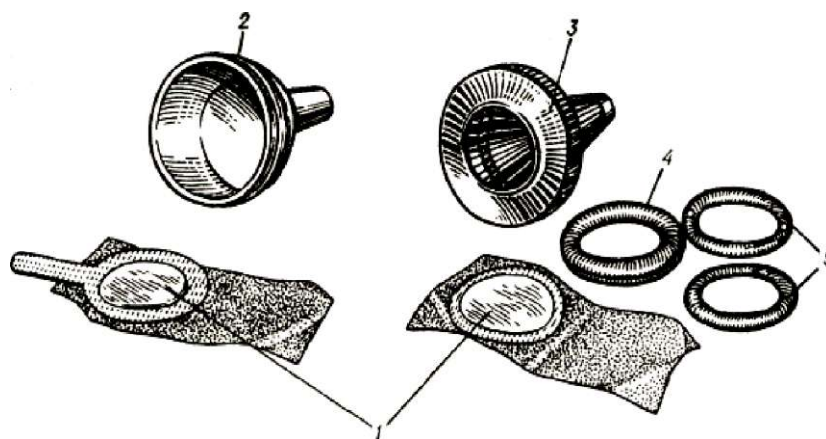
Таким образом, в 1 м воздуха содержится 75000 КОЕ.

Для более точного исследования микробной обсемененности воздуха лучше использовать мембранные фильтры, через которые с помощью аспирационных устройств прокачивают определенный объем исследуемого воздуха - 1 дм . Затем мембранные фильтры внешней стороной прикладывают к поверхности подложек, предварительно смоченных 1 см³ физиологического раствора, далее их помещают в термостат. Для того чтобы подложки не подсыхали в термостате, их лучше предварительно заворачивать в бумажные листы.

Определение содержания пыли в воздухе помещений

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, выполненные из фильтрующего материала ФПП (АФА-В-10, АФА-В-18, АФА-ВП). Эти фильтры обладают высокой эффективностью пылеулавливания, малым 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. Затем пинцетом снимают фильтр, снова помещают в фильтродержатель, на котором записывают массу фильтра с балластом. Перед анализом фильтр вставляют в кассету (патрон) из металла или плексигласа (ри-

сунок 18) и через него при помощи модернизированного аппарат Кротова про-сасывают 100 дм^3 воздуха, со скоростью не более $20 \text{ дм}^3/\text{мин}$.



1 - фильтры из ткани ФПП; 2 - пластмассовый аллонж с фильтром;
3 - металлический аллонж; 4 - корпус кассеты; 5 - прокладки

Рисунок 18 - Кассеты и аллонжи для отбора проб воздуха на фильтры

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 - $\text{мг}/\text{м}^3$ воздуха. Например: масса фильтра до взятия пробы - 105 мг, после взятия пробы - 105,5 мг. Масса пыли составляет $105,5 - 105 = 0,5 \text{ мг}/100 \text{ дм}^3$ воздуха. Следовательно, в 1 м^3 воздуха (1000 дм^3) будет в 10 раз больше = $5 \text{ мг}/\text{м}^3$.

Проверочные вопросы:

1. Укажите гигиеническое значение микробной обсемененности воздуха помещений для животных.
2. Расскажите прямое и косвенное действие пыли на организм животных.
3. Как определить микробную обсемененность в воздухе помещения?
4. Как определить пылевую загрязненность в воздухе помещения?
5. Перечислите мероприятия по снижению микробной обсемененности и пылевой загрязненности воздуха.

Тема 5. Контроль за освещенностью животноводческих помещений

Время работы. 90 минут.

Место проведения: учебный класс, клиники кафедр внутренних незаразных болезней, общей, частной и оперативной хирургии, акушерства, гинекологии и биотехнологии размножения животных им. Я. Г. Губаревича.

Цель занятия. Ознакомиться с методами определения естественной и искусственной освещенности животноводческих помещений, приобрести навыки в работе с люксметром.

Материалы и оборудование. Люксметры, рулетка, линейки.

В настоящее время для измерения освещенности, создаваемой лампами накаливания и естественным светом, используют люксметр.

Люксметр состоит из измерителя (сенсорный фотоэлемент, показывающий освещенность в люксах) и блока с экраном и с переключателями диапазонов чувствительности прибора (рисунок 19).



**Рисунок 19 - 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

Естественную освещенность помещения в люксах измеряют с помощью люксметра в течение всего светового дня 1-2 раза в неделю через каждые 2 ч во все времена года, а в зонах наибольшей, средней и минимальной освещенности - у пола на уровне животных. В каждой зоне измерения проводят в двух точках, а затем определяют среднюю величину. Это и будет естественная освещенность данного помещения.

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:

$$x \text{ " } 500 = \frac{J}{10}$$

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:

$$КЕО = \frac{E_B}{E_H} 100,$$

где КЕО - искомый коэффициент естественной освещенности, %; E_B - освещенность в точке исследования внутри помещения, лк; E_H - 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.

$$КЕО = \frac{50}{5000} 100 = 1\%$$

Минимальное значение КЕО рассчитывается аналогичным же способом по вышеуказанной формуле, но освещенность определяется в наименее освещенной точке. Среднее значение КЕО определяют по формуле

$$КЕО_{ср} = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n}{n},$$

где $E_1, E_2, E_3 \dots E_n$ - значение КЕО в отдельных точках помещения, отстоящих на равных расстояниях друг от друга; n - количество точек, в которых определяется КЕО (не менее 5).

Если $E_1 = 0,8\%$; $E_2 = 1,2\%$; $E_3 = 0,9\%$; $E_4 = 1,3\%$ и $E_5 = 1,3\%$, тогда:

$$КЕО_{ср} = \frac{0,8 + 1,2 + 0,9 + 1,3 + 1,3}{5} = 1,1\%$$

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.

Искусственное освещение помещений определяют в зоне максимальной (непосредственно под источником света), средней и минимальной освещенности два раза в сутки. Затем определяют среднюю величину всех измерений, что и выражает искусственную освещенность данного помещения.

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 2).

Таблица 2 - 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.

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

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

Проверочные вопросы:

1. Расскажите о влиянии освещенности на организм животных. Укажите гигиенические нормы естественного и искусственного освещения в животноводческих помещениях.
2. Как рассчитать световой коэффициент в помещении?
3. Как определить искусственную освещенность в помещении?
4. Как рассчитать удельную мощность ламп в животноводческом помещении?

Тема 6. Гигиеническая оценка и контроль ультрафиолетового облучения

Время работы: 90 минут.

Место проведения: практикум.

Цель занятия. Ознакомить студентов с устройством и принципами работы различных ультрафиолетовых ламп, научить расчету дозы ультрафиолетового облучения для различных с.-х. животных.

Задание:

1. Ознакомление с принципом работы ультрафиолетовых ламп.
2. Ознакомление с устройством различных типов ламп.
3. Ознакомление с методикой расчета дозы ультрафиолетового облучения для различных с.-х. животных.

Материалы и оборудование. Ультрафиолетовые лампы различных типов: прямая ртутно-кварцевая, бактерицидная увиолевая, эритемная люминисцентная, ИКУФ-2.

Порядок работы:

В настоящее время в ветеринарной, медицинской и животноводческой практике используют несколько основных типов ламп: *ртутно-кварцевые, эритемные люминисцентные, бактерицидные увиолевые, ртутно-вольфрамовые, металлогалогеновые и комбинированные.*

Искусственные источники ультрафиолетового облучения представляют собой трубки, изготовленные из плавленого кварца или увиолевого стекла, которые хорошо пропускают ультрафиолетовые лучи. Изнутри лампа заполнена парами ртути и аргоном (инертный газ). В оба конца трубки впаяны электроды, к которым подведен электрический ток. При пропускании электрического тока через электроды происходит возбуждение паров ртути в среде ионизированного газа и образование УФ-лучей. Рассмотрим основные типы ламп.

1. Ртутно-кварцевые лампы высокого давления типа ПРК (ДРТ) изготавливаются из кварцевого стекла, имеют форму цилиндрической трубки (ПРК - прямая ртутно-кварцевая) или дуги (ДРТ - дуговая ртутно-трубчатая), в оба конца которой введены металлические электроды, к которым подведен электрический ток. Внутри трубки находятся пары ртути и аргон. В практике наиболее часто применяют лампы типа ПРК-2 (ДРТ-400), ПРК-4, ПРК-7 и АРК-2, дающие интегральный ультрафиолетовый поток. Лампы ПРК излучают все три области УФ-спектра, поэтому к их дозировке следует подходить очень строго, так как даже незначительная передозировка оказывает отрицательное влияние на организм животных. Этот тип ламп излучает 15% - спектра А, 25% - В, 15% - С и 45% - световых лучей. Срок службы ламп этого типа составляет 800-1000 ч. Следует учитывать, что лампы этого типа содержат 15% коротковолновых лучей области С, которые могут вызывать воспаление слизистых оболочек (конъюнктивит) и ожоги кожных покровов у человека и животных. При их эксплуатации необходимо пользоваться спецодеждой и специальными защитными очками.

2. Эритемные люминисцентные лампы рассчитаны на длительное действие. Они почти не содержат вредного для организма спектра С. Лампы этого типа представляют собой трубку из увиолевого стекла, заполненную парами ртути и аргоном, в концах ее помещены вольфрамовые спирали - электроды. Внутренняя поверхность трубки покрыта тонким слоем порошка светящегося состава - люминофора. Наибольшее распространение получили: ЭУВ-15, ЭУВ-30, ЛЭ-15, ЛЭР-40 и др. В них ультрафиолетовая часть спектра колеблется в пределах 285-380 нм. Содержат в своем составе 45% лучей спектра А, 35% - спектра В и 20% - видимого света. Срок службы люминисцентных ламп со-

ставляет в среднем 1500 ч. Интенсивность УФ-излучения по мере использования ламп снижается и после 1500 ч работы достигает 60-64% от первоначального. Эритемный поток ламп зависит от температуры окружающего воздуха, достигая максимума при температуре плюс 15-25 °С. При температуре минус 5 °С и ниже лампы могут не загораться. Люминесцентные лампы входят в комплект комбинированных источников облучения ИКУФ-1 и ИКУФ-2. Эти установки используются в качестве местного инфракрасного обогрева в сочетании с ультрафиолетовым облучением для молодняка сельскохозяйственных животных. Основной элемент установки - облучатель, в котором вмонтированы две инфракрасные лампы ИКЗК-220-250 и одна ультрафиолетовая лампа ЛЭ-15.

3. Ртутно-вольфрамовые эритемные лампы представляют собой сочетание лампы типа ПРК и лампы накаливания с вольфрамовой нитью. Эти лампы генерируют лучи длинноволновой части спектра. Внутренняя сторона колбы из увиолевого стекла покрыта в верхней части отражающим слоем алюминия, что исключает необходимость применения специального рефлектора. К этому типу ламп относят горелки РВЭ-350 и ДРВЭД-220-160 (дуговая ртутно-вольфрамовая эритемная диффузная). Лампу типа ДРВЭД-220-160 называют «микросолнцем». Они состоят из увиолевой колбы, в которой смонтирована кварцевая горелка и вольфрамовая нить. Лампы этого типа содержат до 5% лучей спектра А и В, 55% - инфракрасных лучей и 40% - видимого света. Наличие УФ-спектра А и В и отсутствие спектра С позволяет применять эту лампу для облучения молодняка всех видов сельскохозяйственных животных. Срок эксплуатации РВЭ-350 составляет 300-500 ч, а ДРВЭД-220-160 - до 500 ч.

4. Бактерицидные лампы представляют собой ртутную лампу низкого давления, излучающую в основном коротковолновую часть УФ-спектра. Они выполняются в виде трубки из увиолевого стекла, которая помещена в специальный корпус. На коротковолновую часть УФ-спектра с длиной волны 254 нм приходится 80% излучения. Наиболее распространенными типами ламп этой группы являются лампы БУВ-15, БУВ-30, БУВ-30П, БУВ-60П. Срок службы ламп типа БУВ составляет около 1500 ч. Кроме бактерицидных увиолевых ламп (БУВ) с целью обеззараживания объекта можно использовать и ртутно-кварцевые лампы типа ДРТ, в спектре излучения которых содержится около 15% коротковолновых ультрафиолетовых лучей. Кроме того, в эту группу входят напольные, настенные и потолочные облучатели для дезинфекции воздуха и поверхностей в помещении. Основными типами таких бактерицидных установок являются ОБН-450, ОБН-15б, БОД-9; в качестве источников света, как правило, используются ртутные лампы низкого давления (тип ДБ), излучающие ультрафиолетовый поток с выраженным спектром бактерицидного действия, $\lambda = 265$ нм (254 нм).

Кроме вышеупомянутых источников *УФ-облучения* в качестве стационарных источников облучения также используют:

Приборы-облучатели эритемного (загарного) действия (типа УФО-1500, ОРК-21М, УГД, ОКН-11, ОКУФ-5М, «Saule», различные солярии и другие). Источниками света в этих облучателях служат газоразрядные ртутные лампы типа ДРТ, ДРК, а также ЛЛ эритемного и загарного действия (ЛЭР-40, ЭУВ-

15). Количество и набор используемых ламп, в числе которых могут быть и тепловые, инфракрасные излучатели, определяется функциональным назначением приборов; они являются источниками УФ-излучения в широком диапазоне длин волн (280-400 нм), а также видимого и инфракрасного диапазона.

Металлогалогенные лампы (МГЛ), являющиеся излучателями широкого диапазона, начиная с 300 нм. Наиболее распространены лампы типа ДРИ (дуговые, ртутные, с излучающими добавками), мощностью от 250 до 1000 Вт, ДРИЗ, аналогичные вышеупомянутым, но с зеркальным отражателем.

Среди других источников МГЛ используют натриевые, а также ксеноновые лампы НД и ВД, излучающие во всех спектрах оптического диапазона, причем УФ-излучение составляет до 10%; мощность ламп - до 50000 Вт. Характерные представители - ДКсТ и ДКсШ (дуговые, ксеноновые, трубчатые или шаровые). Источниками УФ-излучения могут быть также импульсные лампы ИСТ, ИСШ (трубчатые, шаровые, с пропусканием излучения от 155 нм - с кварцевой колбой и с 290 нм - со стеклянной колбой).

Расчет дозы ультрафиолетового облучения:

Дозы УФ облучения для животных выражаются в мэр*ч/м². За 1 эр принимается 1 Вт УФ излучения с длиной волны 297 нм. Тысячную долю эра называют миллиэром (мэр). В последнее время дозы УФ-облучения выражают в мВт/ч/м². При УФ излучении сельскохозяйственных животных необходимо знать плотность эритемного потока, падающего на одно животное (эритемную облученность), который характеризуется отношением величины падающего эритемного потока к величине облучаемой поверхности и измеряется в миллиэрах на 1 м² (мэр/м²). Действие УФ облучения зависит не только от величины эритемного потока, но и от продолжительности облучения. Поэтому общая доза УФ лучей измеряется в мэр/час/м².



Рисунок 20 - УФ-Радиометр ТКА-ПКМ (12)

источников излучения; УФ-С (200-280 нм).

Пример: при проведении сеанса облучения лампой ЭУВ-30 эритемная облученность на спине животного за 1 час составляет 30 мэр/м². При продолжительности облучения в течение 6 ч животное получит дозу 180 мэр/ч/м².

Для расчета время облучения нужно дозу разделить на эритемную облученность. В нашем случае - это $180 \text{ мэр/ч/м}^2 / 30 \text{ мэр/ч/м}^2 = 6 \text{ ч}$.

Для оценки интенсивности *УФ-излучения* на практике используется прибор УФ-Радиометр ТКА-ПКМ (12) (производство - Россия).

УФ-Радиометр ТКА-ПКМ (12) предназначен для измерения энергетической УФ-облученности в трех диапазонах: УФ-А (315-400 нм) - за исключением газоразрядных ртутных ламп без люминофоров; УФ-В (280-315 нм) - за исключением газоразрядных ртутных ламп с люминофорами типа «А», а также естественных

В гигиенических исследованиях также может использоваться радиометр ультрафиолетовый «Аргус», а также прибор ДАУ-81 (дозиметр автоматический универсальный), позволяющий определять как дозу УФ-облучения, так и плотность потока оптического излучения (энергетическую освещенность), градуирован в Вт/м² и Дж/м².

Таблица 3 - Рекомендуемые дозы ультрафиолетового облучения для сельскохозяйственных животных

Вид животных	Лампы типа ПРК (ДРТ)		Лампы типа ЛЭ-15 и ЛЭ-30	
	Доза, мэр(Вт)-ч/м ²	Продолжительность облучения, минут	Доза, мэр(Вт)-ч/м	Продолжительность облучения, минут
Коровы и быки-производители	270-290	25-30	270-290	5-6
Телки и нетели	130-210	20-25	180-210	4-5
Телята				
до 6 мес.	120-140	15-20	120-140	3-3,5
старше 6 мес.	160-180	15-20	160-180	4
Овцематки	240-260	30-35	240-260	5-6
Ягнята до отбивки	220-240	25-30	220-240	4-5
Поросята-сосуны	20-25	5-10	20-25	1-1,5
Поросята отъемыши	60-80	5-10	60-80	2-2,5
Свиноматки и свиньи на откорме	80-90	15-20	80-90	3-4
Куры-несушки при содержании				
напольном	20-25	10-15	20-25	2,5-3
клеточном	40-50	5-10	-	-
Цыплята при содержании				
напольном	15-20	3-5	15-20	1-2
в клетках:	20-25	5-7	-	-
с решетчатыми стенками со штампованными стенками	40-50	10-12	-	-

Облучать животных следует, постепенно начиная с 1/3 дозы, затем 1/2, потом 2/3 и наконец полная доза.

Разные УФ-лампы имеют различную эритемную облученность на облучаемой поверхности на расстоянии 1 м от источника, мэр/м².

ДРТ-400 - 475.

ЛЭ-15 - 20.

ДРВЭД-220-160 - 32.

ДРТ-1000 - 1650.

ЛЭР-40 - 325.

Необходимо отметить, что при увеличении расстояния от лампы с 1 до 1,5 м эритемная облученность уменьшается в 2 раза, а на расстоянии 2 м от источника - в 4 раза. Это необходимо учитывать при подвеске ламп над животными. Необходимо учитывать сроки их использования (1000-1500 ч). С увеличением времени использования ламп интенсивность УФ-излучения у них снижается.

Пример расчета. Доза УФО для поросят-сосунов равна 20-25 мэр/ч/м, а лампа ЛЭ-15 имеет эритемную облученность 20 мэр/ч/м. Значит, если ее подвесить на высоте 1 м от спины поросят, то их нужно облучить 1 ч; если на высоте 1,5 м, то облучение должно продолжаться 2 ч, а если на 2 м, то, соответственно, 4 ч.

Техника безопасности при работе с источниками УФ-облучения

Следует знать, что уровни УФ-излучения различных спектральных диапазонов могут быть причиной ряда заболеваний и нарушений состояния здоровья работающих в условиях УФ-облучения. Основные стандартизованные термины и понятия эффектов влияния УФ-излучения (эритемный, витаминизирующий, билирубинный, канцерогенный, кератитный, конъюнктивитный, пигментообразующий, бактерицидный, гермецидный, озonoобразующий) определены ГОСТ 24827-81.

Влияние на орган зрения является наиболее опасным для персонала, обслуживающего источники УФ-излучения. Негативное влияние на орган зрения зависит от спектра, интенсивности и времени облучения. Излучение в области с максимумом энергии при 260 нм является опасным для возможного развития конъюнктивита, кератита - 270 нм, катаракты - 300 нм.

Избыточное УФ-облучение представляет опасность для развития нарушений и заболеваний кожи и кожных покровов. Типичная реакция кожи на воздействие УФ-излучения - асептическое воспаление, эритема - развивается при диапазоне 250-298 нм, а излучение в спектральной области, близкой к эритемной, способствует возникновению отдаленных последствий - доброкачественных и злокачественных новообразований кожи.

Кроме «органов-мишеней» (орган зрения, кожа и кожные покровы) установлено негативное воздействие излучения в УФ-спектре на общее состояние организма и, в частности, на иммунную систему.

Основные профилактические меры по предупреждению негативного влияния УФ-излучения на состояние здоровья обслуживающего персонала сводятся к следующему:

при работе с бактерицидными лампами следует обязательно пользоваться спецодеждой и защитными очками для избегания ожогов кожи и развития конъюнктивита. Повторное включение УФ-ламп после работы разрешается только после остывания (через 10 минут), в противном случае лампа перегорит.

Действующими в Республике Беларусь гигиеническими регламентами установлены следующие величины безопасных предельно допустимых уровней для УФ-излучения в производственных помещениях, в соответствии с СН 4557-88 «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях», М. - 1988.

Так, допустимая интенсивность облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более $0,2 \text{ м}^2$, периода облучения до 5 минут, длительности пауз между ними не менее 30 минут и общей длительности воздействия за смену до 60 минут не должна превышать 50 Вт/м^2 - для области УФ-А; $0,05 \text{ Вт/м}^2$ - для области УФ-В; $0,001 \text{ Вт/м}^2$ - для области УФ-С.

Допустимая интенсивность ультрафиолетового облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более $0,2 \text{ м}^2$ (лицо, шея, кисти рук и др.), общей продолжительности воздействия излучения 50% рабочей смены и длительности однократного облучения свыше 5 минут и более не должна превышать 10 Вт/м^2 - для области УФ-спектра А; $0,01 \text{ Вт/м}^2$ - для области УФ-спектра В. Изучение в области УФ-спектра С при указанной продолжительности не допускается. Необходимо следить за напряжением в электрической сети. Не допускается присутствие людей в помещениях, где работают бактерицидные облучатели с неэкранированными лампами

УФ-лампы необходимо подвешивать на расстоянии, недоступном для животных, с защитной сеткой или абажуром. Все металлические части ограждений должны быть занулены.

Проверочные вопросы:

1. С какой целью используют УФ-излучение в животноводстве и ветеринарии?
2. Какие типы ультрафиолетовых ламп используют для облучения животных и улучшения микроклимата в помещениях?
3. Как определить интенсивность ультрафиолетового облучения?
4. Как рассчитать дозу УФ-облучения для различных видов животных?

Список использованной литературы

1. Практическое руководство по терапевтической технике / С. С. Абрамов [и др.]. - Витебск : ВГАВМ, 2005. - С. 63-74.
2. Внутренние незаразные болезни животных / под общ. ред. Г. Г. Щербакова, А. В. Коробова. - СПб. : Лань, 2002. - С. 50-60.
3. Внутренние незаразные болезни животных : учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования : в 2 ч. / С. С. Абрамов [и др.]. - Минск : ИВЦ Минфина, 2013. - Ч. 1. - С. 79-94.
4. Карташова, А. Н. Гигиена животных. Практикум : учеб. пособие для студентов специальности «Ветеринарная медицина» учреждений, обеспечивающих получение высшего образования / А. Н. Карташова. - Минск : ИВЦ Минфина, 2007. - 292 с.
5. Соколов, Г. А. Гигиенические основы профилактики протозойных энтероколитов овец и свиней : монография / Г. А. Соколов, С. В. Савченко. - Витебск : УО ВГАВМ, 2007. - С. 35-68.
6. Соколов, Г. А. Эймериоз овец : монография / Г.А. Соколов. - Витебск : УО ВГАВМ, 2010. - 100 с.
7. Сон, К. Н. Ветеринарная санитария на предприятиях по производству и переработке сырья животного происхождения : учебное пособие / К. Н. Сон, В. И. Родин, Э. В. Бесланев. - СПб. : Лань, 2013. - 416 с.
8. Кузнецов, А. Ф. Гигиена содержания животных : справочник / А. Ф. Кузнецов. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2004. - 640 с.
9. Медведский, В. А. Зоогигиена с основами проектирования животноводческих объектов. Практикум : учеб. пособие / В. А. Медведский. - Минск : ИВЦ Минфина, 2018. - 328 с.
10. Методика по гигиенической оценке производственных источников ультрафиолетового излучения : методические рекомендации ; утв. Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 18 мая 1999 г., № - 105-9807 от 18.05.99 г. - Минск, 1999. - 11 с.
11. 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.
12. Республиканские нормы технологического проектирования новых, реконструкций и технического перевооружения животноводческих объектов (РНТП 1- 2004) / Минсельхозпрод РБ. - Минск, 2004. - 92 с.

Приложения

Таблица 4 - Параметры микроклимата в помещениях для коров

Показатели	Содержание	
	привязное и комбибоксовое	беспривязное на глубокой подстилке
Температура, °С	10 (5-16)	6 (5-8)
Относительная влажность, %	75-40	85-40
Воздухообмен на 1 ц живой массы, м ³ /ч:		
зимний период	17-20	17-20
переходный период	40-50	40-50
летний период	60-70	60-70
Скорость движения воздуха, м/с:		
зимний период	0,3-0,4	0,3-0,4
летний период	0,8-1	0,8-1
Допустимая концентрация вредных газов:		
углекислота, %	0,25	0,25
аммиак, мг/м ³	20	20
сероводород, мг/м ³	следы	следы
Микробная загрязненность, тыс. КОЕ/м ³	70-120	70-120
Уровень шума, дБ	70	70
Норма освещения:		
естественное	1:10-1:15	1:10-1:15
искусственное (на уровне пола), лк	50-80	50-80
дежурное (ночное)	15-20 % от общего	

Таблица 5 - Параметры микроклимата в помещении для телок разного возраста

Показатели	Возраст			
	до 20 дней	от 20 дней до 2 месяцев	2-4 месяца	4-12 месяцев
Температура воздуха, °С	18 (16-20)	17 (16-18)	15 (12-18)	16 (8-16)
Относительная влажность, %	70 (60-80)	70 (50-85)	170(50-85)	70 (50-85)
Скорость движения воздуха, м/с:				
в зимний период	0,1	0,1	0,2	0,3
в переходный период	0,2	0,2	0,3	0,5
в летний период	0,3-0,5	0,3-0,5	до 1	1-1,2
Микробная загрязненность, тысяч КОЕ/м ³	не более 20	не более 50	не более 40	не более 70
Допустимая концентрация, не более:				
аммиака, мг/м ³	10	10	15	20
углекислого газа, %	0,15	0,15	0,25	0,25
сероводорода, мг/м ³	5	5	10	10
Освещение:				
естественное	1:10-1:15	1:10-1:15	1:20-1:30	1:20-1:30
искусственное (для выполнения технологических процессов), лк	50-75	50-75	20-30	20-30
Воздухообмен на 1 ц ж.м., м ³ /ч:				
в зимний период	20	20	20-25	60
в переходный период	30-40	40-50	40-50	120
в летний период	80	100-120	100-120	250
Допустимый уровень шума, Дб	70	70	70	70

**Таблица 6 - Параметры микроклимата в помещениях для выращивания
и откорма молодняка крупного рогатого скота**

Показатели	Возраст животных, месяцев			
	До 3	3-6	6-12	12-18
Температура воздуха, °С	15-17	8-16	8-16	8-16
Относительная влажность, %	50-85	50-85	50-85	50-85
Скорость движения воздуха, м/с:				
в зимний период	0,15-0,2	0,20-0,25	0,3-0,4	0,3-0,4
в переходный период	0,15-0,2	0,3	0,4	0,5
в летний период	0,4-1	1	1	1-1,2
Микробная загрязненность, тыс. КОЕ/м ³	20	40	40	70
Допустимая концентрация, не более:				
аммиака, мг/м ³	5-10	10	10-15	15-20
углекислого газа, %	0,15	0,15	0,15	0,2
сероводорода, мг/м ³	5	5	10	10
Освещение:				
естественное	1:10-1:15	1:10-1:15	1:20-1:30	1:20-1:30
искусственное (для выполнения технологических операций), лк	50-75	50-75	20-30	20-30
Воздухообмен на 1 ц ж. м., м ³ /ч:				
в зимний период	20	25	25	60
в летний период	100-120	100-120	100-120	250
Уровень производственного шума не более, Дб	70	70	70	70

**Таблица 7 - Параметры микроклимата в помещениях для выращивания
и откорма свиней**

Показатели	Поросята-отъемыши	Молодняк на откорме, кг	
		до 70	более 70
Температура воздуха, °С (допустимые колебания)	20 (18-22)	18 (16-20)	16(14-20)
Относительная влажность, %	40-70	40-70	40-70
Скорость движения воздуха, м/с:			
зимой, весной, осенью	0,2	0,3	0,3
летом	0,6	0,8	1
Воздухообмен, м ³ /ч на 1 ц живой массы:			
зимой	30	30	30
в переходный период	45	45	40
летом	60	60	60
Допустимая микробная загрязненность, тыс. КОЕ/м ³	300	300	300
Допустимая концентрация вредных газов:			
углекислого газа, %	0,2	0,2	0,2
аммиака, мг/л	0,02	0,02	0,02
сероводорода, мг/л	0,01	0,01	0,01
Допустимый уровень шума, Дб	70	70	70
Освещение:			
естественное	1:20	1:20	1:20
искусственное, лк	80	30-60	20-50
продолжительность, ч/сутки	10-18	8-16	8-12

Таблица 8 - 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
Воздухообмен, м ³ /ч на голову:					
зимой	50	30	20	-	50
в переходный период	70	50	30	-	70
летом	100	70	50	-	100
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 микробная загрязненность, тыс. КОЕ/м	150	150	100	100	200
Содержание вредных газов:					
углекислого, %	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

Таблица 9 - Оптимальный 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 10 - Максимально допустимая скорость движения воздуха в зависимости от возраста птицы

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 11 - Температурно-влажностный режим и воздухообмен
для кур яичных линий и кроссов**

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	0,8-1	0,1	0,1
15-21	27	60-70	0,8-1	5	0,1-0,5	0,2-0,6
22-28	23	60-70	0,8-1	5	0,1-0,5	0,2-0,6
29-35	20	60-70	0,8-1	5	0,1-0,5	0,2-0,6
36-120	19-20	60-70	0,8-1	5	0,1-0,5	0,2-0,6
121 и старше	18-22	60-70	0,8-1	5	0,2-0,6	0,3-1

Таблица 12 - Показатели качества воздуха в помещениях для кур яичного направления

Возраст птицы, недель	Предельно допустимые концентрации					Допустимый уровень шума, дБ
	углекислого газа, % по объему	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

**Таблица 13 - Оптимальный постоянный световой режим при выращивании
молодняка и содержании взрослых кур, ч-мин.**

Возраст птицы	Включение света	Выключение света	Включение света	Выключение света	Продолжительность светового дня, часов	Интенсивность освещения, лк
1	2	3	4	5	6	7
1-2 дня	-	-	-	-	24	20-30
3-4 дня	24-00	-	-	23-00	23	20-30
5-7 дней	2-00	-	-	22-00	20	20-30
8-14 дней	5-00	-	-	21-00	16	15
15-21 день	6-00	-	-	20-00	14	5-10
22-28 дней	6-00	-	-	18-00	12	5
29-35 дней	6-00	-	-	17-00	11	5
36-42 дня	6-30	-	-	17-00	10,5	5
43-49 дней	7-00	-	-	17-00	10	5
50-56 дней	7-30	-	-	17-00	9,5	5
57-63 дня	8-00	-	-	17-00	9	5
64-70 дней	8-00	12-00	12-30	17-00	8,5	5
71-126 дней	8-00	12-00	13-00	17-00	8	5
18 недель	8-00	12-00	13-00	17-00	8	10
19 недель	8-00	12-00	13-00	17-00	8	10-15
20 недель	7-00	12-00	13-00	17-00	9	10-15

1	2	3	4	5	6	7
21 неделя	6-30	12-00	13-00	17-00	9,5	10-15
22 недели	6-00	12-00	13-00	17-00	10	10-15
23 недели	5-30	12-00	13-00	17-00	10,5	10-15
24 недели	5-00	12-00	13-00	17-00	11	10-15
25 недель	5-00	12-00	13-00	17-30	11,5	10-15
26 недель	5-00	12-00	13-00	18-00	12	10-15
27 недель	5-00	12-00	13-00	18-30	12,5	10-15
28 недель	5-00	12-00	13-00	19-00	13	10-15
29 недель	5-00	12-00	13-00	19-30	13,5	10-15
30 недель	5-00	12-00	13-00	20-00	14	10-15
31 неделя	5-00	12-00	13-00	20-30	14,5	10-15
32 недели и старше	5-00	12-00	13-00	21-00	15	10-15

Таблица 14 - Параметры микроклимата в помещениях инкубатория

Назначение помещений	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	Освещенность, лк	Кратность воздухообмена, ч ⁻¹		
					приток	вытяжка	
1 - для приема яиц	15-22	60-70	0,1-0,5	50	1,5	1,5	
2 - для сортировки яиц	18-22	60-70	0,1-0,5	50	1,5	1,5	
3 -	Для хранения яиц, суток:	12-20	75-80	0,1-0,5	10	-	5
	3	20	75-80	0,1-0,5	10	-	5
	4-6	16	75-80	0,1-0,5	10	-	5
	7 и более	12	75-80	0,1-0,5	10		5
4 - дезинфекционная камера	20-26	60-80	0,2-1	10	расчетная		
5 - инкубационный зал	20-22	50-70	0,2-0,5	30	расчетная		
6 - выводной зал	20-22	50-70	0,2-0,5	50	расчетная		
7 - для сортировки и обработки молодняка	24-26	60-65	0,2-0,5	50	расчетная		
8 - для аэрозольной обработки молодняка	28-30	60-65	0,2-0,5	20	10	10	
9 - моечная	18-22	до 90	0,3-0,6	30	4	6	

Примечание: * - Параметры микроклимата приведены согласно отраслевым регламентам, введенным в действие с 1.01.2007 г.

Учебное издание

Медведский Владимир Александрович,
Готовский Дмитрий Геннадьевич,
Карташова Анна Николаевна и др.

**Гигиенический контроль микроклимата
в животноводческих помещениях**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск В. А. Медведский
Технический редактор Е. А. Алисейко
Компьютерный набор С. Б. Спиридонов
Компьютерная верстка Е. А. Алисейко
Корректор Е. В. Морозова

Подписано в печать 09.04.2019. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Печать ризографическая.

Усл. п. л. 2,50. Уч.-изд. л. 1,92. Тираж 100 экз. Заказ 1905.

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) 51-75-71.

E-mail: rio_vsavm@tut.by

<http://www.vsavm.by>