



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

---

---

**Орлова Н.Е., Пономарева М.Е., Ходусов А.А.**

**СБОРНИК  
ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНЫМ И  
ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО  
ЗООГИГИЕНЕ**

Учебное пособие

МОСКВА 2022

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

---

---

**Орлова Н.Е., Пономарева М.Е., Ходусов А.А.**

**СБОРНИК  
ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНЫМ И  
ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО  
ЗООГИГИЕНЕ**

**Учебное пособие**

Рекомендовано учебно-методическим объединением высших учебных заведений Российской Федерации по образованию в области зоотехнии и ветеринарии в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 36.05.01 «Ветеринария», уровень высшего образования, квалификация - специалист, ветеринарный врач, направлениям подготовки 36.03.01 «Ветеринарно-санитарная экспертиза» и 36.03.02 «Зоотехния», уровень высшего образования – бакалавриат.

УДК 619:614.9(076)

ББК 48.1Я73

О-66

**Сборник заданий к лабораторным и практическим занятиям по зоогигиене:** Учебное пособие. – М: ФГБОУ ВО РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022, 192 с.  
ISBN 5-86341-146-5

Авторы:

**Орлова Надежда Евгеньевна** – кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры ветеринарной медицины, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Пономарева Мария Евгеньевна** – кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры кормления животных и общей биологии, ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет

**Ходусов Александр Анатольевич** – кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент базовой кафедры частной зоотехнии, разведения и селекции животных, ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет

Сборник предназначен для студентов, обучающихся по специальности 36.05.01 «Ветеринария», уровень высшего образования, квалификация - специалитет, ветеринарный врач, направлениям подготовки 36.03.01 «Ветеринарно-санитарная экспертиза» и 36.03.02 «Зоотехния», уровень высшего образования – бакалавриат. Предлагаемые формы и методики выполнения лабораторных и практических работ по зоогигиене соответствуют требованиям учебных программ дисциплин и Государственным образовательным стандартам.

Пособие может быть использовано и для других биологических и сельскохозяйственных специальностей и направлений подготовки всех уровней образования.

Рецензент: Скорых Л.Н., доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник отдела овцеводства и козоводства, лаборатории овцеводства с сектором козоводства и пастушеского собаководства ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»

© Орлова Н.Е., Пономарева М.Е., Ходусов А.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», 2022 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Современная зоогигиена особенно подчеркивает роль защиты животных от вредного воздействия факторов внешней среды, так как при неблагоприятных условиях содержания животных их организм нередко функционирует на пределе своих физиологических возможностей, что связано с опасностью возникновения различных заболеваний. Поэтому усилия зооветеринарных специалистов должны быть направлены, с одной стороны, на нивелировку неблагоприятных воздействий факторов среды, а с другой стороны, на повышение резистентности сельскохозяйственных животных. Значение этой защиты возрастает по мере укрупнения хозяйств, увеличения сообществ (групп) животных и повышения их продуктивности. В связи с этим при проведении практических занятий по зоогигиене особое внимание уделяется изучению факторов внешней среды и их действию на организм. Все гигиенические методы исследования внешней среды сгруппированы с учетом их специфики.

В учебное пособие включены методы санитарного описания, органолептические, физические, химические, биологические, экспресс-методы, расчетные методы, экспериментальные и методы, применимые к различным объектам внешней среды (воздух, вода, почва, корма), что очень важно для будущего ветеринарного врача, зооинженера, ветеринарно-санитарного эксперта.

Фундаментальными для дисциплины «Зоогигиена» являются такие дисциплины, как анатомия, физиология, физика, химия, общая биология и микробиология. Только обладая разносторонними научными данными, можно объективно оценить влияние различных факторов социального и природного характера на поведение вредных веществ в биосфере, закономерности перехода токсических веществ из одного состояния биосферы в другое, эффекты этого воздействия и общие закономерности вредного действия различных факторов на организм.

Обучение студентов постановке эксперимента с использованием животных (лабораторных и сельскохозяйственных), санитарному обследованию и описанию, клинко-физиологическому наблюдению, закладывает в них практические навыки для научно-исследовательской деятельности.

«Сборник заданий к лабораторным и практическим занятиям по зоогигиене» написан в соответствии с программами дисциплин «Зоогигиена» и «Гигиена животных», для студентов, обучающихся по

специальности «Ветеринария» и направлениям подготовки «Ветеринарно-санитарная экспертиза» и «Зоотехния».

Основной задачей данного пособия является обучение студентов самостоятельному проведению исследований различных факторов внешней среды и реакции организма на то или иное воздействие этих факторов.

Информация, о последовательности выполнения этапов работ, позволяет свести до минимума время, затрачиваемое на записи о выполнении работ, более подробно разобраться в полученных результатах и грамотно оформить выводы.

По окончании выполнения практической части работы студенты под руководством преподавателя ведут обсуждение результатов работы, выводов в виде дискуссии и записывают их в рабочие тетради.

Студенты должны приходить на занятие подготовленными по соответствующим темам по материалам учебника и лекций. По каждой теме в методических указаниях сформулированы вопросы, на которые студенты в своих рабочих тетрадях записывают ответы. На занятиях преподаватель должен проверить правильность ответов. В конце каждого лабораторного или практического занятия наиболее активным и правильно отвечающим на поставленные вопросы студентам преподаватель проставляет оценки. По окончании занятия студенты приводят в порядок рабочие места, проверяют аппаратуру и оборудование и сдают их дежурному студенту, а он лаборанту.

Для проверки качества усвоения материала по дисциплине «Зоогигиена» и «Гигиена животных» преподаватели, ведущие группы, проводят согласно календарно-тематическому плану дисциплины семинары, коллоквиумы в виде тестов с использованием современных компьютерных технологий.

## I. ВВОДНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 1. Инструктаж студентов по технике безопасности и охране труда, правила личной гигиены на лабораторных и практических занятиях

1. Студенты должны приходить на занятия в халатах.
2. При работе с лабораторными и сельскохозяйственными животными, особенно в момент их фиксации, опасаться тазовых конечностей, т. к. ими животные могут нанести сильные травмы (сильные удары, оцарапать и т. д.).
3. После работы с животными тщательно мыть руки с мылом.
4. При работе с электроприборами перед включением в сеть переменного тока заземлить электроприбор, убедиться в исправности соединения сетевого шнура и штепселя.
5. При работе с электроприборами не разливать растворы на электропровода.
6. При работе с растворами серной кислоты соблюдать осторожность.
7. При работе с пипетками следить, чтобы в момент насасывания растворов кислот или щелочей эти растворы не попали на кожу и слизистые оболочки.
8. При работе с режущими инструментами не наносить ранений себе или соседям, не размахивать ножницами, скальпелями.
9. При кипячении растворов на спиртовке не поворачивать пробирку в лицо себе или соседям.
10. При использовании химических веществ (кислоты, щелочи, спирт, аммиак и т.д.) в некоторых работах, запрещается пробовать их на язык и вдыхать их пары из флаконов.
11. После окончания занятий привести в порядок рабочее место.

*Студенты несут личную материальную ответственность за испорченные ими в ходе занятий инструменты, приборы и мебель. О нанесенном ими ущербе сообщается в деканат факультета.*

Перед началом занятий староста группы назначает дежурного, который несет полную ответственность за рабочее состояние оборудования и инструментов во время занятий, порядок в аудитории.

В обязанности дежурного входят:

1. получение у лаборантов инструментов, оборудования, лабораторных животных;
2. после окончания занятия сдать инструменты и оборудование в исправном и чистом виде.

2. Общие указания о порядке проведения лабораторных и практических занятий и подготовке к ним студентов: занятие ведется в соответствии с указаниями преподавателя и рекомендациями данного методического пособия по теме занятия.

3. Требования к ведению тетрадей для домашних заданий и записям на лабораторных и практических занятиях. В тетради отмечают дату и тему занятия, номер, наименование, ход, результаты работы и выводы.

4. Ознакомление студентов с основными методами зоогигиенических исследований и их демонстрация:

- Метод санитарного обследования и описания.
- Метод зоогигиенического эксперимента (лабораторный, в климатических камерах).
- Метод клинико-физиологических наблюдений.

5. Ознакомление студентов с основными методическими приемами зоогигиенических исследований: (определение параметров микроклимата, доброкачества кормов и воды, взятие проб почвы и исследование на загрязнения и т. д). При ознакомлении с методами санитарного обследования, эксперимента и клинико-физиологических наблюдений необходимо продемонстрировать приборы, используемые для регистрации параметров окружающей среды, а также приемы и приборы для оценки воздействия среды на организм животных.

6. Общие правила работы и этичного обращения с лабораторными и сельскохозяйственными животными. Работа и обращение с животными проводятся в соответствии с требованиями, изложенными в методических указаниях по использованию животных на занятиях в учебных целях.



## **ТЕМА I. ЗООГИГИЕНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ**

Экономическая эффективность интенсивного ведения животноводства на промышленной основе зависит от рационального содержания животных, которое в значительной мере определяется наличием оптимального микроклимата в помещениях. Какими бы высокими породными и племенными качествами ни обладали животные, без создания необходимых условий микроклимата они не в состоянии сохранить здоровье и проявить свою потенциальную продуктивность, обусловленную наследственностью. Влияние микроклимата проявляется через суммарное воздействие его параметров на физиологическое состояние, теплообмен, здоровье и продуктивность животных.

**Микроклимат** закрытых животноводческих помещений – это совокупность физических, химических и биологических факторов воздушной среды. К физическим показателям относятся температура, влажность, движение воздуха, солнечная радиация, атмосферное давление, освещение и ионизация, механическая загрязненность воздуха и др. Химические факторы – это газовый состав воздуха помещений (кислород, углекислый газ, аммиак, сероводород и др.). Биологические свойства характеризуются наличием в воздухе микроорганизмов, их видовым составом и количеством в единице объёма.

Формирование микроклимата в помещениях для животных зависит от ряда условий: местного климата, термического и влажностного состояния ограждающих конструкций здания, уровня воздухообмена или вентиляции, отопления, канализации и освещения, а также от степени теплопродукции животных, плотности их размещения, технологии содержания, распорядка дня и пр.

Среди этих факторов важнейшее значение имеют физические свойства воздуха. Они имеют большое гигиеническое значение, так как рефлекторно воздействуют на организм, его тепловое состояние и оказывают влияние на многие физиологические функции, что выражается в изменениях газообмена и теплообмена, обмена веществ,

температуры тела и кожи, физико-химических показателях крови, продуктивности животных и т. д.

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

Таблица 1

Уровень измерения показателей микроклимата в помещениях для животных

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

Таблица 2

Примерная кратность исследований микроклимата

Показатель микроклимата	Исследования, по дням декады									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура воздуха	+			+			+			+
Относительная влажность воздуха	+			+			+			+
Подвижность воздуха	+			+			+			+
Содержание аммиака				+						+
Содержание сероводорода				+						+
Содержание углекислого газа				+						+
Освещенность				+					+	

Воздушная среда, окружающая животных, оказывает прямое и косвенное влияние на них, но и животные могут в значительной степени изменять свойства и состав воздушной среды, часто не в лучшую сторону. В связи с этим разработаны нормативы физического

состояния в животноводческих помещениях воздуха и предельно допустимые концентрации в нем вредно действующих газов, пыли и микроорганизмов. Необходимо постоянно или периодически контролировать его основные параметры (табл. 1, 2).

Параметры микроклимата определяют 3-4 раза в месяц по три раза в сутки (5-7, 12-14, 19-21 час) в трех точках помещения по диагонали (в начале, в середине и конце) и на трех высотах по вертикали (на уровне лежащего и стоящего животного, на расстоянии 0,6 м от потолка). В птичниках с клеточным содержанием измерения проводят на уровне расположения ярусов батарей.

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

## Работа 1. Определение температуры воздуха

Вопросы для подготовки к занятию

1. Что является предметом, целями и задачами зоогигиены?
2. Охарактеризуйте основные этапы развития зоогигиены как науки.
3. Дайте понятие о микроклимате помещений и факторах его формирующих.
4. Охарактеризуйте терморегуляцию у животных.
5. Каково влияние температурного фактора на здоровье и продуктивность животных?

**Оборудование и материалы:** термометры максимальный, минимальный, комбинированный, срочный, электротермометр, термограф.

**Ход работы.** Для измерения температуры воздуха применяют спиртовые, ртутные и толуоловые термометры с показаниями в градусах Цельсия. В основу измерения температуры положено свойство ртути, спирта расширяться при нагревании.

Спиртовые термометры применяют для измерения главным образом низких температур – от  $-120$  до  $+70^{\circ}\text{C}$ , ртутные, наоборот,

высоких – от +500 до -35°C, толуоловые и для низких и для высоких температур от -95 до +110°C.

Пределы измерения каждого термометра называются диапазоном шкалы (нижний – “от” и верхний “до”).

Шкала термометра может быть односторонней (от 0°C), двухсторонней (по обе стороны от 0°C) и безнулевой (для небольшого отрезка температур).

Все термометры подразделяются на технические (рабочие) с ценой деления шкалы 0,5-1°C, лабораторные (точные) с ценой деления 0,1-0,2°C и эталонные (образцовые) для определения поправок к лабораторным термометрам.

Из температурных показателей воздуха в животноводческих помещениях определяются: одномоментная, минимальная и максимальная температуры. Соответственно этому термометры по назначению подразделяются на: максимальные, минимальные, комбинированные и обычные срочные.

*Максимальный термометр* – ртутный прибор (плюсово-минусовый) для определения наибольшей температуры воздуха за любой промежуток времени (рис.1).



Рис. 1. Максимальный термометр

Имеющееся в резервуаре этого термометра сужение не препятствует выходу ртути в капилляр при повышении температуры воздуха. При последующем возможном охлаждении происходит разрыв столбика ртути в месте сужения и ртуть из капилляра самостоятельно не может опуститься в резервуар. Тем

самым прибор фиксирует и сохраняет максимальную температуру.

Перед каждым определением температуры максимальный термометр необходимо встряхнуть резервуаром вниз, чтобы опустить в капилляре ртуть до уровня данной температуры воздуха.

Максимальный термометр может быть использован и для одномоментных измерений температуры воздуха. При этом показания термометра снимают сразу после встряхивания.

*Минимальный термометр* – спиртовой прибор (плюсово-минусовый) для определения наименьшей температуры воздуха за любой промежуток времени (рис. 2).



*Рис. 2. Минимальный термометр.*

Перед каждым определением температуры минимальный термометр необходимо перевернуть резервуаром вверх. Имеющийся в капилляре термометра окрашенный стеклянный штифт при этом опустится до мениска спирта. Затем термометр размещают в горизонтальном положении.

При понижении температуры, столбик спирта в капилляре укорачивается и стеклянный штифт мениском спирта перемещается в сторону резервуара. При последующем возможном повышении температуры, спирт, расширяясь, обтекает штифт, оставляя его на месте.

Отсчет минимальной температуры делается по расширенному концу штифта, обращенному к мениску спирта.

Минимальный термометр в вертикальном положении может быть использован и для одномоментных измерений температуры воздуха по шрифту.

*Комбинированный термометр* – ртутно-спиртовой прибор (плюсово-минусовый), для одновременного определения наибольшей и наименьшей температуры воздуха за любой промежуток времени (рис. 3).

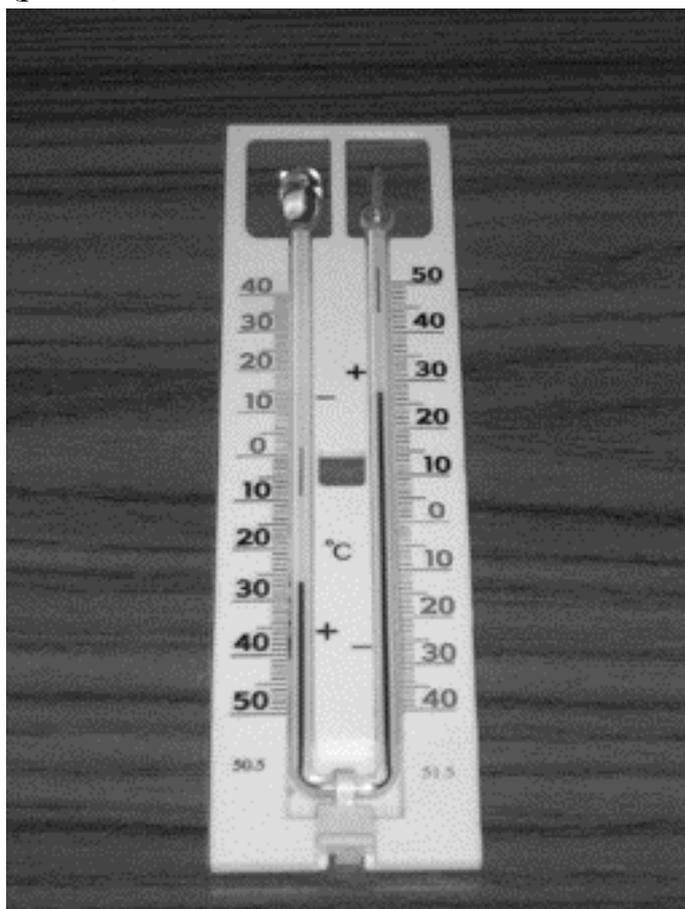


Рис. 3. Комбинированный термометр.

В нижнем колене капилляра этого термометра находится ртуть, в верхних капиллярах с ампулообразными расширениями – спирт.

Перед каждым определением температур комбинированный термометр подготавливают – имеющиеся в капиллярах стальные указатели при помощи магнита устанавливают на менисках ртути.

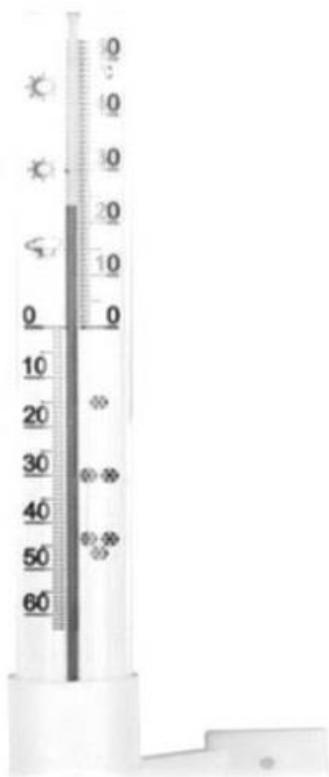
При повышении температуры, ртуть под давлением спирта, перемещается в правый

капилляр, при понижении – в левый, поочередно проталкивая указатели в обоих направлениях и оставляет их в этом положении. Тем самым прибор фиксирует в правом капилляре максимальную температуру, в левом – минимальную. Отсчет температур делается по нижним расширенным концам указателей, обращенным к менискам ртути.

Комбинированный термометр, по расположению мениска ртути, может быть использован и для одномоментных измерений

температуры воздуха. В этом случае в правом и левом капиллярах он дает совпадающие показания. По комбинированному термометру можно определить также амплитуду температур.

*Срочный термометр* – ртутный или спиртовой прибор (плюсовый, плюсово-минусовый или низкоградусный) для одномоментного определения положительной или отрицательной температуры воздуха в момент измерения (рис 4).



*Рис. 4. Срочный термометр.*

*Электротермометры* ЭТП-М, ЭА-2М, АМ-2М, ЭВМ-2, WT-1 с цифровой индикацией используются для измерения температуры воздуха (рис. 5). Они удобны в работе, но



*Рис. 5. Электротермометр WT-1*

точность их показаний следует проверять по выверенному ртутному термометру. Правила пользования этими приборами обычно изложены в паспорте или инструкции.

### **Правила измерения температуры воздуха**

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

При измерении температуры воздуха термометр должен быть сухим.

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

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

Измерения температуры делятся на лабораторные и технические.

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

Поправки к термометрам даются для различных пределов температур (“от” и “до”). Например: от  $+36,4$  до  $+40,0^{\circ}$  поправка  $=+0,1^{\circ}$ ; от  $+26,7$  до  $+30,1^{\circ}$  – поправка  $0,1^{\circ}$ .

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

Например:

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

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

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

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

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



Рис. 6. Термограф.

величина меньше второй –  $\Delta t$  будет отрицательной.

*Термограф* – прибор для автоматической непрерывной диаграммной записи изменений температуры воздуха (термограммы) (рис. 6). Термографы применяются суточные и недельные в диапазоне  $80^\circ$ , но в разных интервалах плюсовой и минусовой температур.

Основные элементы прибора:

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

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

3. Регистрирующая часть (барабан с часовым механизмом и ленточной диафрагмальной бумагой, вращающийся вправо на вертикальной оси).

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

$\Delta t$  может быть с положительным и отрицательным знаком. Если первая величина больше второй, то  $\Delta t$  будет положительной. Если первая

4. Отметчик времени для нанесения на ленте засечек времени наблюдений

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

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

У недельного барабана нижняя шестерня – трибка имеет 16 зубьев, зубчатое колесо станины 87 зубьев, у суточного барабана соответственно – 22 и 86 зубьев.

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

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

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

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

### Порядок работы с термографом

1. Обрезается нижняя кромка ленты и закрепляется на барабане с заведенным механизмом (на обратной стороне начала ленты делается надпись: номер, дата, время).
2. Заполняется специальными чернилами перо.
3. Регулировочным винтом перо устанавливается на определенном делении ленты по контрольному термометру и времени.
4. Проверяется качество записи

#### Примечание:

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

## Работа 2. Определение влажности воздуха

### Вопросы для подготовки к занятию

1. Как влияет влажность воздуха на здоровье и продуктивность животных?
2. Каково гигиеническое значение влажности воздуха?
3. Перечислите пути снижения влажности воздуха в животноводческом помещении.

Влажность воздуха характеризуется следующими гигрометрическими показателями:

1. *Абсолютная влажность* ( $e$ ) – фактическое количество водяного пара в  $\text{г}/\text{м}^3$ .

2. *Максимальная влажность* ( $E$ ) – предельно возможное количество водяного пара в  $\text{г}/\text{м}^3$  или влагоемкость воздуха при данной температуре.

3. *Относительная влажность* ( $R$ ) – процентное выражение влажности воздуха.

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

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

*Дефицит насыщения* ( $D$ ) – разность между максимальной и абсолютной влажностью в  $\text{г}/\text{м}^3$  ( $D=E-e$ ) или в процентах:

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

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

*Дефицит точки росы* ( $D_{\text{рос}}$ ) – разность между температурой воздуха и температурой точки росы в градусах Цельсия. ( $D_{\text{рос}} = t - t_{\text{рос}}$ )

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

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

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

где:  $e$  – упругость в мм рт. ст.

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

$\alpha$  – коэффициент расширения воздуха

Для перевода граммов в миллиметры формула преобразуется:

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

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

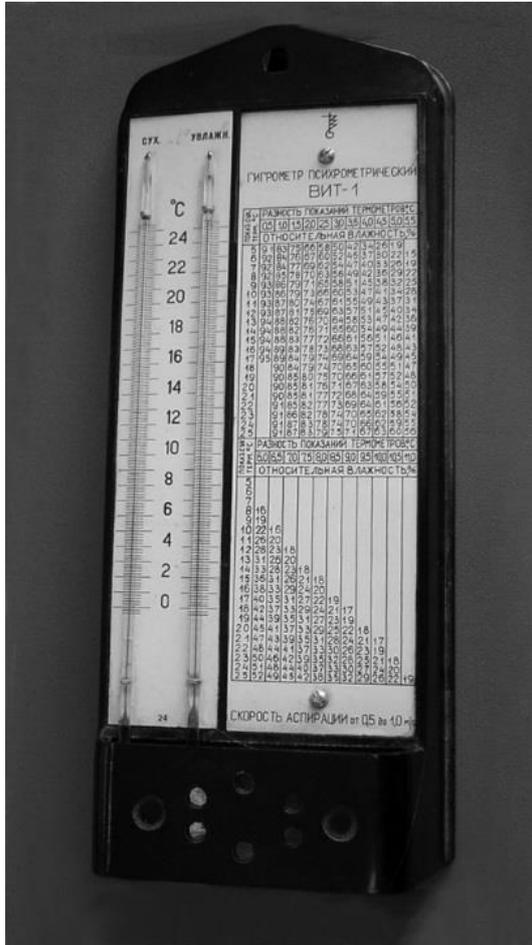


Рис. 6. Психрометр статический  
Августа.

**Оборудование и материалы:** психрометры статический и аспирационный, гигрометры бытовой и мембранный М-18, гигрограф.

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

Психрометром непосредственно определяются только показания “сухого” и “влажного” термометров или психрометрическая разность в исследуемом воздухе.

Значение всех гигрометрических величин по этому прибору берутся из таблиц или рассчитываются по формулам. Определение влажности воздуха

этим прибором основано на охлаждении “влажного” термометра в зависимости от величины испарения с него влаги. Психрометры применяются статические и аспирационные.

*Статический психрометр* (рис. 6) состоит из двух однотипных спиртовых или ртутных термометров с прикладной шкалой, смонтированных на общем держателе. Один из термометров именуется “сухой”, другой “влажный”. Первый показывает температуру воздуха, второй – температуру испарения влаги.

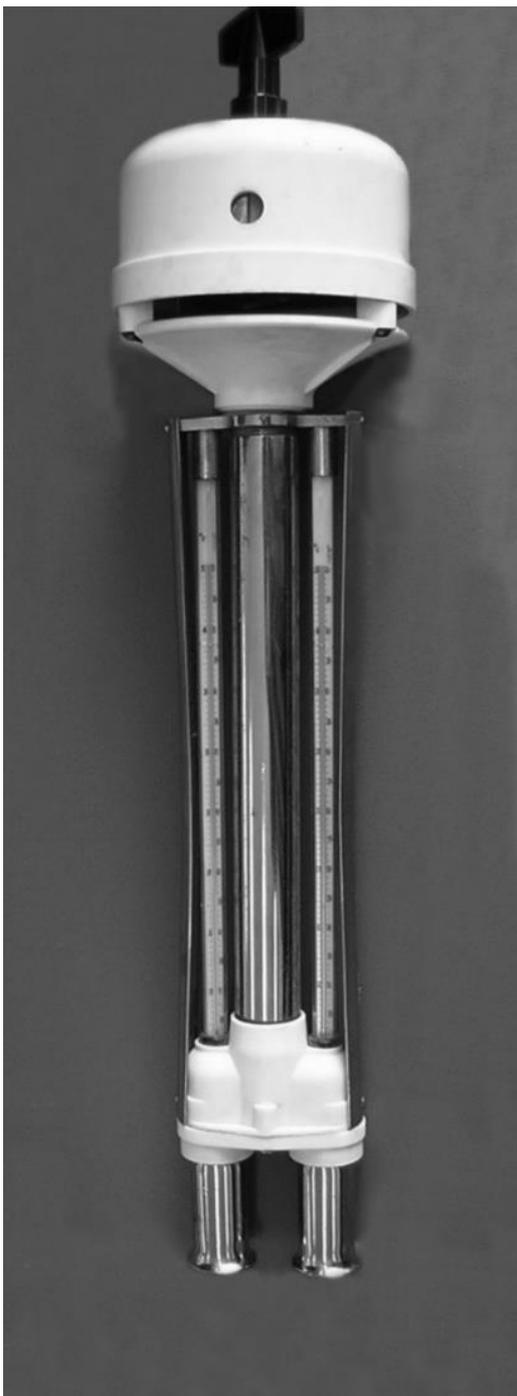
Резервуар увлажненного термометра плотно обернут в один слой кусочком легко смачиваемой ткани. Ткань перевязывают плотной петлей сверху и слабой петлей внизу резервуара термометра. Фитиль должен быть чистым.

**Порядок работы с прибором:**

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

2. Через указанное время делают отсчет показаний обоих термометров.

*Аспирационный психрометр* (рис. 7) – более точный прибор, состоит из двух ртутных термометров: “сухого” и “влажного”, вмонтированных в металлические гильзы. В этом психрометре исследуемый воздух с помощью пружинного вентилятора просасывается снизу вверх со скоростью 2 м/с, тем самым от резервуара “влажного” термометра удаляется испаряющаяся влага. Правильность работы аспиратора психрометра проверяется по времени оборота барабана вентилятора. Время одного оборота барабана должно быть равно 80-90 секундам с отклонениями  $\pm 5$  сек. Проверка делается через окошко на колпаке вентилятора при заведенной пружине.



*Рис. 7. Психрометр аспирационный  
Асмана.*

### **Порядок работы с прибором:**

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

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

### **Примечания:**

1. Психрометры при измерениях должны быть в вертикальном положении.

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

К показаниям аспирационных психрометров по поверочному свидетельству вносят температурные поправки.

Таблица 3.

Психрометрическая таблица для температур от 0 до +25°C по влажному термометру

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

Таблица 4.

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

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

Примечание: максимальная упругость водяного пара, выраженная в миллиметрах ртутного столба, практически равна соответствующему количеству граммов водяного пара в 1 м<sup>3</sup> воздуха при данной температуре.

По показаниям “сухого” и “влажного” термометров и давлению воздуха с помощью специальных психрометрических таблиц издания 1972 года определяют (без вычислений) все гигрометрические

показатели воздуха (абсолютную, максимальную влажность и дефицит насыщения в миллибарах, относительную влажность в процентах, точку росы в градусах).

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

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

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

$$e = E - (\alpha(t_c - t_b) \times B)$$

где  $e$  – искомая абсолютная влажность в мм рт.ст.  
 $E$  – максимальная влажность в мм рт. ст. по показанию “влажного” термометра, т.к. фактическое наибольшее содержание влаги в воздухе характеризует увлажненный термометр.

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

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

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

$t_c$  – температура “сухого” термометра в градусах Цельсия.

$t_b$  – температура “влажного” термометра в градусах Цельсия.

$B$  – барометрическое давление в мм рт. ст.

*Абсолютная влажность по аспирационному психрометру* в мм рт. ст. рассчитывается по формуле:

$$e = E - \left( 0,5(t_c - t_b) \times \frac{B}{755} \right)$$

Значение входящих сюда величин такое же, как и в предыдущей формуле.

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

*Относительная влажность* в процентах рассчитывается по формуле:

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

где: R – искомая относительная влажность,  
 e – найденная абсолютная влажность в мм рт. ст.  
 E – максимальная влажность в мм по показанию “сухого” термометра (берется из таблицы).

*Дефицит насыщения* рассчитывается по формуле:

$$Д = E - e$$

где: Д – искомый дефицит в мм рт. ст.  
 e – найденная абсолютная влажность в мм рт. ст.,  
 E – максимальная влажность в мм по показанию “сухого” термометра (берется из таблицы).

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



Рис. 8. Гигрометр бытовой.

*Гигрометром* (рис. 8) непосредственно определяется только относительная влажность. Другие гигрометрические показатели воздуха по этому

прибору берутся из таблицы или рассчитываются по формулам. Принцип действия основан на способности обезжиренного человеческого волоса изменять свою длину при изменении влажности окружающего воздуха. Удлинение волоса  $\Delta L$  при изменении относительной влажности от 0 до 100% составляет 2,5% его длины  $L$  и происходит нелинейно:

Для разных волос эта зависимость варьирует (особенно при высокой влажности). Поэтому волосы для гигрометра отбираются, а затем подвергаются специальной химической и механической обработке.

Относительная влажность, %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Удлинение волоса, %	0	20,9	38,8	52,8	63,7	72,2	79,2	85,2	90,5	95,4	100

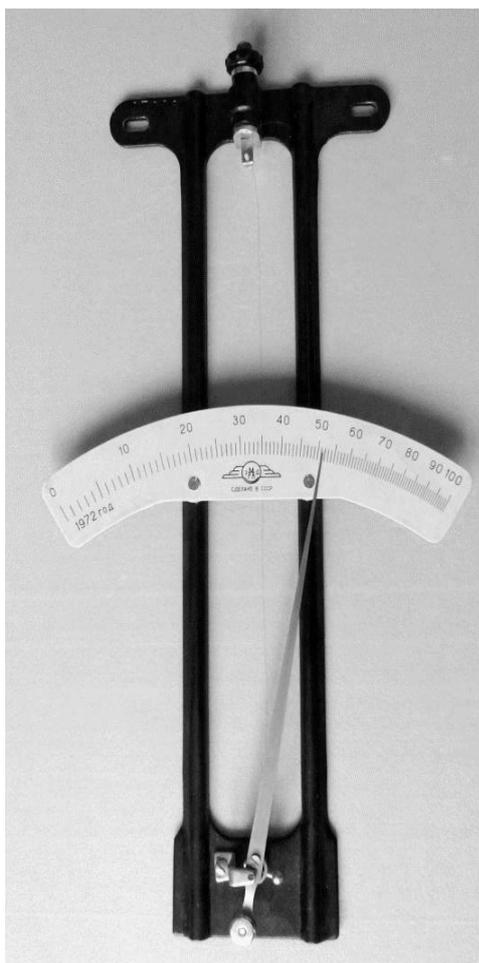


Рис. 9. Гигрометр мембранный М-18

Гигрометр мембранный М-18 служит для измерения влажности в диапазоне 20-100%. Гигрометр предназначен для измерения относительной влажности воздуха на метеорологических станциях (рис. 9).

Основные элементы прибора:

1. Воспринимающая часть (обезжиренный провальцованный человеческий волос, капроновая нить или органическая пленка в кольцевой оправе).

2. Передаточный механизм со стрелкой

3. Шкала с делениями от 0 до 100%, цена каждого деления 1%. Шкала волосного гигрометра неравномерная. Цена деления этой шкалы увеличивается слева – направо. Цена пленочного (мембранного) гигрометра равномерная. Более точная

равномерная шкала.

### Порядок работы с гигрометром.

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

Гигрометры периодически проверяют по аспирационному психрометру при плюсовой температуре и с помощью регулировочного винта устанавливают на заданную влажность. Температура и давление воздуха не оказывают влияния на показания гигрометра. Таким образом, гигрометр является единственным прибором с помощью которого при минусовой температуре можно определить все гигрометрические показатели воздуха.

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

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

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

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

Дефицит насыщения воздуха влагой будет

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

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

В этих расчетах значение максимальной влажности берется из таблицы по показанию “сухого” термометра.

Зная относительную влажность и температуру воздуха остальные гигрометрические показатели можно определить и без вычислений с помощью психрометрических таблиц. С помощью этих

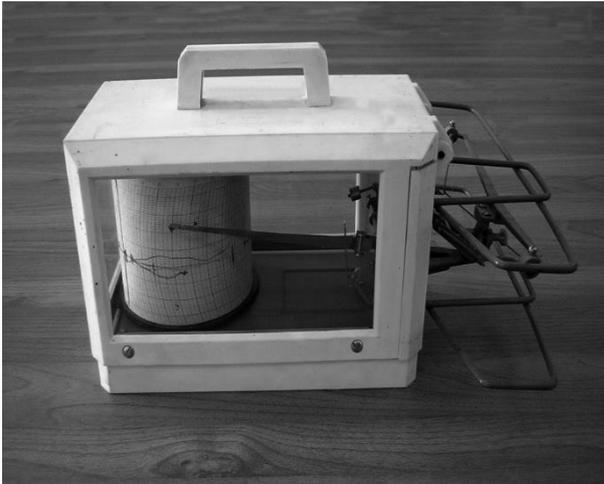


Рис. 10. Гигрограф.

же таблиц, по двум любым известным, можно определить остальные неизвестные физические показатели воздуха.

*Гигрограф* (рис. 10) – прибор для автоматической непрерывной записи изменений относительной влажности воздуха (гигрограммы) в пределах от 60 до 100% в течение суток или недели в интервале

температур от  $-35$  до  $+45^{\circ}\text{C}$ . Диаграммная сетка гигрографа имеет деления от 0 до 100% с ценой одного деления соответствующей 2%.

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

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

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

*Термогигрометры* (рис. 11) – предназначены для измерения относительной влажности, температуры и атмосферного давления воздуха в жилых, складских и производственных помещениях, а также в свободной атмосфере.

Диапазон измерений:

Относительной влажности, %	0 – 98
Температуры, $^{\circ}\text{C}$	- 20 – 60
Атмосферного давления, гПа	700 – 1100

Термогигрометр может пересчитывать измеренное значение относительной влажности и температуры в точку росы.

Диапазон показаний точки росы (инея), °С -60 – +50.



Рис. 11. Термогигрометр ИВА-6Н.

Термогигрометр состоит из блока индикации и измерительного преобразователя влажности и температуры. В измерительном преобразователе влажности и температуры измерение относительной влажности осуществляется сорбционно-емкостным сенсором, температуры – полупроводниковым сенсором. Принцип действия сорбционно-емкостного сенсора основан на диэлектрической проницаемости полимерного влагочувствительного слоя, размещенного между двумя электродами, один из которых влагопроницаем, от влажности окружающей среды. Для измерения атмосферного давления

используется тензорезистивный сенсор давления, опционно устанавливаемый внутри корпуса блока индикации. Сенсоры влажности и температуры установлены в цилиндрический корпус измерительного преобразователя и закрыты колпачком, обеспечивающим их защиту от механических повреждений и свободный доступ анализируемой среды. В корпусе преобразователя располагается также схема обработки и выдачи сигналов и блок индикации, выполненные на основе микроконтроллера.

### Порядок работы с термогигрометром.

При измерениях термогигрометр держат в руке или размещают на имеющуюся горизонтальную поверхность. Не рекомендуется размещать его вблизи предметов, выделяющих тепло (отопительные системы, источники освещения и пр.).

На лицевой панели термогигрометра расположены индикатор и три кнопки: «», «». На индикаторе термогигрометра постоянно высвечиваются текущие значения относительной влажности (верхняя строка) и температуры (нижняя строка). Период обновления показаний – 1 минута. При нажатии на любую кнопку термогигрометр переходит в «быстрый» режим измерений и период обновления показаний индикатора уменьшается до 1с. Через 30с после последнего нажатия кнопок период обновления показаний индикатора возвращается к значению 1 минута.

Для просмотра значения величины точки росы и атмосферного давления необходимо дважды нажать кнопку «» при первом нажатии термогигрометр переходит в «быстрый» режим измерений, при следующем – на верхней строке индикатора высвечивается значение точки росы и единица измерения (°С.р.).

Показания относительной влажности и температуры корректны только, когда температура сенсоров равна температуре анализируемой среды. Поэтому считывание значений относительной влажности и температуры можно проводить только при установившихся показаниях температуры.

В области отрицательных температур термогигрометр измеряет относительную влажность над льдом или над водой.

## Работа 3. Определение атмосферного давления

### Вопросы для подготовки к занятию

1. Какое влияние оказывает атмосферное давление на организм животных?
2. Какие заболевания возникают у животных при повышенном и пониженном атмосферном давлении? Как профилактировать развитие этих заболеваний?

По Международной системе единиц (СИ) за единицу давления принят 1 Паскаль (Па). Однако многие типы приборов для определения атмосферного давления градуированы в миллиметрах ртутного столба (мм. рт. ст.) и миллибарах (мбар). Давление атмосферы, способное уравновесить столб ртути 760 мм при температуре 0°С на уровне моря и широте 45°, принято считать нормальным и равным 101300 Па, или 1013 гПа. В этих условиях атмосфера давит на 1см<sup>2</sup> поверхности Земли с силой 1 кг, а точнее 1,013 кг. 1 миллибар (мбар) – давление, которое оказывает тело массой 1 г на 1 см<sup>2</sup> поверхности и соответствует 0,7501 мм рт. ст., или 1 гПа.

**Оборудование и материалы:** барометр сифонный ртутный, Барометр-анероид типа БАММ, барограф.

**Ход работы.** Атмосферное давление измеряют барометрами и барографами. Металлические барометры типа БАММ менее точны, чем ртутные, но более удобны в работе.

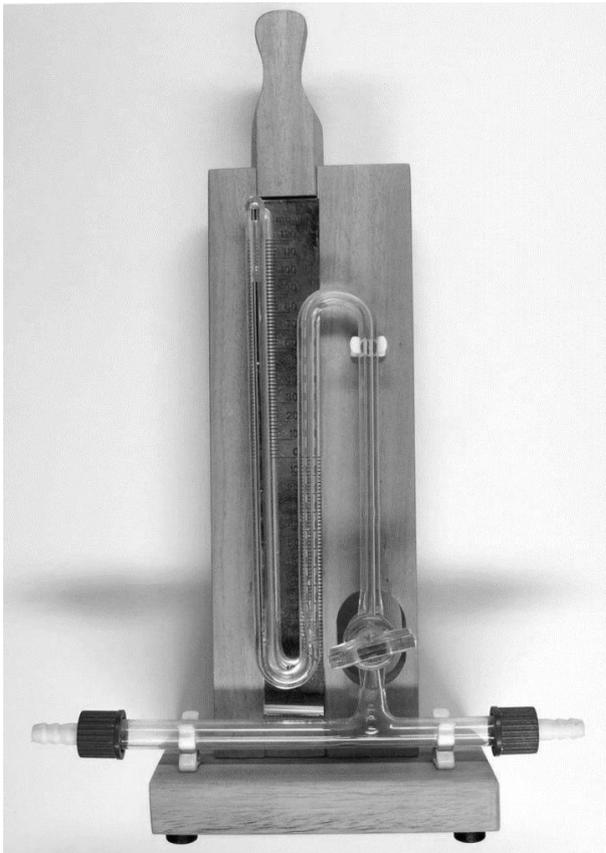


Рис. 12. Барометр сифонный ртутный.

#### Величина

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

*Барометр сифонный ртутный* представляет собой U-образную стеклянную трубку, наполненную ртутью (рис. 12). Левый верхний, более длинный, конец трубки запаян, а правый открыт и сообщается с атмосферой. При повышении давления уровень ртути в открытом колене понижается, а в длинном, запаянном соответственно повышается, занимая

свободное пространство в верхней части.



Рис. 13. Барометр-анероид.

При понижении давления происходит перемещение ртути в левое колено. Этим барометром атмосферное давление определяют по разности между высотой ртутного столба в длинном запаянном колене и в открытом коротком колене. Барометрические шкалы укреплены на деревянном или пластмассовом основании.

Наиболее распространены металлические

барометры-анероиды.

Барометр-анероид типа БАММ используется для определения атмосферного давления в пределах 600 – 790 мм рт. ст. (рис. 13)

Основные элементы прибора:

1. Воспринимающая часть (металлическая гофрированная тонкостенная мембранная барокоробка с разреженным воздухом). Барокоробка сжимается атмосферным давлением и растягивается противодействующей пружиной или своей собственной упругостью без пружины. Деформации коробки передаются в увеличенном виде.
2. Передаточный механизм с рабочей стрелкой,
3. Шкала в пределах от 700 до 800 мм рт. ст. с ценой деления 1-2 мм.
4. Стрелка фиксатора (служит для определения величины и направления смещения рабочей стрелки барометра)
5. Термометр

#### **Порядок работы с барометром:**

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

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

1. инструментальная и
2. температурная для приведения показаний прибора к  $0^\circ$ . Эта поправка определяется по формуле:

$$P \times t,$$

где  $t$  – температура анероида в градусах Цельсия,  
 $P$  – температурный коэффициент, равный 0,03 мм рт. ст.

Температурная поправка всегда минусовая, инструментальная может быть плюсовой и минусовой.



*Рис. 14. Барограф.*

Например: отсчет по анероиду равен 740 мм,  $t=10^\circ$ . Инструментальная поправка при 740 мм равна минус 0,2 мм, температурная ( $-0,03 \times 10 = -0,3$  мм рт. ст.). Сводная поправка равна:  $(-0,2) + (-0,3) = -0,5$  мм. Исправленный отсчет анероида равен  $740 + (-0,5) = 739,5$  мм рт. ст.

Точность измерений барометра  $\pm 5$  мм рт. ст.

Барометр – анероид периодически проверяется и

регулируется по ртутному барометру.

*Барограф* (рис. 14) – прибор для автоматической непрерывной записи изменений давления воздуха (барограммы) в течение суток или недели в диапазоне температур от минус 10 до плюс  $45^\circ$  в пределах 100 миллибар (от 950 до 1050 мб).

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

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

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

#### **Работа 4. Определение скорости и направления движения воздуха**

Вопросы для подготовки к занятию

1. Каково гигиеническое значение подвижности воздуха?
2. Как влияет движение воздуха на организм животных?
3. Что такое аэростаз? Охарактеризуйте различные виды аэростазов.
4. Как подразделяют аэростазы по степени влияния на организм животных? Дайте им характеристику.
5. Что такое роза ветров? Где она применяется?
6. Что такое аэрорумбограмма? Как и с какой целью она делается?
7. От чего зависит движение воздуха внутри помещений для животных?

**Оборудование и материалы:** анемометры чашечный, крыльчатый, индукционный, ветрометр, кататермометр.

**Ход работы.** Скорость движения воздуха (ветра) измеряется расстоянием, пройденным массой воздуха в единицу времени, и определяется в метрах в секунду (м/сек.). Скорость движения воздуха вне помещений (метеорологические станции и т.д.) а также в вентиляционных каналах измеряется специальными приборами анемометрами (чашечным и крыльчатым) и ветромером. В помещениях определяется кататермометром, полупроводниковым термоанемометром.



Рис. 15. Анемометр чашечный

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

*Анемометр чашечный* (от 1 до 20 м/сек) (рис. 15).

Основные элементы прибора:

#### 1. Ветроприемник

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

2. Счетный механизм с тремя стрелками на циферблате. Циферблат прибора имеет три шкалы. На большой шкале нанесено сто делений, на двух малых по 10 делений. Один оборот большой стрелки соответствует одному делению левой малой стрелки и соответственно один оборот левой малой стрелки – одному делению правой малой. Большая стрелка анемометра перемещается на одно деление при трех оборотах крестовины.

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

#### **Порядок работы с анемометром:**

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

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

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

4. Через 100 секунд выключают анемометр и секундомер

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

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



Рис. 16. Анемометр крыльчатый

же, как и с предыдущим. Крыльчатка этого анемометра может вращаться в обоих направлениях. Поэтому прибор устанавливается крыльчаткой навстречу потоку ветра (счетный механизм должен быть позади). При скорости более 5 м/сек, крыльчатый анемометр, во



Рис. 17. Анемометр индукционный.

Погрешность измерения средней скорости движения воздуха чашечным анемометром равна

$$\pm (0,06 \times v + 0,3),$$

где  $v$  – средняя скорость потока в м/с.

*Анемометр крыльчатый* (от 0,3 до 5 м/с) (рис. 16) – более точный прибор. Порядок работы с анемометром такой

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

*Анемометр индукционный* (от 2 до 30 м/с) (рис. 17). Прибор с трехчашечной вертушкой и магнитной системой, непосредственно регистрирующий на шкале скорость движения воздуха.

*Кататермометр* (рис. 18) – прибор для определения

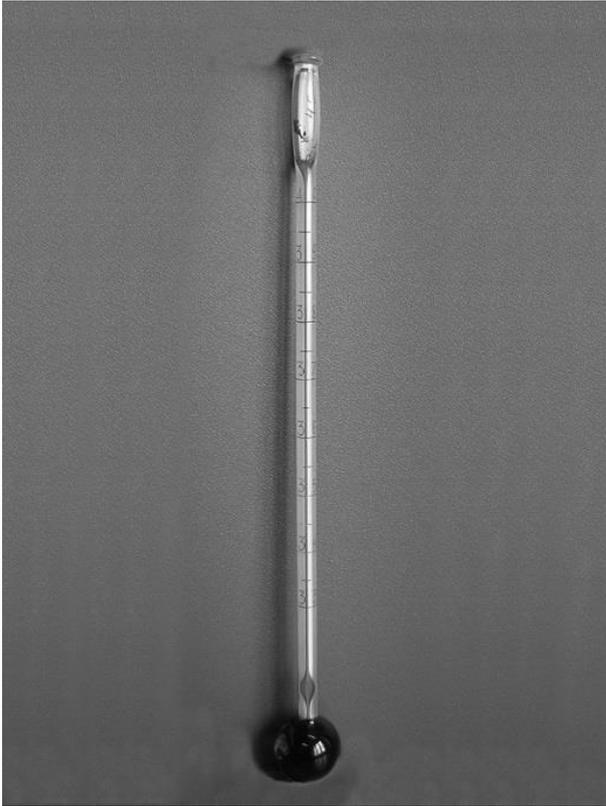


Рис. 18 Шаровой кататермометр.

малых скоростей движения воздуха внутри помещения (0,04-0,5 м/сек) независимо от направления потока воздуха.

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

#### Порядок работы с цилиндрическим кататермометром:

1. Спиртовой резервуар прибора погружают в горячую воду при температуре 70-75°C и выдерживают до исчезновения разрывов в капилляре и заполнения спиртом 1/3-1/4 верхнего резервуара.

2. Прибор вытирают насухо, подвешивают в исследуемой точке и с помощью секундомера определяют время опускания спирта от 38 до 35°C.

3. Измерения повторяют 2-3 раза и вычисляют среднее значение.

4. Скорость движения воздуха рассчитывается по формулам:

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

где:  $v$  – искомая скорость движения воздуха в м/с;  
 $Q$  – разность между средней температурой прибора (36,5°) и температурой исследуемого воздуха;

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

$H$  – индекс кататермометра – теплотери в 1 секунду;

$$H = \frac{F}{T_{\text{сек.}}},$$

где  $F$  – индивидуальный фактор, характеризует теплотери в микалориях с  $1 \text{ см}^2$  поверхности спиртового резервуара нагретого прибора. Фактор устанавливается при изготовлении прибора и обозначен на обратной стороне шкалы;

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

Если частное от деления  $H/Q$  меньше цифры 0,6 расчет ведется по первой формуле ( $v < 1 \text{ м/с}$ ). Если частное от деления равно или больше цифры 0,6 расчет ведется по второй формуле ( $v > 1 \text{ м/сек}$ ).

По величине частного  $H/Q$  скорость движения воздуха по цилиндрическому кататермометру можно определить и по специальной таблице для этого прибора (табл. 5).

Таблица 5.

Скорость движения воздуха

H/Q	Скорость по кататермометру, м/сек.		H/Q	Скорость по кататермометру, м/сек.	
	цилиндрическому	шаровому		цилиндрическому	шаровому
0,29	0,051	0,00	0,61	1,04	1,04
0,30	0,063	0,011	0,62	1,09	1,09
0,31	0,076	0,0231	0,63	1,13	1,12
0,32	0,090	0,035	0,64	1,18	1,14
0,33	0,106	0,05	0,65	1,22	1,18
0,34	0,122	0,07	0,66	1,27	1,22
0,35	0,141	0,076	0,67	1,32	1,27
0,36	0,160	0,09	0,68	1,37	1,31
0,37	0,181	0,11	0,69	1,42	1,36
0,38	0,203	0,13	0,70	1,47	1,40
0,39	0,226	0,15	0,71	1,52	1,45
0,40	0,250	0,17	0,72	1,58	1,49
0,41	0,276	0,19	0,73	1,63	1,54
0,42	0,303	0,21	0,74	1,68	1,58
0,43	0,331	0,23	0,75	1,74	1,62
0,44	0,360	0,25	0,76	1,80	1,67
0,45	0,391	0,28	0,77	1,85	1,72
0,46	0,423	0,31	0,78	1,91	1,76

H/Q	Скорость по кататермометру, м/сек.		H/Q	Скорость по кататермометру, м/сек.	
	цилиндрическому	шаровому		цилиндрическому	шаровому
0,47	0,456	0,34	0,79	1,98	1,81
0,48	0,490	0,37	0,80	2,03	1,86
0,49	0,526	0,40	0,81	2,06	1,91
0,50	0,563	0,44	0,82	2,16	1,95
0,51	0,601	0,48	0,83	2,22	2,00
0,52	0,640	0,52	0,84	2,28	2,05
0,53	0,681	0,56	0,85	2,34	2,08
0,54	0,723	0,60	0,86	2,41	2,11
0,55	0,766	0,69	0,87	2,48	2,17
0,56	0,810	0,74	0,88	2,54	2,22
0,57	0,856	0,78	0,89	2,61	2,28
0,58	0,903	0,90	0,90	2,63	2,34
0,59	0,951	0,96	0,91	2,75	2,39
0,60	1,000	1,00	0,92	2,82	2,45

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

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

Скорость движения воздуха по шаровому кататермометру определяется по специальной таблице для этого прибора по величине



*Рис. 19. Ветрометр*

отношения  $H/Q$ .

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

*Ветромер* – прибор для определения скорости наземного ветра с пределами измерений от 1 до 15 м/сек и направления ветра в основных и промежуточных румбах (рис. 19).

Прибор состоит из:

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

#### **Порядок работы с ветромером:**

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

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

*Скорость ветра* определяется по шкале флюгарки в м/сек.

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

При направлении ветра, близком к северному, ко всем отсчетам, превышающим 0, прибавляют цифру 50. Например: отсчеты по диску  $58+60+57+68+62+63+68+60+58+61=617$   $617:10=61,7$  или 1,7 делений. Следовательно, в данном примере, ветер северо-восточный. Для более точного обозначения направления ветра в градусах, средняя величина отсчета умножается на 6. Например:  $1,7 \times 6 = 10,2$  градуса. При

отсутствии скорости ветра его направление равно нулю. На основании измерения направлений ветра для данной местности строиться роза ветров.



Рис. 20. Термоанемометр МЕГЕОН 11003

*Термоанемометр* - МЕГЕОН 11003 - это прибор, предназначенный для измерения скорости и температуры воздушного потока. Имея компактные размеры прибор способен измерять скорость воздушного потока до 30 м/с. Используемый в приборе микроконтроллер значительно расширяет функционал прибора и позволяет оценивать скорость ветра по шкале Бофорта. Эргономичный дизайн и небольшие размеры позволяют применять прибор в быту и на производстве (рис. 20).

#### **Порядок работы с термоанемометром**

Нажмите и удерживайте кнопку MODE до момента, когда начнет мерцать единица измерения скорости воздушного потока. Для переключения между единицами измерения используйте кнопку SET

Доступные единицы измерения: m/s– метры в секунду; km/hr - километры в час; ft/min– футы в минуту; knots– морские мили в час; mph– мили в час. 11003 SET MODE43 Для сохранения выбранной единицы измерения скорости воздушного потока нажмите кнопку MODE

Установка режима измерения скорости. Войдите в режим установки единицы измерения скорости как указано выше. Используя кнопку SET выберите один из трех доступных режимов отображения скорости воздушного потока: Cu (текущее) > MAX(максимальное) > AVG(среднее).

Установка единицы измерения температуры. Для переключения между единицами измерения температуры ( $^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}$  - градусы Цельсия или Фаренгейта) откройте крышку батарейного отсека и тонким тупым предметом нажмите на скрытую кнопку через отверстие в задней части прибора.

Для выключения устройства одновременно нажмите кнопки MODE и SET

Автовыключение. По истечении 14 минут бездействия прибор автоматически выключится.



Рис. 21. Метеоскоп – М.

*Метеоскоп* – измеритель параметров микроклимата предназначен для измерения характеристик микроклимата в режиме однократных или периодических измерений при проведении контроля санитарно-гигиенических требований к воздуху рабочего пространства и жилых помещений (рис. 21).

Принцип работы прибора основан на измерении электрических сигналов, поступающих в

измерительно-индикаторный блок от первичных преобразователей, пропорциональных измеряемым величинам. Результаты измерений отображаются на экране, а также могут быть записаны в энергонезависимую память (ЭП). Измеритель параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП-М» является переносным прибором и состоит из: сенсометрического щупа (СМЩ), шарового термометра (ШТ) и измерительно-индикаторного блока (ИИБ). СМЩ содержит

датчик температуры, влажности, датчик для измерения скорости воздушного потока. ШТ представляет собой полую сферу диаметром 90 мм с зачерненной поверхностью (степень черноты поверхности не ниже 0,95), внутри которой размещен датчик температуры. ИИБ содержит датчик давления, схему обработки сигналов первичных преобразователей, микропроцессор, экран и аккумуляторную батарею питания прибора.

Пользовательский интерфейс обеспечивается в режиме «Меню» кнопочным блоком управления микроконтроллером. Как предложения выбора режимов работы прибора, так и результаты измерения параметров микроклимата, отображаются на экране прибора. Для подключения СМЩ и ШТ на ИИБ имеются специальные разъемы. Предусмотрено автоматическое определение подключения ШТ к измерителю.

**Технические характеристики измерителя параметров микроклимата Метеоскоп-М (метеометра).**

<b>Характеристики</b>	<b>Значения</b>
Диапазон измерений температуры, °С	от -40 до +85
Диапазон измерений относительной влажности, %	от 5 до 97
Диапазон измерений скорости воздушного потока, м/с	от 0,1 до 20
Диапазон измерений давления воздуха, кПа (мм рт. ст.)	от 80 до 110 (от 600 до 825)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности прибора:	
- канал измерений температуры, °С	± 0,2
- канал измерений относительной влажности, %	± 3
- канал измерений скорости в диапазоне от 0,1 до 1 м/с (V - значение измеряемой скорости, м/с), м/с	± (0,05 + 0,05 V)
- канал измерений скорости в диапазоне от 1 до 20 м/с (V - значение измеряемой скорости, м/с), м/с	± (0,1 + 0,05 V)
- канал измерений давления воздуха, кПа (мм рт. ст.)	± 0,13 (± 1)
Время установления рабочего режима, с	60
Время непрерывной работы измерителя без подзарядки аккумуляторной батареи, часов	8
Максимальная потребляемая мощность, Вт	1,25
Габаритные размеры, мм, не более:	

- измерительно-индикаторного блока	200×110×100
- сенсометрического щупа	Ø500×20
Масса, кг, не более	0,65

### **Порядок работы с метеоскопом**

Подключите СЦ и ШТ (при необходимости) к ИИБ. Раздвиньте телескопическую штангу СЦ. При наличии ШТ, разместите СЦ и ШТ на штативе, входящим в комплект поставки. При измерениях без ШТ, необходимость использования штатива, определяется оператором, который проводит измерения.

Нажмите и удерживайте не менее 3 сек кнопку «Вкл/Выкл», чтобы измеритель включился. После включения на экране измерителя будет отображаться заводской номер, версия программного обеспечения, текущая дата и время: Нажмите кнопку «Старт», после чего запустится процесс двухэтапного автотестирования. Первый этап автотестирования включает в себя проверку напряжения аккумуляторной батареи и проверку условий окружающей среды.

Нажмите кнопку «Старт» для перехода к следующему этапу автотестирования. Второй этап автотестирования включает в себя проверку подключения СМЩ, ШТ и наличия сигналов с датчиков (температуры, влажности, давления). Поскольку результаты автотестирования измерителя носят уведомительный характер, то после завершения процесса автотестирования в нижней строчке экрана в любом случае появится сообщение «Нажмите Старт». В случае необходимости продолжить работу с измерителем, нажмите кнопку «Старт», и измеритель перейдет в главное меню. Для прекращения работы и выключения измерителя следует нажать и удерживать не менее 3 сек кнопку «Вкл/Выкл».

## **Работа 5. Определение освещенности в животноводческих помещениях**

Вопросы для подготовки к занятию

1. Каков состав и свойства солнечной радиации?
2. Как влияет солнечная радиация на организм животных?

3. Что такое естественная и искусственная освещенность животноводческих помещений? Какими способами она нормируется?

**Оборудование и материалы:** люксметры, рулетка.

**Ход работы.** Освещенность – физическая величина, численно равная световому потоку, падающему на единицу поверхности. Освещенность прямо пропорциональна силе света источника света.

В условиях Земли освещенность может изменяться в очень широких пределах (табл. 6).

*Таблица 6*

Примерная освещенность в разных условиях

Описание	Освещённость, лк
Вне атмосферы на среднем расстоянии Земли от Солнца	135 000
Наибольшая солнечная освещённость при чистом небе	100 000
Обычная освещённость летом в средних широтах в полдень	17 000
В облачную погоду летом в полдень	12 000
При киносъёмке в студии	10 000
Обычная освещённость зимой в средних широтах	5 000
На футбольном стадионе (искусственное освещение)	1200
На открытом месте в пасмурный день	1000–2000
Восход и заход Солнца в ясную погоду	1000
В светлой комнате вблизи окна	1000
На рабочем столе для тонких работ	400–500
На экране кинотеатра	85–120
Необходимое для чтения	30–50
В море на глубине 50–60 м	до 20
Ночью в полнолуние	0,2
В безлунную ночь	0,001–0,002
В безлунную ночь при сплошной облачности	до 0,0002

Освещенность животноводческих и птицеводческих помещений зависит от размеров этих помещений, их ориентации относительно сторон света, конструкции окон.

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

Для количественной оценки интенсивности естественного освещения помещений существует два метода: *геометрический* и *светотехнический*.

### Определение естественной освещенности

*Геометрический метод* используют в практике строительства животноводческих помещений. При этом величину светового потока не определяют, а световой коэффициент (СК) определяют, как отношение площади окон, стекла без рам, (м<sup>2</sup>) к площади пола (м<sup>2</sup>).

Пример: площадь пола – 600 м<sup>2</sup>, площадь окон (стекла без рам) – 50 м<sup>2</sup>. При этом световой коэффициент будет равен:

$$СК = \frac{50}{600} = \frac{1}{12}$$

*Нормативы светового коэффициента* для животноводческих помещений и птичников следующие: **от 1/6 до 1/30** (в зависимости от вида, возраста, физиологического стояния).

Для оценки освещенность отдельных участков в помещении определяют *угол падения*, который образуется двумя линиями, идущими от определенного места (кормушки, стойла, денника, автопоилки, места прикрепления доильных стаканов к соскам и проч.); одна линия идет горизонтально к окну, другая к верхнему

краю окна (застекленной поверхности). Чем больше этот угол, тем лучше освещенность. Чем дальше место от окна, тем хуже освещенность, так как угол будет меньше. По существующим зоогигиеническим нормативам угол падения должен быть не менее 27° (рис. 22).

Геометрический метод недостаточно точен, так как не учитывает факторы, влияющие на освещенность.

Более точен светотехнический метод,

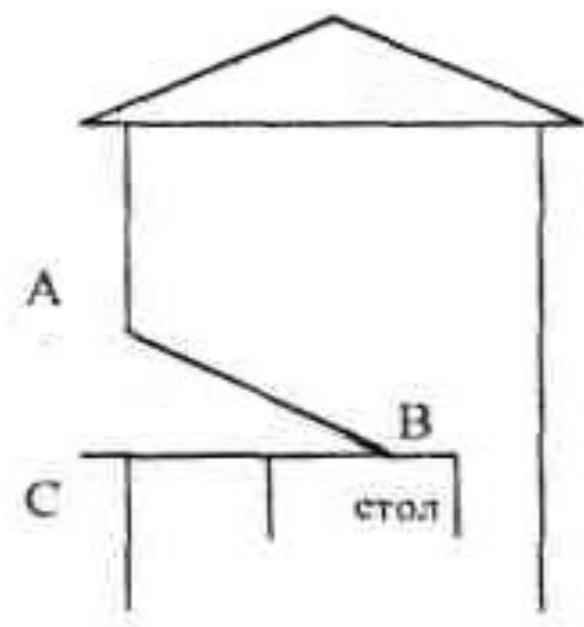


Рис. 22. Методика определения угла падения: ABC – угол падения

характеризующий отношение фактической освещенности внутри помещения и вне его. Освещенность внутри помещения оценивается коэффициентом естественной освещенности. Коэффициент естественной освещенности (КЕО) – это отношение освещенности внутри помещения к освещенности снаружи на горизонтальной плоскости, выраженное в процентах:

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

где  $E_{\text{вн}}$  – освещенность в помещении;  
 $E_{\text{нар}}$  – освещенность вне помещения.

Единицей принятой за меру освещенности принято считать – 1 люкс (лк), для определения освещенности пользуются люксметром.

*Люксметр Ю-116* (рис. 23) состоит из измерителя люксметра и отдельного фотоэлемента с насадками. Прибор магнитоэлектрической системы имеет две шкалы: 0-100 и 0-30. На каждой шкале точками отмечено начало диапазона измерений: на шкале 0-100 точка находится над отметкой 20, на шкале 0-30 точка находится над отметкой 5. Прибор имеет корректор для установки стрелки в нулевое положение. На боковой стенке корпуса измерителя расположена вилка для присоединения селенового фотоэлемента. Для уменьшения косинусной погрешности применяется насадка на фотоэлемент, состоящая из полусферы, выполненной из белой светорассеивающей пластмассы, и непрозрачного пластмассового кольца, имеющего сложный профиль. Насадка обозначена буквой К, нанесенной на ее внутреннюю сторону. Эта насадка применяется не самостоятельно, а совместно с одной из трех других насадок, имеющих обозначение М, Р, Т.

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

### Методика измерения люксметром

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

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

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

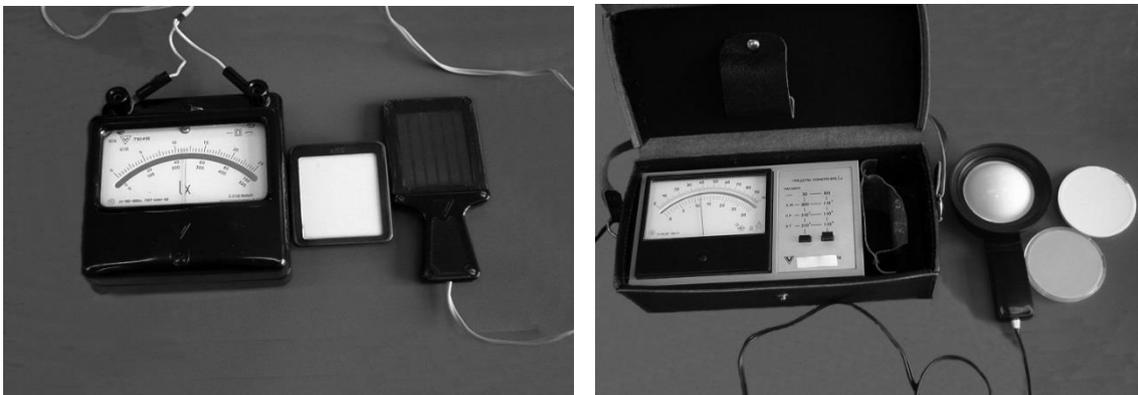


Рис. 23. Люксметры Ю-16 и Ю-116

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

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

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

Значение оптимального коэффициента естественной освещенности следует принимать от 0,35 до 2,0%

Люксметр «ТКА-ЛЮКС» - предназначен для измерения освещенности (Е, лк) в видимой области спектра 380 – 760 нм, создаваемой искусственными или естественными источниками, расположенными произвольно относительно приемника. Область применения санитарный и технический надзор в жилых и производственных помещениях, музеях, библиотеках, архивах; аттестация рабочих мест и другие сферы деятельности (рис. 24).



Рис. 24. Люксметр «ТКА-Люкс»

Технические характеристики

Диапазон измерений освещенности от 1 до 200000 лк.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения освещенности  $\pm 6\%$ .

Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерения

освещенности, вызванные пространственной характеристикой

фотометрической головки люксметра при углах 5, 15, 30, 60° соответственно  $\pm 0,5$ ;  $\pm 1,0$ ;  $\pm 5,0$ ;  $\pm 15,0$  %.

Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерения освещенности, вызванные изменением температуры окружающего воздуха,  $\pm 3$  % на каждые 10 °С.

Время непрерывной работы прибора не менее 8 ч.

Питание прибора – 9,0-2,0 В (батарея типа «Крона»).

Ток потребления не более 1,5 мА.

Габаритные размеры прибора, мм, не более: – измерительного блока - (155x77x40) мм; – фотометрической головки - (Ø36x22) мм.

Масса прибора с источником питания не более 0,45 кг.

Средняя наработка на отказ (при  $P=0,8$ ) не менее 2000 часов.

Принцип работы прибора заключается в преобразовании фотоприемным устройством излучения в электрический сигнал с последующей цифровой индикацией числовых значений освещенности в лк. Конструктивно прибор состоит из фотометрической головки и блока обработки сигналов, связанных между собой многожильным гибким кабелем. Органы управления режимами работы и жидкокристаллический индикатор расположены на блоке обработки сигналов. Отсчетным устройством прибора является жидкокристаллический индикатор, на табло которого при измерениях индицируются числа от 0 до 1999 с плавающей запятой.

#### **Порядок работы с люксметром «ТКА – ЛЮКС»**

Включите прибор, повернув переключатель диапазонов.

Определите значение темнового сигнала  $E_{тс}$ , лк, при всех положениях переключателя, закрыв входное окно фотометрической головки, плотным ворсистым черным материалом.

*Примечание: Измерение темнового тока актуально при работе в диапазонах “до 20,00 лк” и “20,0...200,0 лк”.*

Расположите фотометрическую головку прибора параллельно плоскости измеряемого объекта. Проследите за тем, чтобы на окно фотоприемника не падала тень от оператора, производящего измерение, а также тень от временно находящихся - б - посторонних предметов.

Считайте с цифрового индикатора измеренное значение освещенности  $E_{изм.}$ , лк

Рассчитайте истинную освещенность  $E$ , лк, по формуле:

$$E = E_{\text{изм.}} - E_{\text{тс.}}$$

В случае появления на индикаторе символа « 1 . . . », означающего перегрузку по входному сигналу, переключите прибор на следующий диапазон измерения.

Выключите прибор, повернув переключатель в положение «ВЫКЛ».

### Определение искусственной освещенности

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

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

где  $n$  – количество ламп накаливания;

$N$  – мощность ламп, Вт;

$S_{\text{пола}}$  – площадь пола, м<sup>2</sup>.

Указанный коэффициент означает количество люксов, которое даёт удельная мощность, равная 1 ватту на 1 м<sup>2</sup> (табл. 7).

*Таблица 7.*

Значение коэффициента «е».

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

Нормы искусственной освещенности на уровне кормушек – от 20 до 300 лк.

## Работа 6. Определение пылевой загрязненности воздуха животноводческих помещений

Вопросы для подготовки к занятию

1. Дайте классификацию механических примесей воздуха.
2. Охарактеризуйте виды действия пыли. Какие болезни может вызвать пыль?
3. Перечислите меры борьбы с пылевой загрязненностью.

В воздухе животноводческих помещений всегда содержатся механически взвешенные частицы, которые образуют пыль. Количество пыли и ее состав зависят от вида и качества подстилки, типа кормления, чистки животных и т. д. В зависимости от происхождения различают пыль неорганическую (мельчайшие частицы почвы) и органическую (частицы кормов, навоза, кожного покрова). Различают частицы пыли от 0,1 до 100 мкм. От размера, количества, формы частиц пыли зависит длительность их нахождения в воздухе и степень отрицательного влияния на организм животного. Для животных наиболее опасна пыль с частицами размером от 0,2 до 0,5 мкм, так как она легко проникает и оседает в легких, а более крупные частицы пыли задерживаются в верхних дыхательных путях. Кроме того, пыль поглощает значительную часть ультрафиолетовых лучей, а оседая на поверхность светильников, окон, снижает освещенность помещений.

В настоящее время для определения уровня пылевой обсемененности животноводческих помещений и птичников используются:

### **1. Весовой способ определения пыли (гравиметрический)**

Этот метод основан на определении весового количества пыли, выделенной тем или иным способом из воздуха. На аналитических весах взвешивают фильтр с точностью до сотых долей миллиграмма и вставляют его в воронку Аллонжи. На месте исследования соединяют воронку с аспиратором и через фильтр пропускают от 100 до 1000 л воздуха в зависимости от степени его запыленности. После этого фильтр извлекают из воронки Аллонжи и снова взвешивают. По разнице в весе фильтра до и после пропускания через него воздуха определяют количество пыли во взятом объеме воздуха.

## 2. Осаждение пыли на липкие поверхности

В чашки наливают липкую массу, состоящую из канифоли (25,0 г), асфальтового лака (75,0 г) и ксилола, оставляют их открытыми на 10 мин. Подсчет пылинок производят под малым увеличением микроскопа, пользуясь, объектив микрометром. Из среднего числа пылинок на одно поле зрения устанавливают их число на 1 см<sup>2</sup>. Объем воздуха при этом не учитывается.

## 3. Оптические и фотометрические методы определения пыли

В последнее время для определения количества пыли в воздухе используются различные приборы. Наиболее точным является поточный ультрамикроскоп ВДК-4, который позволяет определить не только количество частиц в единице объема, но и дисперсность аэрозоля. Принцип действия данного прибора основан на регистрации числа коротких вспышек, возникающих в момент просасывания аэрозоля через кювету, ярко освещенную светом.

В настоящее время уровень запыленности воздуха можно контролировать *измерителем концентрации взвешенных частиц – ИКВЧ* (рис. 25). Приборы выполняются как в портативном, так и в стационарном варианте.

**Нормативы:** содержание пыли в животноводческих и птицеводческих помещениях: 0,5-4 мг пыли на м<sup>3</sup> и 3-8 мг на м<sup>3</sup>



Рис. 25. Измеритель концентрации взвешенных частиц ИКВЧ

## Работа 7. Определение бактериальной обсемененности воздуха животноводческих помещений

Вопросы для подготовки к

занятию

1. Каково значение бактериальной обсемененности воздуха животноводческих помещений?

2. Перечислите меры борьбы с бактериальной обсемененностью воздуха в животноводческих помещениях.

В состав воздуха животноводческих и птицеводческих помещений могут входить различные микроорганизмы. Поскольку пыль помещений в основном органического происхождения, она служит питательной средой для бактерий, спор, плесневых грибов. В атмосферном воздухе значительная часть микроорганизмов гибнет под действием солнечных лучей, атмосферных осадков, а в животноводческих помещениях они могут сохраняться длительное время и, перемещаясь, распространять инфекционные заболевания. Бактериальное загрязнение воздуха особо опасно для крупных животноводческих комплексов.

Для определения количества и качества микроорганизмов в воздухе пользуются методами, в основу которых положены принципы: **оседание (седиментация)** и при этом можно получить общее представление о встречающихся в воздухе микроорганизмах **или засасывание (аспирация)**, позволяют определять не только качественное, но и количественное содержание микроорганизмов в определенном объеме воздуха.

#### **Седиментационный метод**

Самым простым, но наименее точным является метод, основанный на самопроизвольном осаждении микробов из воздуха на чашки Петри с питательной средой (обычно с мясопептонным агаром). Открытые чашки расставляют в нескольких местах помещения и оставляют открытыми на 3-5 мин в зависимости от предполагаемой степени микробного загрязнения воздуха. Затем чашки закрывают крышками и выдерживают в термостате в течение 24 ч при температуре 37° и 24 ч при комнатной температуре, после чего подсчитывают количество выросших колоний на всей площади чашки Петри. Счет колоний в чашке производят с помощью лупы. Для лучшей видимости счет колоний производят на темном фоне,

чашку помещают дном кверху. Каждую колонию отмечают на дне чашки чернилами или тушью.

Для определения количества выросших колоний на  $1 \text{ см}^2$  необходимо знать внутренний диаметр чашки Петри и исходя из этой величины, высчитать площадь круга (поверхности среды). Обычно диаметр ее бывает равен 8,5-10,5 см. При диаметре 10 см площадь чашки будет равна  $3,15 \cdot 52 = 78,5 \text{ см}^2$ .



Рис. 26. Прибор Ю.А. Кротова

Подсчитанное число колоний делят на площадь чашки в квадратных сантиметрах и узнают количество колоний, осевших из воздуха на  $1 \text{ см}^2$  поверхности среды. Известно, что на площадь  $100 \text{ см}^2$  агара чашки Петри оседает за 5 мин примерно столько микробов, сколько их содержится в 10 л воздуха. Путем пересчета можно установить и содержание микроорганизмов в  $1 \text{ м}^3$ .

### Аспирационные методы

Принцип таких методов заключается в аспирации воздуха через специальные поглотители с последующим высеванием абсорбента на питательные среды или путем направления потока воздуха непосредственно на поверхность питательной среды.

Прибор Ю.А. Кротова является одним из лучших для проведения бактериологического анализа воздуха (рис. 26). Прибор позволяет проводить анализ воздуха с учетом числа микробов, находящихся в  $1 \text{ м}^3$  воздуха.

В основу действия прибора положен принцип удара воздуха о поверхность питательной среды. Прибор Кротова представляет собой

цилиндр, закрываемый сверху съёмной крышкой. На основании прибора установлен электрический мотор, на оси которого укреплен центробежный вентилятор, обеспечивающий аспирацию воздуха и вращение столика с чашкой Петри. Центровку и фиксацию чашки Петри осуществляют при помощи трех пружин. В крышку прибора вложен прозрачный диск из плексигласа с клиновидной щелью. Проходя через щель с большой линейной скоростью, воздух ударяется о поверхность питательной среды в чашке Петри, на эту среду осаждаются взвешенные в воздухе микроорганизмы. Вследствие вращения чашки посев микробов происходит по всей поверхности питательной среды равномерно. Количество пропускаемого воздуха (в литрах) учитывается с помощью ротаметра.

Точки исследования выбираются по горизонтали: в начале помещения (3-5 м от торцевой стены, в зависимости от длины здания) середине и в конце помещения (3-5 м от противоположной стены). Эти точки должны располагаться по диагональной линии – от одного угла помещения до противоположного. В каждой точке, кроме этого, исследования проводятся на различных по вертикали уровнях: на уровне лежания, на уровне стояния животных и 60 см от потолка. В птицеводческих помещениях исследования проводятся на различных уровнях клеточных батарей (первый ярус, средний ярус, верхний ярус батарей). Таким образом, в одном помещении исследования проводятся минимально в девяти точках. Затем выводятся средние данные, которые будут свидетельствовать с степени бактериальной обсемененности воздуха данного помещения.

Пример: через аппарат Кротова в течение 4 мин со скоростью 30 л/мин было пропущено 120 л воздуха. Через 48 часов выросли 300 колоний.

120 л – 300 колоний

1000 л – x

$$X = 300 \times 1000 / 120 = 2500 \text{ микроорганизмов.}$$

Следовательно, в 1 м<sup>3</sup> воздуха содержится 2500 микроорганизмов.

**Пылевая и бактериальная обсемененность воздуха** – санитарный показатель воздушной среды, выражаемый числом микроорганизмов в 1 м<sup>3</sup> воздуха помещения.

**Нормативы:** содержание микроорганизмов в животноводческих и птицеводческих помещениях: от 20 до 100000 м<sup>3</sup> и 120 до 220000 м<sup>3</sup> соответственно.

## **Работа 8. Определение уровня шума в животноводческих помещениях**

Вопросы для подготовки к занятию

1. Что такое шум? Дайте характеристику и классификацию шумов.
2. Каково влияние шумов разной интенсивности и продолжительности на организм животных?
3. Перечислите мероприятия по снижению уровня шума в животноводческих помещениях.
4. Что такое инфразвук и ультразвук, дайте им характеристику. Какое влияние они оказывают на организм животных?

Шум представляет собой сочетание звуков в диапазоне частот от 16 до 20000 Гц. К физическим свойствам шума относят: звуковое давление, уровень, частоту, звуковую энергию и ее плотность.

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

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

Для характеристики интенсивности шума принята измерительная система, учитывающая приближенную логарифмическую зависимость между раздражением и слуховым восприятием, – шкала бел. Логарифмическая единица, отражающая десятикратную степень увеличения интенсивности одного звука над уровнем другого, называется в акустике белом (Б). Для удобства обычно пользуются децибелом.

Для измерения уровня шума применяют *шумомеры* различных видов (Ш-63; Ш-3М; Ш-71; ШМ-1; ИШВ-1). Принцип их работы

состоит в преобразовании с помощью микрофона звуковых колебаний в электрический ток.

*Шумомер Ш-63* (рис. 27) позволяет измерять уровни шума от 30 до 140 дБ в диапазоне частот 40-10 000 Гц.

На лицевой панели прибора расположены: 1 – микрофон, закрепленный на стойке 2, которая имеет шарнирное сочленение 10, позволяющее ориентировать микрофон в направлении источника шума; 3 – шкала стрелочного индикаторного прибора; 4 – переключатель временных характеристик контроля напряжения батарей и работы преобразователя; 5 – переключатель частотных характеристик А, В, С; 6 – переключатель уровней чувствительности от 30 до 130 дБ; 7 – гнезда «Выход» для подключения анализирующих устройств; 8 – гнездо «Фильтр» для подключения регулятора чувствительности; 9 – гнездо «Фильтр» для подключения внешних фильтров. Питание схемы прибора осуществляется за счет батареек напряжением 1,5 В, которые расположены на нижней стороне корпуса шумомера.

В комплекте к шумомеру прилагается калибратор для периодической проверки показаний прибора и соединительный кабель со струбциной, позволяющий выносить микрофон на необходимое

расстояние. Шкала индикаторного прибора градуирована от -5 до +10 дБ.

### Методика измерения шума

#### Переключатель

частотных характеристик устанавливается в положении А при измерении уровней шума от 30 до 55 дБ, в положении В – от 55 до 85 дБ и

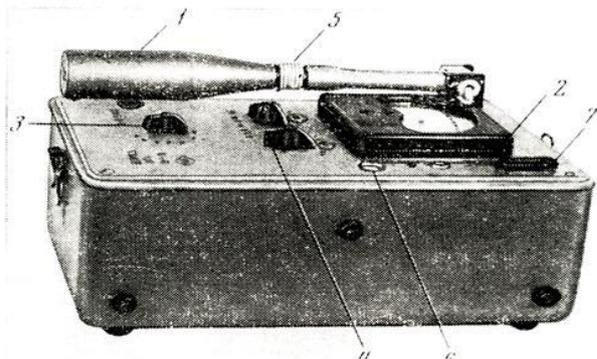


Рис. 27. Шумомер Ш-63

в положении С – от 85 до 130 дБ.

При установке переключателя временных характеристик в положение «Бат» проверяют достаточность напряжения, создаваемого батареями. В положении «Пр-ль» (преобразователь) регулируется прибор. В положении «0,5» переключатель устанавливают при

измерении усредненного уровня шума за время 0,5 с. Во всех остальных случаях применяется постоянная времени «0,2».

С помощью переключателя уровней чувствительности изменяют диапазон измеряемых интенсивностей шума от 30 до 130 дБ.

### **Порядок работы с шумомером**

Переключатель контроля устанавливают в положение «Бат», стойку микрофона – в одно из фиксированных положений (вертикальное или горизонтальное), при этом включается питание прибора. Стрелка индикатора должна находиться в пределах красного сектора шкалы. Если стрелка не доходит до этого сектора, то необходимо заменить батареи. Переключатель контроля переводят в положение «Пр-ль», при этом стрелка индикатора должна установиться на черной метке шкалы. В противоположном случае извлекают резиновую пробку на боковой стенке корпуса прибора и, вращая отверткой регулятор потенциометра от правого положения упора (минимум напряжения) против часовой стрелки, устанавливают стрелку индикатора на черную метку. После окончания регулировки отверстие следует закрыть пробкой.

Приступая к измерениям, переключатель временных характеристик устанавливают в положение «0,2», переключатель частотных характеристик – в положение А, переключатель уровней чувствительности – против цифры 130 дБ и отмечают колебания стрелки прибора.

Если стрелка не отклоняется, то переключатель вращают в сторону более низких уровней (120,110,100 и т. д.) до тех пор, пока стрелка прибора не покажет отклонения от 0 до 10 дБ.

Показания уровней шума слагаются из цифр, соответствующих показанию стрелки прибора и положению стрелки прибора переключателя диапазона чувствительности. Например, положение переключателя диапазона чувствительности – 0 дБ, показания стрелки прибора – +5 дБ. Общий уровень шума составляет  $70 + 5 = 75$  дБ.

После измерения микрофонную стойку опускают на верхнюю панель прибора, при этом питание шумомера отключается.

Данные по измерению интенсивности шума дополняются исследованиями частотного состава шума.

Гигиеническая оценка интенсивности шума дается только после исследования его частотного состава (спектра), который определяют с помощью анализаторов спектра. В зависимости от вида анализатора определяют частотный состав шума в пределах октав или части их.

Наиболее широкое применение нашел третьооктавный анализатор шума АШ-2М.

Шумоанализатор АШ-2М (рис. 28) дает возможность установить не абсолютные уровни интенсивности шума в октавных полосах, а их соотношение. С его помощью могут быть определены полоса частот с максимальной энергией и на сколько децибел (дБ) интенсивность шумов в отдельных полосах ниже максимальной. Анализатор спектра шума АШ-2М используется в комплекте с шумомером.

На лицевой панели анализатора расположены: 1 – измерительный стрелочный прибор; 2 – шкала средних частот фильтров; 3 – ручка переключателя фильтра R; 4 – ручка переключателя С; 5 – ручка регулятора «Усиление»; 6 – колодка переключателя напряжения; 7 – держатель предохранителя; 8 – тумблер включения питания; 9 – сетевой шнур питания; 10 – гнездо с надписью «Вход»; 11 – гнездо с надписью «Выход».

На шкале измерительного стрелочного прибора максимальное значение обозначено 0 дБ (правее находятся еще два деления +2),



Рис. 28. Анализатор спектра шума АШ-2М

меньшие показания идут со знаком минус: от —5 до —30 дБ. При включении тумблера 8 на шкале «средние частоты фильтров» освещается одна из клеток. С помощью регулятора R 3 переключают фильтры по горизонтали, регулятора С 4 – по вертикали, вращением ручки регулятора «Усиление» 5 усиливают или ослабляют величину входного сигнала. Гнездо «Вход» 10 предназначено для соединения

анализатора с шумомером. Гнездо «Выход» 11 используют для присоединения самописцев осциллографов. Шумомер и анализатор устанавливают вблизи от источника шума на расстоянии 20 – 30 см один от другого, снимают крышку анализатора и извлекают

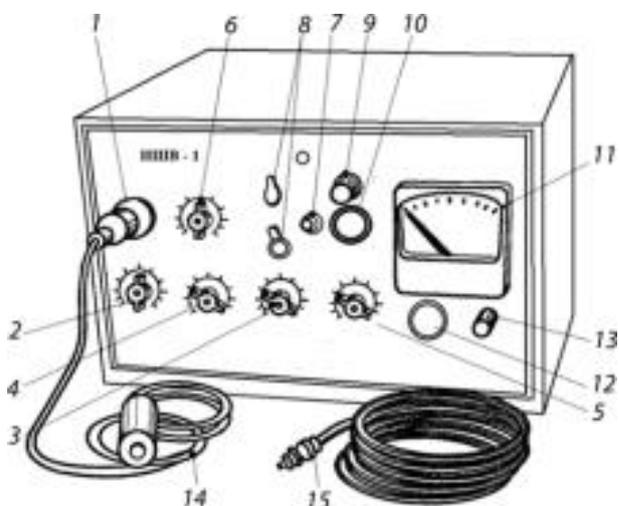


Рис. 29. Прибор для измерения шума и вибрации ИШВ-1

соединительный кабель и шнур питания.

В выходные гнезда шумомера вставляют вилку соединительного кабеля, штекер в гнездо «Вход» анализатора. Стрелку на колодке переключателя напряжения устанавливают против отметки «110 В» или «220 В» в зависимости от напряжения в сети. Затем включают прибор в сеть, переводят тумблер 8 в

положение «Вкл.» и вращением ручек R и C против часовой стрелки устанавливают первую полосу пропускания (на шкале средних частот фильтров освещается квадрат с цифрой 40). Через 1-5 мин приступают к измерениям. Включают шумомер и вращением ручек R и C проходят последовательно весь частотный диапазон. Замечают полосу, где стрелка выходного прибора максимально отклоняется вправо, возвращаются к этой полосе и регулятором усиления устанавливают стрелку прибора на 0. Затем, начиная с частоты 40 Гц, вновь проходят все фильтры и каждый раз записывают показатели стрелочного прибора.

По окончании измерения вращением ручек R и C против часовой стрелки возвращают в исходное положение (освещается клетка шкалы 40), выключают питание шумомера и анализатора, колодку переключателя напряжения ставят в положение «220 В». Анализатор отсоединяют от сети и шумомера, кабель с вилкой и штекером укладывают в крышку, присоединяют ее к корпусу, укладывают шнур и анализатор закрывают.

*Измеритель шума и вибрации ИШВ-1* (рис. 29). Прибор предназначен для измерения интенсивности шума и анализа их спектра.

На панели прибора имеется вход 1 для подключения микрофона при измерении шума или виброприемника при измерении вибрации; переключатели 2 и 3 пределов измерения «Дец.1» и «Дец.2», первый градуирован от 30 до 90 дБ, второй – от 0 до 40 дБ; переключатель рода измерения 4, положения которого «А», «Б» и «С» определяют шкалу, предназначенную для измерения шума, «Лин.» – для измерения вибрации, «Фильтры» – для определения уровней звука или вибрации в октавных полосах, переключатель рода работы 5, который устанавливается в положение «Контр.» при проверке питания, «Быстро» — при измерении стабильного шума, «Медленно» – при измерении прерывистого и импульсного шума, переключатель октавных полос фильтра 6 со сред негеометрическими частотами 16, 32, 63, 125, 250, 1000, 2000, 4000, 8000 и 1600 Гц, тумблер переключателя работы на микрофон или на виброприемник 7, гнездо со шлицами 8 для калибровки прибора, индикатор питания Р, гнездо для переключения системы электрической калибровки прибора 10, стрелочный индикатор 11, выход 12 для подключения магнитофона или осциллографа, клемма заземления 13, микрофон 14, датчик вибрации 15.

### **Порядок работы с прибором.**

К разъему «Вход» 1 подключают микрофон и переключателем 5 включают питание, устанавливая его в положение «Контр.». При этом стрелка индикатора 11 устанавливается на шкале стрелочного прибора против сектора «Батарея», а индикаторная лампа 9 начинает мигать. Тумблер 7 ставят в положение «Микрофон». Переключатели 2 и 3 должны находиться в крайнем правом положении соответственно против цифр 90 и 40. Для измерения уровня шума микрофон устанавливают в месте измерения, а переключатель 5 – в положение, зависящее от характера измеряемого шума: при измерении широкополосного стабильного шума его ставят в положение «Быстро», при измерении тонального или импульсного шума – в положение «Медленно». Переключатель 4 устанавливают в зависимости от цели измерения: при необходимости измерить общий уровень звукового давления его устанавливают в положение «С» (суммарный уровень), при измерении спектрального состава шума (вибрации) – в положение «Фильтры», при измерении суммарного

уровня звукового давления – в положение «А», отмечают и записывают показания стрелки индикатора и положение переключателей 2 и 3.

Если стрелка индикатора не смешается, то переключатель 3 следует последовательно переводить в положение 30; 20; 10; 0 до тех пор, пока стрелка индикатора не даст показания. Если при крайнем левом положении переключателя 3 стрелка индикатора все же не отклонится, то подобным же образом последовательно следует устанавливать переключатель 2 в положения 80, 70 и т. д., пока стрелка не даст показания. Результат измерения складывается из суммы показаний переключателей 2, 3 и стрелки индикатора.

**Пример.** Стрелка индикатора установилась на делении 7, переключатель 2 находился в положении 80, а переключатель 3 – в положении 0. Следовательно, уровень измеряемого звукового давления равен  $70 + 5 = 75$  дБ.



Рис. 30. Шумомер testo 816

*Шумомер testo 816* - это шумомер с функцией измерения уровня звука диапазоны 30-80дБ, 50-100дБ и 80-130дБ, автоматическим диапазоном переключение, двумя измерениями по времени, двумя измерениями по частоте, подсветкой дисплея.

#### **Порядок работы с прибором.**

Включение/выключение. Включить счетчик:  нажмите

- Все сегменты загораются на короткое время, и счетчик



переключается на режим измерения (диапазон измерения 50-100 дБ).  
Выключить счетчик: нажмите

Время измерения (взвешивание по времени) устанавливается нажатием FAST/SLOW.

Диапазоны "Медленный" с временным взвешиванием 1 с и "Быстрый" с доступным взвешиванием времени в 125 мс. Входящие звуковые сигналы интегрируются в течение периода времени от 1 с или 125 мс соответственно. Когда установлен параметр "Fast", скорость отображения показаний увеличивается до приблизительно 5-6 скоростей измерений в секунду. "Медленное" время взвешивание выбрано для шумов, сигналы которых изменяются только медленно например, машины, копировальные аппараты, принтеры и т. д. Выберите "Быстрый" режим для измерения внезапных изменений уровня звука (например, в здании машины).

Кондиционер: Доступны значения частот "А" и "С". Частота взвешивание А используется для стандартных измерений уровня звука. Это взвешивание соответствует звуковому давлению, ощущаемому человеком. ear, также называемый "уровень звука с компенсацией звука". Если необходимо оценить уровни низких частот звука, используется взвешивание С. Если отображаемое значение значительно выше во время взвешивания С, чем во время взвешивания А, то уровень относится к высокочастотному шуму.

Уровень: Измеритель уровня звука testo 816 охватывает диапазон от 30 до 130 дБ. Диапазоны измерений от 30 до 80, от 50 до 100 и от 80 до 130 дБ. Доступны также функция автоматического определения дальности действия. Счетчик находится в среднем диапазоне измерений от 50 до 100 дБ при первом переключении вкл. Диапазон измерений каждый раз переключается на более высокий уровень при нажатии кнопки "УРОВЕНЬ": 50...100 дБ. Вы можете снова переключиться в самый низкий диапазон от 30 до 80 дБ из режима автоматического определения дальности.

Функция удержания макс./мин. Используйте функция."Max" появляется на дисплее при нажатии кнопки "Max/Min". В этом режиме счетчик показывает максимальное значение уровня звука с момента установки максимального режима. На дисплее значение только обновляется, если оно выше, чем ранее отображенное

значение. Счетчик переходит в режим минимального удержания, когда кнопка "Max/Min" снова активируется. На дисплее появляется "Min".

Отображение обновляется только в том случае, если уровень звука ниже отображаемого значения. Макс/Мин мигает на дисплее, если "Макс/Мин" кнопка снова активируется. Отображается текущее значение, и в этом режиме сохраняется максимальное или минимальное значение. Максимальное или минимальное значение отображается при повторной активации "Max Min". Кнопку "Max Min" необходимо удерживать нажатой в течение двух секунд для выхода из режима Max Min.

Функция автоматического выключения. При включении счетчик находится в режиме автоматического выключения (Auto. Функция отключения). Счетчик автоматически выключается через 30 минут, если за это время ни одна кнопка не активировалась. Эта функция обозначается часами на дисплее. Вы можете отключить эту функцию, сохраняя измерения. В этом случае символ часов не отображается на дисплее.

## **Работа 9. Определение газовой загрязненности воздуха**

Вопросы для подготовки к занятию

1. Какой газовый состав имеет нижний слой атмосферы?
2. Дайте характеристику кислорода, его значение для жизнедеятельности организма. Как влияет изменение парциального давления на здоровье животных?
3. Дайте характеристику углекислого газа, его значение для жизнедеятельности организма. Какое влияние оказывает разная концентрация углекислого газа на организм животных? ПДК  $\text{CO}_2$ .
4. Дайте характеристику угарного газа. Какое влияние он оказывает на организм животных? ПДК  $\text{CO}$ .
5. Дайте характеристику аммиака. Какое влияние он оказывает на организм животных? ПДК  $\text{NH}_3$ .

6. Дайте характеристику сероводорода. Какое влияние он оказывает на организм животных? ПДК  $H_2S$ .

7. Перечислите меры борьбы с загазованностью животноводческих помещений.

### Углекислота

**Углекислота ( $CO_2$ )** – газ без цвета и запаха. Один миллиграмм углекислоты при нормальных условиях ( $t=0^\circ$  и  $D = 760$  мм рт. ст.) занимает объем 0,509 мл. Основным источником углекислоты в помещениях для животных является выдыхаемый воздух.

По нормативам допустимое содержание  $CO_2$  в помещениях для сельскохозяйственных животных 0,25 – 0,3% или 2,5-3 литра на  $1\text{ м}^3$  воздуха (4911,51 -5893,91 мг/ $\text{м}^3$ ).

Существуют несколько методов определения углекислого газа в воздухе: объемные методы – содержание  $CO_2$  определяется при помощи газоанализаторов Холдена, Кудрявцева, Калмыкова; титрометрические методы Субботина-Нагорского и Гесса; сравнительный метод Прохорова.

Принцип пирометрических методов состоит в том, что диоксид углерода, содержащийся в определённом объёме воздуха, связывается едкой щёлочью – гидроксидом бария ( $Ba(OH)_2$ ). Концентрация едкого бария при этом меняется и по разности титров поглощающего раствора до и после поглощения  $CO_2$  определяется количество углекислоты во взятом для исследования объеме воздуха.

Метод Д.В. Прохорова может быть использован как экспресс метод, основанный на сравнительном исследовании воздуха помещений и воздуха наружной атмосферы, в котором содержание  $CO_2$  сохраняется на уровне 0,03-0,04%.

### Определение углекислого газа методом Гесса

Для ускорения определения  $CO_2$  в воздухе животноводческих помещений можно пользоваться методом Гесса.

#### Приборы и оборудование

Необходимые для проведения этого метода:

1) круглая плоскодонная калиброванная колба емкостью около 1 л с пробкой;

- 2) химический стакан или колба ёмкостью 50 мл;
- 3) две бюретки объёмом 25 — 50 мл и штатив или две пипетки объёмом 10 мл;
- 4) шары Ричардсона, кожаные меха или насос (велосипедный, мотоциклетный, автомобильный) для отбора проб воздуха;
- 5) термометр;
- 6) барометр.

#### Реактивы:

- 1) Титрованный раствор едкого бария, 1 мл которого может связать 1 мг  $\text{CO}_2$ ;
- 2) Титрованный раствор щавелевой кислоты, 1 мл которого соответствует 1 мг  $\text{CO}_2$ ;
- 3) Индикатор – 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина, который с раствором щелочи дает интенсивный красный цвет; при малейшем же избытке кислоты красный цвет исчезает.

#### Порядок действий:

- 1) Установление первого титра баритового раствора;
- 2) Отбор пробы исследуемого воздуха в колбу;
- 3) Поглощение баритовым раствором углекислого газа из исследуемого воздуха, находящегося в бутылки;
- 4) Определение титра баритового раствора после поглощения углекислого газа;
- 5) Вычисление полученных результатов.

#### Ход определения

1) Определить титр исходного раствора едкого бария. Для этого в колбу, емкостью 50 мл (стакан для титрования) налить 10 мл раствора едкого бария, добавить 1-2 капли индикатора и титровать раствором щавелевой кислоты до исчезновения окраски. Количество щавелевой кислоты, пошедшее на титрование, разделить на объем раствора бария. Например, на титрование 10 мл едкого бария пошло 9,5 мл раствора щавелевой кислоты, значит, титр раствора едкого бария равен 0,95 ( $9,5/10 = 0,95$ ).

2) Калиброванную колбу емкостью 1 литр заполнить исследуемым воздухом путем накачивания шарами Ричардсона в течение 1,5 минут. Налить в нее из бюретки 10 мл раствора едкого бария, закрыть

пробкой и проводить поглощение  $\text{CO}_2$ , активно перемешивая содержимое колбы в течение 10-15 минут.

3) Убрать из горловины колбы пробку и закрыть ее листом бумаги с отверстием посередине. Добавить в колбу 1-2 капли 1% раствора фенолфталеина и титровать раствором щавелевой кислоты до обесцвечивания раствора. При этом надо следить, чтобы раствор щавелевой кислоты попадал непосредственно в раствор едкого бария, а не на стенки колбы.

4) Рассчитать концентрацию углекислоты. Для этого из 10 мл  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  вычесть количество щавелевой кислоты, пошедшей на титрование. Разность умножить на титр исходного раствора едкого бария. Полученная величина показывает количество  $\text{CO}_2$  в пробе воздуха в миллиграммах. Перевести вес  $\text{CO}_2$  в объем, учитывая, что 1 мг ее при нормальных условиях занимает  $0,509 \text{ см}^3$ . Привести объем пробы воздуха к нормальным условиям, используя формулу Бойля-Мариотта и Гей – Люссака и вычитая из объема колбы 10 мл (количество влитого в колбу раствора едкого бария).

Пример расчета: титр раствора едкого бария равен 0,95. На титрование 10 мл такого раствора после поглощения  $\text{CO}_2$  было израсходовано 7,3 мл раствора щавелевой кислоты. Следовательно, в исследуемой пробе воздуха содержится 2,565 мг  $\text{CO}_2$ . Объем углекислоты будет равен:

$$2,565 \text{ мг } \text{CO}_2 \times 0,509 \text{ см}^3 = 1,31 \text{ см}^3.$$

Затем объем взятой пробы воздуха в количестве 1250 мл приводим к нормальным условиям по формуле:

$$V_{760}^{\circ} = \frac{(V_t - 10) \times B}{(1 + \alpha t) \times 760} = \frac{(1250 - 10) \times 752}{(1 + 0,03663 \times 18) \times 760} = 1151,1 \text{ см}^3$$

Процентное содержание углекислого газа рассчитаем по пропорции:

$$1151,1 \text{ см}^3 - 100\%$$

$$1,31 \text{ см}^3 \text{CO}_2 - X$$

$$X = \frac{1,31 \times 100}{1151,1} = 0,11\% \text{CO}_2$$

## Количественное определение углекислоты методом Субботина – Нагорского

Способ определения содержания углекислоты основан на поглощении ее в определенном объеме исследуемого воздуха раствором щелочи  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  с образованием углекислого бария –  $\text{BaCO}_3$ . По разнице титров щелочи до и после поглощения, определяется количество углекислоты.

### Приборы и оборудование:

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

### Реактивы:

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

10. Титрованный раствор щавелевой кислоты –  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ , 1 мл которой эквивалентен 1 мг  $\text{CO}_2$  (2,864 г кристаллической щавелевой кислоты на 1 л дистиллированной воды).

11. Индикатор – 1% спиртовой раствор фенолфталеина

### Ход анализа:

1. Взятие пробы исследуемого воздуха и поглощение в ней углекислоты

2. Отбор пробы воздуха делается в середине помещения в бутылку при помощи воздушного насоса. Для этого делается 10 – 12 качаний насоса, после чего бутылка с помощью большой резиновой пробки соединяется с малым флаконом, из которого переливается раствор щелочи. Бутылка встряхивается 10 минут для полного поглощения углекислоты. Затем жидкость из бутылки переливается во

флаконе, отсоединяется от бутылки, закрывается пробкой и отстаивается 1-2 часа для оседания углекислого бария.

3. Измеряется температура и барометрическое давление воздуха в помещении.

### 2. Определение первого титра рабочего раствора Ва(ОН)<sub>2</sub> до поглощения СО<sub>2</sub>

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

### 3. Определение второго титра отработанного раствора Ва(ОН)<sub>2</sub> после поглощения СО<sub>2</sub>

В бюретку осторожно насасывается из флакона отстоявшийся раствор Ва(ОН)<sub>2</sub>. Титрование 20 мл раствора кислоты раствором бария, не связавшегося с углекислотой проводится также, как и до поглощения СО<sub>2</sub>.

### 4. Вычисление результатов анализа

Пересчет титра раствора Ва(ОН)<sub>2</sub> на объем малого флакона.

Пример: на первое титрование 20 мл С<sub>2</sub>Н<sub>2</sub>О<sub>4</sub> пошло 21,4 мл рабочего раствора Ва(ОН)<sub>2</sub>. Объем флакона равен 113 мл, отсюда можно определить сколько щавелевой кислоты пойдет на нейтрализацию 113 мл Ва(ОН)<sub>2</sub>.

$$20 - 21,4$$

$$x - 113$$

$$x = \frac{20 \times 113}{21,4} = 105,6 \text{ мл С}_2\text{Н}_2\text{О}_4$$

На нейтрализацию 113 мл рабочего раствора бария в первом титре требуется 105,6 мл С<sub>2</sub>Н<sub>2</sub>О<sub>4</sub>.

Если в первом титре на 20 мл щавелевой кислоты идет больше или меньше 20 мл щелочи, тогда определяется поправка к титру щелочи (К). Для этого 20 мл С<sub>2</sub>Н<sub>2</sub>О<sub>4</sub> делится на количество Ва(ОН)<sub>2</sub>. В данном примере:  $K = 20:21,4 = 0,9$

На второе титрование в примере на 20 мл  $C_2H_2O_4$  пошло 28,2 мл отработанного раствора  $Ba(OH)_2$ , отсюда можно определить сколько щавелевой кислоты пойдет на нейтрализацию 113 мл  $Ba(OH)_2$ .

$$20 - 28,2$$

$$x - 113$$

$$x = \frac{20 \times 113}{28,3} = 80,14 \text{ мл } C_2H_2O_4$$

Для нейтрализации 113 мл отработанного раствора бария во втором титре требуется 80,14 мл  $C_2H_2O_4$ .

В приведенном примере разница титров щавелевой кислоты равна:

$$105,6 - 80,14 = 25,47 \times K = 25,47 \times 0,9 = 22,9 \text{ мл } C_2H_2O_4,$$

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

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

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

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

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

$V$  – объем бутылки в мл,

$\alpha$  – коэффициент расширения воздуха ( $1/273$  или  $0,003667$ )

$t$  – температура воздуха в  $^\circ C$ ,

$B$  – барометрическое давление в мм рт. ст.

Пример: Объем бутылки равен 5573 мл, температура воздуха  $12^\circ$ , барометрическое давление 750 мм рт. ст.

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

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

$$5267,4 - 11,7$$

100 – x

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

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

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

Принцип метода – в том, что окрашенный в розовый цвет раствор карбоната натрия ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) индикатором фенолфталеином обесцвечивается, когда весь карбонат натрия, взаимодействуя с углекислотой воздуха, превращается в гидрокарбонат натрия ( $\text{NaHCO}_3$ ), по реакции:



Порядок определения – поглощение углекислого газа проводить непосредственно в шприце емкостью 100-150 мл. Для этого в последний засасывают 20 мл щелочного раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , затем исследуемый воздух в максимально возможном количестве, для чего поршень шприца оттягивают на определенный объем. При заборе воздуха, чтобы не допустить потери жидкости, шприц поднимается кончиком вверх. Далее отверстие шприца надежно закрывают резиновым колпачком, затем энергичным встряхиванием шприца (7-8 раз) воздух приводится в контакт с поглотителем.

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

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

Затем производится расчёт по формуле:

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

где X – содержание углекислого газа в воздухе помещения, %  
 N – число порций атмосферного воздуха  
 n – число порций воздуха помещения

0,03% – среднее содержание углекислого газа в воздухе открытой атмосферы.

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

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



Рис. 31. Детектор углекислого газа ДАДЖЕТ MT8057S

Детектор углекислого газа ДАДЖЕТ – прибор для определения концентрации углекислого газа в помещениях (рис. 31).

#### Основные характеристики.

Детектор углекислого газа (далее - CO<sub>2</sub>) представляет собой

монитор концентрации CO<sub>2</sub>. О качестве воздуха в помещении информируют три светодиодных индикатора (красный, жёлтый, зелёный), в зависимости от уровня PPM (По умолчанию красный светодиодный индикатор (>1200 ppm); жёлтый светодиодный индикатор (800-1200 ppm); зелёный светодиодный индикатор (<800ppm). Ppm – количество частиц на миллион).

#### **Подготовка к эксплуатации**

1. Подключите прибор к USB-порту компьютера.
2. На запуск устройства требуется 30 секунд. В это время устройство будет прогреваться, и не будет реагировать ни на какие изменения функций и режимов.
3. Во время прогрева на ЖК-дисплее будут показаны цифры в порядке обратного отсчёта от 5 до 1.
4. Детектор определит содержание CO<sub>2</sub> в воздухе и выведет данные на экран, как только закончится прогрев. Примечание 1 Данные о температуре воздуха и содержании CO<sub>2</sub> будут отображаться по очереди.

#### **Настройка параметров**

Для того, чтобы устройство соответствовало всем вашим требованиям, советуем установить настройки пользователя. В данном устройстве имеется возможность настройки следующих параметров: ALEI, ALARM 1, ALARM 2, RcFS, 8BC.

ALEI – Установка значения высоты над уровнем моря в точке измерения.

ALARM 1 – Установка первого уровня тревоги.

ALARM 2 – Установка второго уровня тревоги.

8BC Функция автоматической калибровки датчика CO<sub>2</sub> каждые 8 дней.

RcFS – Возврат к настройкам по умолчанию и отмена пользовательских настроек.

Выбор температурной шкалы (°C/°F). Нажмите клавишу ввода ENTER для выбора шкалы измерения температур °C или °F.

Установка параметра «Высота» (ALEI). Рекомендуется установить параметры высоты над уровнем моря в точке измерения.

1.Нажмите клавишу установки параметров MODE, появится обозначение ALEI.

2.Нажмите клавишу ввода ENTER, установите значение высоты с помощью клавиши MODE (1 нажатие = 100м).

3.Нажмите клавишу ENTER снова для сохранения данных.

Настройка функции автоматической калибровки датчика CO<sub>2</sub>

1.Нажмите клавишу MODE 4 раза – появится обозначение CO<sub>2</sub> 8BC.

2.Нажмите клавишу ввода ENTER, и на ЖК – дисплее появится ON («вкл.»), нажмите клавишу MODE для выбора режима ON («вкл.») или OFF («выкл.»), ONCE («единожды»).

3.Повторно нажмите ENTER для сохранения данных.

### **Аммиак**

**Аммиак (NH<sub>3</sub>)** – бесцветный газ с едким запахом, хорошо растворим в воде. Один миллиграмм газа при нормальных условиях занимает объем 1,314 мл.

Аммиак в воздухе животноводческих помещений появляется в результате разложения азотсодержащих веществ (моча, навоз, подстилка). Он является показателем чистоты помещения. По

нормативам допустимое содержание  $\text{NH}_3$  в помещениях для сельскохозяйственных животных 0,02 мг/л или 0,025%. (0,0025%).

### Качественное определение аммиака

Соляная кислота с аммиаком дает белый туман, состоящий из паров хлористого аммония.

Смоченная водой розовая лакмусовая бумага синее при наличии аммиака.

### Количественное определение аммиака

Для определения аммиака определенный объем исследуемого воздуха пропускают через склянки Тищенко (Френкеля, Петри и др.) (рис. 32) с имеющимся в них поглощающим раствором. По разности титров поглощающего раствора до и после пропускания исследуемого воздуха определяют количество аммиака в нем.

#### Приборы и оборудование:

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

#### Реактивы

1. 0,01 н раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 1 мл которого может связать 0,17 мл или 0,2234 мл  $\text{NH}_3$  ( $0,17 \times 1,314 = 0,2234$ ).
2. 0,01 н раствор  $\text{NaOH}$
3. Индикатор – 1% раствор метилоранжа.

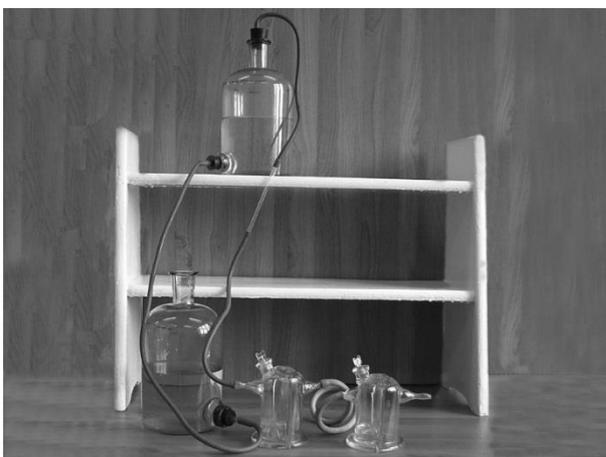


Рис. 32. Газопоглотитель.

#### Ход анализа

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

Для этого в два поглотителя наливают по 20

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

### 2. Определение первого титра рабочего раствора $H_2SO_4$ до поглощения $NH_3$

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

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

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

### 4. Вычисление результатов анализа

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

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

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

Пример: Объем пропущенного воздуха равен 65 л, температура воздуха  $10^\circ C$ , барометрическое давление 750 мм рт. ст.

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

Следовательно, в 1 л исследуемого воздуха содержится аммиака:

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

### Сероводород

**Сероводород (H<sub>2</sub>S)** – бесцветный, летучий и токсичный газ, с резким запахом тухлых яиц. Источником сероводорода в животноводческих помещениях является гниение белковых веществ, содержащих серу и кишечные выделения животных, особенно при богатом белковом кормлении и при поносах. Он может поступать в воздух из жижеборников, навозных каналов, подпольных пространств при накоплении жижи. Один мл газа при нормальных условиях занимает объем 0,6497 мл.

Предельно допустимое содержание H<sub>2</sub>S в воздухе помещений для животных 0,015 мг/л или 0,01‰ (0,0015%).

Сероводород определяется количественно, так как качественные реакции практического значения не имеют (запах этого газа ощущается уже при содержании его в воздухе в количестве 0,001-0,002%).

Содержание сероводорода определяют при помощи титрометрического (объемного) метода и с помощью универсального газоанализатора (УГ-1 и УГ-2). Принцип титрометрического метода основан на способности водного раствора йода связывать сероводород с образованием йодистоводородной кислоты.

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

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

#### Реактивы:

0,01н раствор йода, 1 мл которого может связать 0,17мг или 0,11 мл H<sub>2</sub>S (0,17 x 0,6497 = 0,11).

0,01 н раствор серноватистого натрия – Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (гипосульфита).

Индикатор – 0,5% раствор крахмала

Ход анализа:1. Взятие пробы исследуемого воздуха и поглощение сероводорода

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

2. Определение первого титра рабочего раствора йода до поглощения  $H_2S$ 

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

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

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

4. Вычисление результатов анализа

Делается по образцу вычисления результатов анализа воздуха на содержание аммиака.

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



Рис. 33. Универсальный газоанализатор УГ-2.

### **Экспресс методы определения аммиака и сероводорода**

**Универсальный газоанализатор** (рис. 33) – состоит из сильфонного насоса и набора принадлежностей для определения газов.

Действие прибора основано на свойстве индикаторных порошков изменять окраску при

просасывании газов с помощью воздухозаборного устройства – сильфона (под действием аммиака желтый порошок становится синим, а под действием сероводорода белый порошок приобретает коричневый цвет).

Концентрацию газов определяют путем сравнения по шкале длины окрашенной части индикаторного порошка после просасывания через него определенного объема воздуха.

Объем просасываемого воздуха для каждого газа отмечен на штоке прибора.

#### Порядок работы:

1. Открыть крышку сильфонного насоса.
2. Отвести палец стопорного устройства и вставить шток (металлический стержень на анализируемый газ) в направляющую втулку. Давлением руки на головку штока сжать сильфон до захода пальца стопорного устройства в верхнее фиксирующее отверстие в канавке штока. Для определения аммиака необходимо отобрать 250 см<sup>3</sup> воздуха, для определения сероводорода – 300.
3. Индикаторную трубку с порошком на анализируемый газ соединить с резиновой трубкой сильфонного насоса и открытый конец ее поместить в точку, где нужно исследовать воздух.
4. Слегка нажать на головку штока и отвести палец стопорного устройства. После фиксации пальца стопорного устройства в нижнем фиксационном отверстии на канавке штока слышен щелчок. После щелчка для полного засасывания воздуха выждать 2 – 3 минуты.
5. При определении аммиака и сероводорода объем просасываемого воздуха определяют по эталону, на который он проградуирован. Общее время одного просасывания 4 минуты при определении аммиака и 5 минут при определении сероводорода.
6. После окончания аспирации индикаторную трубку отсоединяют от резиновой и прикладывают к шкале (эталону) так, чтобы нижняя граница окрашенного столбика порошка совпала с нижним делением шкалы. Верхняя граница окрашенного столбика укажет на шкале концентрацию определяемого газа в мг/м<sup>3</sup>.

Газоанализатор работает в диапазоне температур от 10 до 30° с погрешностью ±10%.

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



Рис 34. Газоанализатор «Бинар – 1П»

Газоанализатор «Бинар – 1П» – предназначен для прямого измерения концентрации содержания вредных и загрязняющих веществ в воздухе в целях производственного, экологического и санитарногигиенического контроля (рис. 34.). Полученные измерения являются достоверной информацией о текущем качественном состоянии атмосферного воздуха, поводом для оперативного оповещения об опасных уровнях загрязнения воздуха в результате производственно-хозяйственной деятельности, природных катаклизмов, пожаров, техногенных аварий, террористических актов и других подобных явлений. Данные измерений отражают концентрацию вредных и загрязняющих веществ в технологических процессах на объектах и отходящих газов на топливно-энергетических предприятиях.

Переносной газоанализатор «Бинар-1П» одновременно измеряет концентрацию содержания вредных и загрязняющих веществ в воздухе от одного до восьми (из перечня Приложения А) компонентов и выдает звуковой сигнал при превышении предельно допустимых значений их концентрации по любому из веществ. Газоанализатор предназначен для оснащения экологических служб, служб коммунального хозяйства, служб и подразделений МЧС России, аварийных и спасательных бригад на опасных химических объектах, топливно-энергетических предприятиях и др.

### **Конструкция газоанализатора**

Конструктивно газоанализатор выполнен на основе блочно-модульного принципа построения с применением современной электронной базы с учетом возможности взаимозаменяемости. Газоанализатор состоит из следующих блоков, устройств и оборудования: Микропроцессорный блок представляет собой функционально и конструктивно законченное изделие, с прямыми и обратными связями, и предназначен для выполнения определённого набора функций: получение, хранение, обработка измеренных данных, передача, преобразование и отображение информации, сигнализация о превышении допустимых концентраций, управление. В состав микропроцессорного блока входит:

- блок газочувствительных измерительных преобразователей;
- измерительный блок, представляющий собой совокупность преобразователей сигналов в аналоговый или цифровой;
- микроконтроллер;
- ЖК индикатор, предназначен для отображения всех измеряемых и расчетных параметров, а так же для выбора функции работы газоанализатора.
- кнопка управления газоанализатором, предназначены для управления, выбора функций и включения газоанализатора.
- разъемы, применяются для подключения дополнительных устройств;
- аккумуляторная батарея;
- побудитель расхода воздуха;
- программное обеспечение.

В газоанализаторе в качестве измерительных преобразователей используются электрохимические, оптические, полупроводниковые, хемилюминесцентные, термокаталитические, комбинированные сенсоры.

Электрохимический сенсор основан на явлении протекания специфичной химической реакции (электрохимической реакции) в электрохимической ячейке, представляющей собой емкость с раствором электролита с электродами (анодом и катодом). Анализируемый газ вступает в химическую реакцию с электролитом, заполняющим ячейку. В результате в растворе возникают заряженные ионы, между электродами начинает протекать электрический ток, пропорциональный концентрации анализируемого компонента. Селективность электрохимического сенсора определяется природой материала электрода, точнее, его поверхности, а следовательно, и величиной потенциала, при котором происходят электрохимические реакции с участием анализируемого компонента.

Оптический сенсор основан на явлении поглощения (испускания) электромагнитного излучения определенной длины волны газовой средой.

Полупроводниковый сенсор основан на изменении проводимости ряда широкозонных полупроводников в присутствии различных газов. Термокаталитический сенсор основан на изменении сопротивления платиновой проволоки термокаталитического сенсора при ее нагреве за счет тепла, выделяющегося при протекании термохимической реакции горения газа или пара в присутствии катализатора.

Хемилюминесцентные сенсор основан на явлении экзотермической реакции анализируемого компонента сопровождающаяся выделением света определенной длины волны (эффект гетерогенной хемилюминесценции). Интенсивность свечения композиции зависит от концентрации анализируемого компонента в газовой смеси.

#### **Технические характеристики**

Температура окружающей среды, °С -20 до +40

Относительная влажность воздуха до (при  $t=25^{\circ}\text{C}$ ), % 93

Атмосферное давление, мм. рт. ст. 650 - 800

Электропитание: от 3-х аккумуляторов GP VD 1-2100 мАч  
максимальное выходное напряжение U: 12,4 В

Порог уровня сигнализации 1

Количество одновременно измеряемых веществ 1 – 8

Время прогрева газоанализатора, мин. не более 3

Минимальное время формирования выходного сигнала ( $\tau_{90}$ ), с,  
не более 40

Задержка срабатывания звуковой и световой сигнализации, с не  
более 3

Допустимая относительная основная погрешность, % не более  $\pm$   
20

Пределы дополнительной погрешности при воздействии  
каждого из влияющих факторов в отдельности, %, не более -  
изменение температуры окружающей среды от  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ ; -  
давление - от 650 до 800 мм рт. ст. - изменение влажности  
окружающего воздуха - от 30 до 98% при температуре  $35^{\circ}\text{C}$ . 5%

Температура анализируемой пробы,  $^{\circ}\text{C}$  -20 до +40

### **Работа переносного газоанализатора**

Перед началом работы необходимо произвести зарядку  
встроенного аккумулятора, подключив зарядное устройство к  
газоанализатору. На верхней крышке зарядного устройства  
расположен светодиод индицирующий зарядку аккумулятора.  
Красное свечение светодиода означает, что происходит зарядка  
аккумулятора. Зеленое свечение светодиода означает, что зарядка  
аккумулятора закончена. Прибор может работать от встроенного  
аккумулятора не более 10 часов при полной зарядке аккумулятора.

Порядок проведения измерений Место для проведения  
измерения должно быть легко доступным. Нажать и удерживать  
клавишу «ENTER» в течение двух секунд. При этом происходит  
включение прибора и на экране дисплея выводится информация: тип  
прибора (Газоанализатор «Бинар-1П»); текущее число, месяц, год и  
время.

Выбор требуемой функции осуществляется клавишами 0 и 3  
(выбранная функция отмечается знаком « > »). Для того чтобы  
перейти в режим измерения необходимо выбрать - >Измерение в  
функциональном меню и нажать клавишу «ENTER». Измерение

может производиться в двух режимах: текущие измерения и средние измерения. Текущие измерения - вывод на экран измеренной концентраций один раз в секунду. Средние измерения – вывод на экран среднего значения концентрации за 20 мин. рассчитывается по формуле  $C_{ср} = \sum C_i / i$  (где  $i$  – число ежесекундных замеров).

Провести измерения в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов; ПНД Ф 12.1.1-99. Методические рекомендации по отбору проб при определении концентраций вредных веществ (газов и паров) в выбросах промышленных предприятий; РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. М., 1991.

Если концентрация измеряемого вещества превысит значение установленного порога, то на экране дисплея появится «\*» (предупредительный) и будет сопровождаться звуковым сигналом. При превышении концентрации газа установленной шкалы измерения каждого из компонентов на экране дисплея высветится «-----». O<sub>2</sub> 20.9 %об CO ----- мг/м<sup>3</sup> \* SO<sub>2</sub> 1.2 мг/м<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> 0.5 мг/м<sup>3</sup>\* NO 15.9 мг/м<sup>3</sup> H<sub>2</sub>S 0.3 мг/м<sup>3</sup> NH<sub>3</sub> ----- мг/м<sup>3</sup> \* HCOH 12.1 мг/м<sup>3</sup>

**ВНИМАНИЕ!** При превышении диапазона измерений прибор не выключать, а продуть свежим воздухом до нулевых показаний. Если зафиксировано превышение диапазона измерения, то время превышения заносится в память прибора и может быть прочитано специалистами, обслуживающими прибор на предприятии изготовителе или службе сервиса. Для выхода из режима измерения без сохранения результатов измерения в память газоанализатора нажмите клавишу «SHIFT». Запись результатов измерения происходит при нажатии клавиши «ENTER». В дополнительном окне введите номер измерения, используя клавиши с цифрами: «0», «1», «2», «3», «4», «5», «6», «7», «8», «9».

При нажатии клавиши «ENTER» происходит запись результатов измерения в прибор автоматически и возвращается в режим функционального меню. Примечание: если в дополнительном окне не введен номер измерения, то автоматически записываются результаты измерения в прибор и присваивается «0» номер измерения. При выборе функции - «Средние» измерения на экране дисплея

высвечивается надпись «Идет отбор пробы» и время обратного отсчета.

По истечению 20 мин на дисплее появляются средние значения концентраций анализируемой пробы воздуха. Запись результатов в память прибора производится так же, как при выборе функции текущих измерений.

Просмотр памяти. Для просмотра содержания памяти необходимо выбрать функцию – Просмотр памяти в функциональном меню и нажатием клавиши «ENTER». Просмотр всегда начинается с последней записи, вводимой в память прибора. Для просмотра предыдущих записей, используйте клавиши 8 и 6. Просмотр результатов измерения осуществляется повторным нажатием клавиши «ENTER». Для выхода из режима просмотра памяти нажмите клавишу «SHIFT».

Если в память запись не производилась, то просмотр игнорируется и выводится сообщение: ЗАПИСЕЙ НЕТ.

Выключение Газоанализатора «Бинар-1П. Для выключения прибора необходимо выбрать функцию – Выключение в функциональном меню и нажатием клавиши «ENTER». В зависимости от модификации, функциональные возможности газоанализатора могут варьировать. Для выключения прибора необходимо выбрать функцию – Выключение в функциональном меню и нажатием клавиши «ENTER». В зависимости от модификации, функциональные возможности газоанализатора могут варьироваться.

## **ТЕМА II. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЫ**

Характер и объем лабораторных исследований почвы зависят от целей и задач, поставленных перед зооветеринарными специалистами. Они могут быть следующими:

1) определение степени загрязнения почвы вокруг сельскохозяйственных предприятий, комплексов и ферм, сельскохозяйственных угодий органическими и химическими веществами и эффективности мероприятий по санитарной охране почвы;

2) установление роли почвы в возникновении эпизоотий кишечных инфекций с передачей возбудителей через грунтовые воды, выращиваемые растения, через прямой контакт животных с почвой;

3) выявление роли почвы в инвазированности животных геогельминтами;

4) определение пригодности земельных участков для сооружения полей фильтрации, орошения и устройства скотомогильников;

5) оценка эффективности используемых методов обеззараживания навоза и навозных стоков.

Проводят также и узко специальные исследования для выяснения следующих вопросов: роль почвы как промежуточной среды в развитии гельминтов, личиночных стадий мух, выживаемости патогенных микроорганизмов, способность к самоочищению и т. п.

### **Работа 1. Взятие почвы для исследования и подготовка ее для анализа**

Вопросы для подготовки к занятию

1. Что такое почва? Каково её значение в эпизоотическом процессе?

2. От чего зависит характер и объём лабораторных исследований почвы?

Для правильного решения вопроса о характере и свойствах почвы большое значение имеет отбор проб для лабораторного исследования. Для физико-химического исследования почвы пробы берут буром Некрасова, буром Френкеля, щупом Рождественского (рис. 35) или лопатой.

На участках с видимым источником загрязнения выделяют две площадки размером 25 м<sup>2</sup> каждая – одну вблизи источника загрязнения и вторую вдали. На земельных участках, где нет видимых источников загрязнения, для отбора проб отводится одна площадка. Степень загрязнения почвы устанавливают обычно анализом среднего образца, составленного из нескольких проб. Пробы отбирают из 3-5 (в зависимости от рельефа местности) точек, расположенных по диагонали площадок. Отбор проб следует производить в сухую погоду. Образцы почвы для химического и санитарного анализа отбирают в чистые стеклянные банки. Вес образца должен составлять 1-2 кг. Образцы почвы берут с поверхности и с разных глубин (например, 2, 25, 50, 100 см и более).

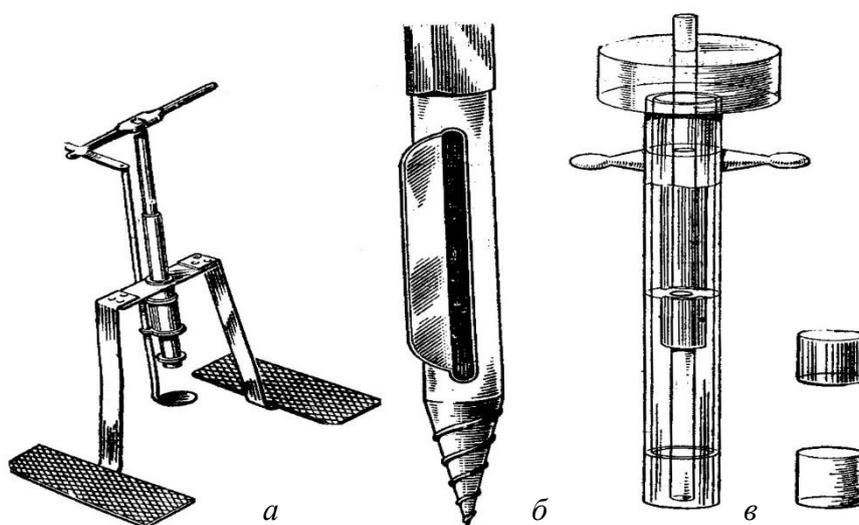


Рис. 35. Приспособления для взятия проб почвы: а – бур Некрасова; б – бур Френкеля; в – щуп Рождественского.

Пробы почвы для бактериологического исследования обычно берут при помощи бура Некрасова (рис. 28а). При помощи этого бура можно брать пробы почвы с глубины до 3 м. Перед каждым бурением рабочую часть бура обжигают.

Образцы, доставленные в лабораторию, должны быть немедленно доведены до воздушно-сухого состояния. Хранение сырых образцов не допускается, т. к. под влиянием микробиологических процессов изменяются свойства почвы. Большинство анализов проводят с воздушно-сухими образцами, растертыми и просеянными через сито с отверстиями в 1 мм. Некоторые виды анализов, например, определение нитратов, проводят на свежих образцах. В этом случае образец рассыпают на бумаге, отбирают корни и каменистые частицы пинцетом и после тщательного перемешивания немедленно берут навеску на определение влажности и на соответствующий анализ.

Для просушки образец рассыпают тонким слоем на большом листе плотной бумаги, пинцетом удаляют корни и другие растительные остатки. Мелкие корешки можно отбирать стеклянной палочкой, наэлектризованной кусочком шерстяной ткани; для этого палочкой многократно проводят над тонким слоем почвы на высоте 3-5 см. Это делать надо осторожно, т. к. на слишком близком расстоянии к палочке могут притягиваться и прилипать не только корешки, но и мелкие частицы почвы. Затем образец почвы, прикрыв сверху другим листом бумаги, оставляют на 2-3 дня. Помещение для сушки образцов должно быть сухим и защищенным от доступа аммиака, паров кислот и других газов. Высушенный образец делят по диагоналям на четыре части. Две противоположные части берут для растирания, а две другие сохраняют в неизменном состоянии. Почву растирают в ступке пестиком и просеивают через сито с отверстиями в 1 мм. Подготовленную таким образом пробу следует хранить в маленьком пакете из плотной бумаги или в баночке с притертой пробкой.

## **Работа 2. Определение физических свойств почвы**

Вопросы для подготовки к занятию

1. Что такое механический состав почвы? Как она классифицируется по механическому составу?

2. Как зависят физические свойства почвы от ее механического состава?

К физическим свойствам почвы относят ее механический состав, порозность и влажностные свойства.

**Механический состав** является существенным морфологическим признаком, который дает возможность судить о степени проницаемости почвы для воздуха, что важно в санитарном отношении. В крупнозернистых почвах процессы самоочищения протекают более энергично вследствие более обильного притока кислорода, необходимого для окисления органических веществ, содержащихся в почве.

**Определение объема пор** в почве имеет большое санитарное значение. Порозность или скважность почвы определяется общим объемом пор внутри почвенных частиц и между ними. Суммарная порозность в структурных почвах примерно в 1,5 раза больше, чем в бесструктурных. В мелкоструктурных (глинистых, торфяных) почвах, имеющих большую порозность, водо- и воздухопроницаемость меньше, чем в крупнозернистых (гравелистых, песчаных) почвах с меньшей порозностью. В крупнозернистых почвах, благодаря крупным порам легче фильтруется и проникает в грунт атмосферная вода и кислород атмосферного воздуха. Эти обстоятельства способствуют более интенсивному течению аэробных микробиологических процессов и разложению органических отходов.

**Влажностные свойства почвы** – это ее водопроницаемость (фильтрационная способность), водоподъемная способность (капиллярность), влагоемкость и гигроскопичность. От влажности почвы зависят ее тепловые свойства. Чем больше влажность почвы, тем больше ее теплопроводность и теплоемкость. Влажная почва более холодная, и животные, находящиеся на ней, теряют много тепла. Тепловые свойства почвы, в свою очередь, оказывают влияние на микробиологические процессы и разложение органических веществ в ней.

### Определение механического состава

Все почвенные частицы по размеру делятся на 2 большие группы: физический песок (размер частиц более 0,01 мм) и физическая глина (менее 0,01 мм). По соотношению этих частиц все почвы делятся на 4 большие группы: песчаный, супесчаные, суглинистые и глинистые.

В поле механический состав почвы определяют **органолептическим методом**. Для этого берут кусочек почвы, увлажняют его до состояния теста и растирают на ладони, стараясь скатать шарик, затем раскатать в шнур и свернуть его в колечко (табл. 8).

Таблица 8

Органолептическое определение механического состава  
почвы

Тип почвы	Содержание, %		Пластичность	Липкость
	физического песка	физической глины		
Песчаная	не менее 80%	не более 10%	Рассыпается	Не липнет
Супесчаная	60-80%	10-20%	Можно скатать в шар	Слабая
Суглинистая	30-60%	20-60%	Скатывается в шнур	Значительная
Глинистая	до 10%	не менее 80%	При скатывании образует шнур, который можно свернуть в кольцо	Сильная

При этом если почва глинистая, при скатывании образуется шнур, который при свертывании в кольцо не трескается; суглинистая почва – скатанный шнур при свертывании в кольцо ломается; супесчаная почва рассыпается, шарик скатать удается, а вытянуть его в шнур нельзя; если почва песчаная – шарик скатать не удается. Кроме того, при растирании на пальцах увлажненной почвы ощущается слабая липкость у легкосуглинистых, значительная (средняя) прилипаемость к пальцам – у суглинистых и сильная липкость – у тяжелоглинистых и глинистых по механическому составу почвы. Почти не обладают липкостью супесчаные почвы; песчаные – совсем не липнут.

**Лабораторное исследование механического состава почвы** заключается в сортировке почвенной массы на отдельные группы, отличающихся друг от друга величиной почвенных частиц. Количественное содержание этих групп, выраженное в процентах к взятому весу почвы, характеризует механический состав исследуемой почвы.

Для сортировки почвенных частиц по величине применяют набор металлических сит с отверстиями 10, 5, 3, 2, 1, 0,5 и 0,25 мм в диаметре, которые при работе соединяют друг с другом в последовательном порядке: сита с более крупными отверстиями помещают вверху, с мелкими – внизу (рис. 36).



*Рис. 36. Набор металлических сит для сортировки почвенных частиц по величине*

В верхнее сито насыпают 200-300 г воздушно-сухой почвы и, сотрясая набор сит, просеивают через них взятую навеску почвы. Почвенные частицы распределяются по отдельным ситам соответственно их величине и диаметру отверстий сит.

На ситах №1, 2 и 3 собираются частицы почвы размером более 3 мм, которые по классификации Н.А. Качинского, представляют собой камни и гравий; на ситах № 4 и 5 собираются частицы почвы размером 1-3 мм, называемые крупным песком; на ситах №6 и 7 собирается средний песок с диаметром частиц 0,25-1,0 мм и на дне набора собираются мелкий песок, пыль, ил и глинистые частицы.

По окончании просеивания содержимое каждого сита и дна прибора взвешивают и на основании этого вычисляют количество каждой группы почвенных частиц в процентах.

### **Определение порозности (скважности) почвы.**

Для определения объема пор в пробе почвы берут градуированный цилиндр, наливают в него 50 мл воды и высыпают 50

см<sup>3</sup> исследуемой почвы. Смешивают почвы с водой и отмечают на цилиндре общий объем, который будет меньше 100 см<sup>3</sup>, поскольку поры между частицами почвы будут заполнены водой. Число, на которое будет меньше этот объем, и укажет объем пор во взятой пробе почвы. Объем пор вычисляют в процентах.

Пример. После смешивания 50 мл воды и 50 см<sup>3</sup> почвы их общий объем составляет 85 см<sup>3</sup>, следовательно, объем пор почвы равен 15 см<sup>3</sup> (100-85=15). Переводим в проценты:

$$X = \frac{15 \times 100}{50} = 30\%$$

### Определение водопроницаемости (фильтрационной способности) почвы

Скорость просачивания воды через почвы различных типов зависит в основном от их структуры. Водопроницаемость имеет большое санитарное и гигиеническое значение, т. к. она определяет

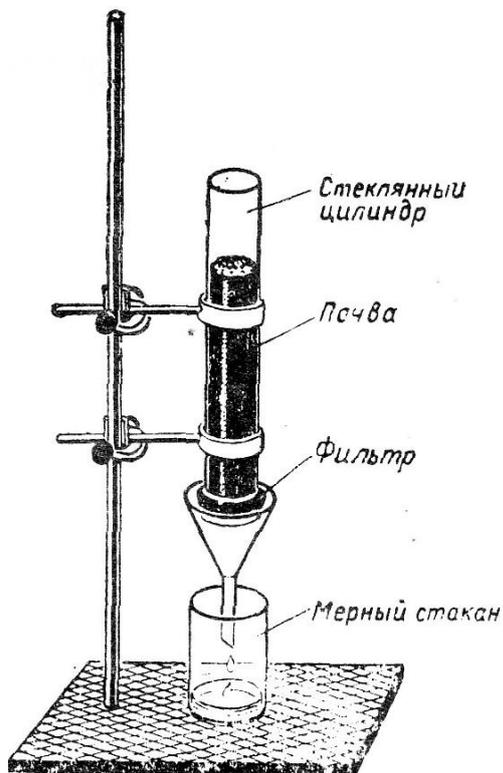


Рис. 37. Определение водопроницаемости (фильтрационной способности) почвы

водно-воздушный режим почвы. Водопроницаемость больше у почв структурных, чем у бесструктурных. Мелкозернистые (глинистые, суглинистые) почвы самоочищаются медленнее, чем крупнозернистые (супесчаная, песчаная). Они малопригодны для сооружения на них полей фильтрации и орошения, предназначенных для обезвреживания сточных вод. Сырые почвы неблагоприятны для строительства жилых, животноводческих и хозяйственных зданий.

Для определения водопроницаемости сухой измельченной почвы берут стеклянную трубку диаметром 3-4

см и длиной 25-30 см. Отмерив от нижнего конца трубки 20 и 24, отмечают эти уровни на стекле (восковым карандашом или резиновыми колечками). Нижний конец трубки обвязывают тонким полотном и при встряхивании наполняют исследуемой почвой до нижней черты (20 см). Укрепив трубку вертикально в штативе, подставляют под нее мерный цилиндр с воронкой. Мерный цилиндр должен быть одинакового диаметра с трубкой. На цилиндре отмеряют снизу 4 см и делают метку. Зафиксировав время, осторожно наливают в трубку на почву слой воды высотой 4 см, все время поддерживая этот уровень над почвой (рис. 37). Водопроницаемость выражается двумя показателями: временем, в течение которого вода пройдет через слой 20 см и временем, которое потребуется для накопления в цилиндре слоя воды высотой 4 см.

### Определение водоподъемной способности (капиллярности) почвы

Капиллярность или водоподъемность (водоподъемная способность) почвы зависит от ее механического состава, т. е. чем

меньше частицы почвы, тем выше капиллярный подъем влаги. Высокая капиллярность нередко служит основной причиной сырости помещений, если не приняты соответствующие меры (гидроизоляция стен, например).

Для определения водоподъемной способности почвы в штативе устанавливают ряд (в зависимости от количества проб почвы) высоких (1 м и более) стеклянных трубок диаметром 2,5-3,0 см с сантиметровыми делениями. Нижние концы трубок погружают в стаканы с водой на глубину 0,5 см (рис. 38). В зависимости от величины частиц, а отсюда и величины капилляров в

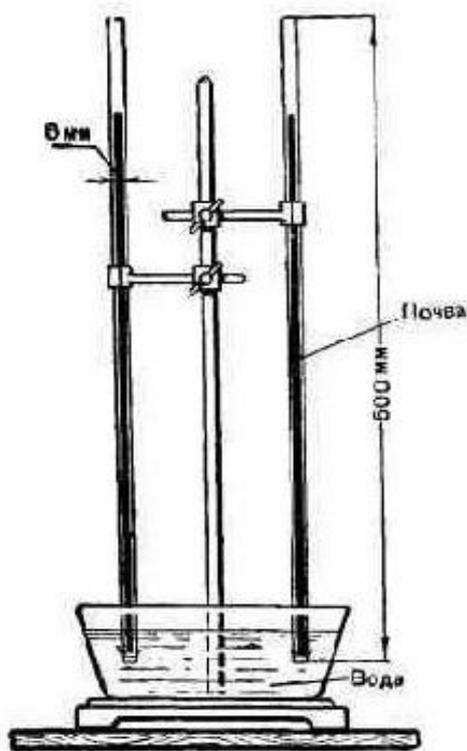


Рис. 38. Определение водоподъемной способности (капиллярности) почвы

почве, вода с неодинаковой скоростью будет подниматься вверх. По изменению окраски увлажненной почвы в трубках следят за

скоростью и высотой поднявшейся воды, отмечая ее уровень через 5, 10, 15, 30 и 60 мин и далее через каждый час до прекращения подъема уровня. В итоге на примере 3-5 образцов почвы получают результаты водоподъемной способности, указывающие на неодинаковую их скважность, разный размер частиц.

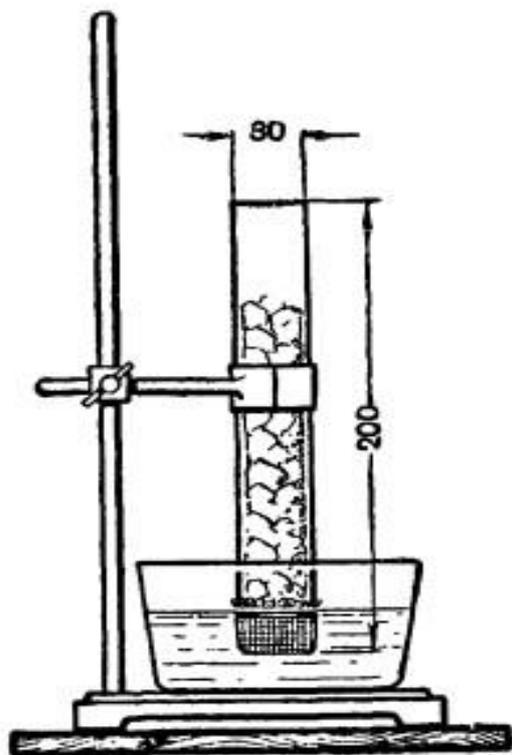


Рис. 39. Определение влагоемкости почвы

### Определение влагоемкости почвы

Влагоемкость почвы – это способность ее впитывать и удерживать в себе определенное количество воды. При большой влагоемкости уменьшается ее воздухо- и водопроницаемость. На таких участках почвы нередко

наблюдается отсыревание полов и стен возведенных построек, ограждающих конструкций помещений, сдерживается разложение органических веществ.

Для определения влагоемкости берут стеклянный цилиндр с сетчатым дном и насыпают в него 100 г воздушно-сухой почвы. Цилиндр с почвой взвешивают и затем погружают его в воду, наблюдают до появления воды в верхнем слое почвы. Таким образом, часть воды впиталась почвой, находящейся в цилиндре (рис. 39). Затем цилиндр вынимают и дают полностью стечь воде, которая не впиталась, и снова взвешивают. После второго взвешивания масса цилиндра с почвой, впитавшей воду, стала больше. Разница между первым и вторым взвешиванием указывает на массу влаги, удерживаемой образцом исследуемой почвы. Окончательный результат выражают в процентах.

### Определение гигроскопической воды в почве

Почва обладает гигроскопичностью, т. е. способностью поглощать водяные пары из соприкасающегося с ней воздуха. Вода, поглощенная из воздуха, называется гигроскопической (рис. 40).

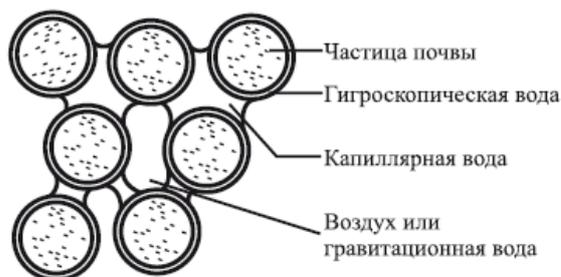


Рис. 40. Расположение гигроскопической воды в почве

Гигроскопичность почвы обуславливается суммарной поверхностью составляющих ее частиц. Чем больше в почве мельчайших частиц, тем больше их общая поверхность и тем выше гигроскопичность почвы. Кроме того,

гигроскопичность воды зависит от температуры и относительной влажности воздуха. При определении количества тех или иных составных частей почвы (механического состава, гумуса, азота и др.) необходимо учитывать количество гигроскопической воды в ней и все вычисления производить на сухую почву, т.е. почву, не содержащую гигроскопической воды.

Наиболее простым и распространенным способом определения гигроскопической воды является высушивание почвы в сушильной камере (шкафу) при температуре 100-150°C.

Во взвешенный сушильный стаканчик с притертой пробкой (крышкой) берут на аналитических весах навеску воздушно-сухой почвы около 5 г. Стаканчик с почвой помещают в сушильный шкаф и, открыв крышку, просушивают почву 5 ч при температуре 105°C. Затем стаканчик с почвой вынимают из шкафа, закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Количество гигроскопической воды вычисляют в процентах по формуле:

$$X = 100 \times \frac{A}{B - A},$$

где А — количество гигроскопической воды во взятой для анализа навеске, г;

В — навеска почвы, г.

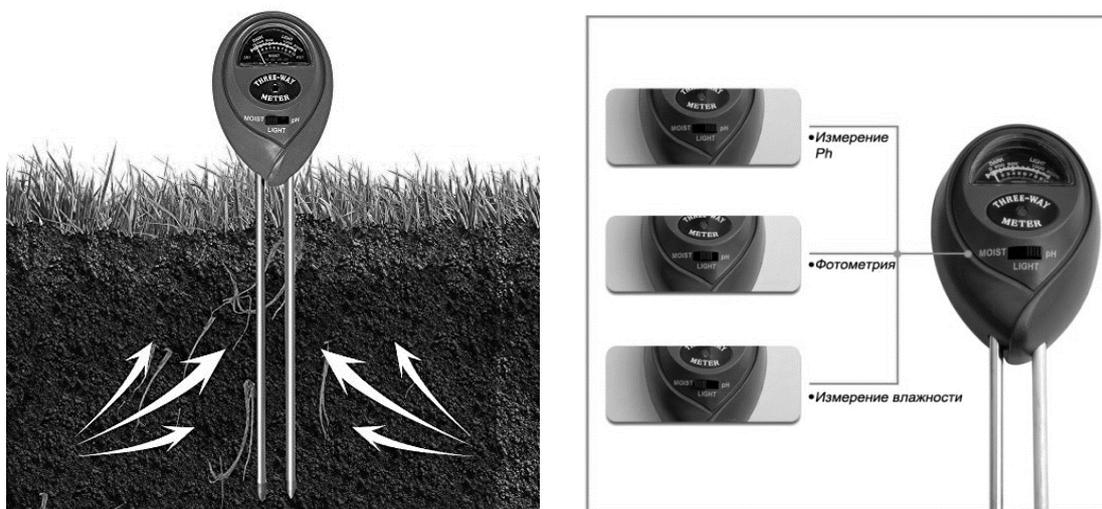


Рис. 41. Измеритель влажности, кислотности и освещенности почвы ЕТР-301

Для определения влажности, кислотности и освещенности почвы на пастбище (без взятия почвенных образцов) применяют прибор «ЕТР-301» (рис. 41).

### Работа 3. Химический анализ почвы

Вопросы для подготовки к занятию

1. Каков химический состав почвы?
2. Что такое геохимия?
3. Какова физиологическая роль микроэлементов в жизнедеятельности растений?
4. Каково содержание микроэлементов в почвообразующих породах и их роль в формировании биогеохимических провинций?
5. Что такое биохимическая эндемия и биогеохимическое районирование?
6. Опишите влияние обеспеченности почв различными микроэлементами на возникновение эндемических заболеваний. Приведите примеры.

Определение химических ингредиентов производится в водной вытяжке из почвы. Для этого в фарфоровой чашке отвешивают 100 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с отверстиями в 1 мм. Навеску осторожно пересыпают через воронку в стеклянную банку с

притертой пробкой. В банку приливают 500 мл дистиллированной воды, все содержимое банки встряхивают в течение 3 минут и немедленно фильтруют через плотный складчатый фильтр, перенося на него всю почву. Для фильтрации употребляются воронки диаметром 12-15 см с широкой и короткой трубкой. Первые мутные порции фильтрата переносят обратно на фильтр; фильтрат собирают в колбу вместимостью 500-700 мл. Во время фильтрации записывают скорость фильтрации, цвет и прозрачность вытяжки.

Анализ водной вытяжки необходимо производить тотчас после окончания фильтрации, т. к. водные вытяжки через 1-2 дня после приготовления легко загнивают.

В водной вытяжке определяют наличие аммиака, хлоридов, нитритов, нитратов, являющихся одними из основных показателей степени и давности загрязнения почвы органическими веществами. Эти показатели могут быть определены качественно и количественно. Для количественного их определения необходимо изготовить колориметры – ряд пробирок с известным количеством определяемых веществ. Интенсивность окраски каждой пробирки будет зависеть от количества присутствующего вещества. Сравнивая интенсивность окраски жидкости в исследуемой пробирке с таковой колориметра, рассчитывают количество искомого вещества.

Для приготовления колориметра берут по 10 пробирок, тщательно вымытых, одинакового диаметра, из бесцветного стекла.

### **Определение аммиака (азота аммонийных солей)**

Принцип метода основан на способности аммиачных соединений давать с реактивом Несслера йодистый меркураммоний ( $\text{NH}_2\cdot\text{Hg}_2\text{IO}$ ). При этом идет следующая реакция:



Для качественного определения в пробирку наливают 10 мл водной вытяжки, добавляют 2-3 капли реактива Несслера (раствор двойной соли йодистой ртути и йодистого калия в едком кали). При наличии в почве аммиака или его солей раствор окрашивается в желтый (оранжевый) цвет. По интенсивности окрашивания содержимого пробирки можно дать приблизительную количественную характеристику (табл. 9).

Для точного количественного определения необходимо изготовить колориметр из стандартного раствора хлористого аммония. Берут навеску 3,147 г  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , высушенного при  $90^\circ\text{C}$ , и растворяют в 1 л безаммиачной дистиллированной воды (в 1 мл этого раствора будет содержаться 1 мг аммиака). Затем 50 мл этого раствора доводят до 1000 мл водой. В 1 мл этого титрованного раствора  $\text{NH}_4\text{Cl}$  содержится 0,05 мг аммиака.

Таблица 9

## Ориентировочное количество аммиака в почве

Окрашивание при рассматривании сбоку	Окрашивание при рассматривании сверху	Содержание аммиака, мг/л
Нет	Чрезвычайно слабо-желтоватое	0,08
Чрезвычайно слабо-желтоватое	Слабо-желтоватое	0,2
Очень слабо-желтоватое	Желтоватое	0,4
Светло-желтоватое	Желтое	2,0
Желтое	Интенсивно желто-буроватое	4,0
Мутновато-резко-желтое	Бурое, раствор мутный	8,0
Интенсивно-бурое, раствор мутный	То же	20,0

В первую пробирку колориметра наливают 0,1 мл последнего раствора хлористого аммония. Во вторую – 0,2 мл этого раствора, в третью – 0,3 мл, в четвертую – 0,4 мл и т.д., увеличивая объем раствора на 0,1 мл в каждой пробирке до десятой включительно. Затем объем в каждой пробирке довести дистиллированной водой до 10 мл, добавить 2-3 капли реактива Несслера, осторожно перемешать и отстаивать 5-10 минут. Цвет жидкости в каждой пробирке будет равномерно возрастать.

Ход анализа.

В пробирку с 10 мл исследуемой водной вытяжки добавляют 2-3 капли реактива Несслера и через 5-10 минут сравнивают цвет жидкости в этой пробирке с пробирками колориметра. Цвет исследуемой вытяжки должен быть ближе к цвету жидкости какой-либо пробирки колориметра.

Пример расчета. Цвет жидкости в пробирке с исследуемой водной вытяжкой совпал с цветом в третьей пробирке колориметра.

Значит, количество аммиака в исследуемой пробе и в третьей пробирке одинаковое, т.е. 0,015 ( $0,3 \times 0,05 = 0,015$ ). Таким образом, в 10 мл исследуемой водной вытяжки почвы содержится 0,015 мг аммиака, а в 1 л его будет 1,5 мг аммиака.

### Определение азота нитритов

**Качественное определение** основано на способности азотистой кислоты разлагать йодистоводородную кислоту с выделением свободного йода, который окрашивает крахмальный клейстер в синий цвет. Этот способ надежен при исследовании почвы, не содержащей солей закиси железа и слабо загрязненной.

В пробирку наливают 10 мл исследуемой водной вытяжки, прибавляют 2 капли 25% серной кислоты, 3 капли 3% раствора йодистого калия в дистиллированной воде, 3 капли 1% крахмального клейстера. Пробирку встряхивают. При наличии в почве нитритов жидкость окрашивается в синий цвет.

**Количественный способ (Грисса)** основан на способности азота нитритов образовывать с ароматическими аминами в кислой среде диазосоединения, которые в результате реакции с солями ароматических аминов (альфа-нафтиламином) окрашивают жидкость от розового до интенсивно-красного цвета, что зависит от количества нитритов. Поэтому и принцип определения нитритов основан на реакции между нитритами и реактивом Грисса. Для приготовления реактива Грисса необходимы следующие раствора:

1. 12% раствор сульфаниловой кислоты.
2. Раствор сульфаниловой кислоты – 0,5 г. сульфаниловой кислоты разводят в 150 мл 12% раствора уксусной кислоты.
3. Раствор альфа – нафтиламина и 20 мл дистиллированной воды кипятят 5 мин. Затем жидкость фильтруют через хорошо промытый дистиллированной водой фильтр в колбу, куда предварительно было помещено 150 мл 12% раствора уксусной кислоты. Смешивают 50 мл раствора сульфаниловой кислоты и 50 мл раствора альфа – нафтиламина. Хранить в склянке тёмного цвета.

Для приготовления стандартного раствора 69,01 г.  $\text{NaNO}_2$  вносят в мерную колбу, и объём доводят дистиллированной водой до 1000 мл. Из этого основного раствора готовят рабочий стандартный

раствор азотнокислого натрия, который в 1 мл содержит 0,001 мг азота нитритов. Для этого 1 мл основного раствора доводят дистиллированной водой до 1000 мл.

Ход анализа.

В пробирку наливают 10 мл исследуемой водной вытяжки и прибавляют 1 мл реактива Грисса. Пробирку нагревают в течение 5-10 минут в водяной бане при температуре 70-80°; появление розовой окраски различной интенсивности свидетельствует о наличии в ней нитритов. По интенсивности окрашивания содержимого пробирки можно приблизительно определить количество нитритов в ней (таблица 10).

*Таблица 10*

Определение азота нитритов по интенсивности окраски

Окрашивание при рассматривании сбоку	Окрашивание при рассматривании сверху	Азот нитритов, мг/л
Нет	нет	Менее 0,001
Едва заметное розовое	Чрезвычайно слабо-розовое	0,002
Очень слабо-розовое	Слабо-розовое	0,004
Слабо-розовое	Розовое	0,02
Светло-розовое	Розовое	0,04
Розовое	Сильно-розовое	0,07
Сильно-розовое	Красное	0,2
Красное	Ярко-красное	0,4

Для количественного колориметрического метода определения нитритов в ряд пробирок вносят рабочий стандартный раствор азотнокислого натрия, 1 мл которого содержит 0,001 мг азота нитритов. В первую пробирку наливают 0,1 мл, во вторую – 0,2 мл, в третью – 0,3 мл и т. д., увеличивая объем жидкости в каждой пробирке на 0,1 мл. Затем во все пробирки вносят дистиллированную воду до получения объема, равного 10 мл, добавляют по 1 мл реактива Грисса и нагревают в течение 15 минут в водяной бане при температуре 70-80°С. Жидкость во всех пробирках приобретает розовую окраску различной интенсивности.

Ход анализа.

В пробирку с 10 мл водной вытяжки добавляют 1 мл реактива Грисса, нагревают в водяной бане в течение 15 мин и сравнивают её

цвет с цветом пробирок колориметра. В зависимости от того, с какой пробиркой колориметра совпал цвет исследуемой водной вытяжки, производят вычисления количества нитритов.

Пример. Цвет исследуемой вытяжки совпал с цветом в пятой пробирке колориметра. В пятой пробирке было помещено 0,5 мл рабочего раствора, что соответствует 0,0005 мг/л ( $0,5 \times 0,001 = 0,0005$ ). Следовательно, в 10 мл исследуемой водной вытяжки из почвы содержится 0,005 мг азота нитритов. Пересчитываем количество его на 1 кг исследуемой почвы.

### **Определение нитратов в почве**

Качественное определение нитратов можно проводить двумя способами.

1. Реакция с дифениламином ( $\text{HN}(\text{C}_6\text{H}_5)_2$ ). Применима она в случае, когда в почве отсутствуют нитриты. В фарфоровую чашечку наливают 1 мл исследуемой водной вытяжки, добавляют кристаллик дифениламина и 2 мл концентрированной серной кислоты. При наличии нитратов жидкость в пробирке (чашечке) окрашивается в темно-синий цвет вследствие образования дифенилнитрозоамина.

2. Реакция с бруцином ( $\text{C}_{23}\text{H}_{26}\text{O}_{24}$ ). В фарфоровую чашечку наливают 1 мл исследуемой водной вытяжки, добавляют 1 кристаллик бруцина и осторожно приливают 2 мл концентрированной серной кислоты. При наличии в исследуемой почве азотной кислоты, жидкость окрашивается в розовый цвет, переходящий в желтый.

Количественное определение основано на способности азотной кислоты и её солей давать с сульфифенолом желтое окрашивание.

Для приготовления сульфифенолового раствора 3 г бесцветной кристаллической карболовой кислоты и 37 г чистой серной кислоты наливают в колбу с длинной узкой шейкой, закрывают неплотно стеклянной пробкой и 6 ч нагревают на водяной бане. Реактив сливают во флакон из темного стекла.

Для приготовления стандартного раствора 1,872 г азотнокислого калия ( $\text{KNO}_3$ ) растворяют в 1 л дистиллированной воды, 1 мл этого раствора соответствует 1 мг азота.

Для приготовления колориметра 10 мл стандартного раствора азотнокислого калия, 1 мл которого соответствует 1 г азотного

ангидрида, вливают в выпаривательную чашечку и выпаривают. К остывшему сухому остатку прибавляют 10-15 капель сульфифенола, перемешивают стеклянной палочкой и оставляют на 5 минут. Добавляют 5 мл дистиллированной воды и 10 мл 25% раствора аммиака, размешивают и выливают в мерный цилиндр. Чашечку ополаскивают водой и выливают в тот же цилиндр. Цилиндр доливают дистиллированной водой до метки 100 мл. Получается прозрачный раствор желтого цвета, идущий для изготовления колориметра, в 1 мл которого содержится 0,1 мг азотного ангидрида. Раствор разливают в пять пробирок: в первую пробирку наливают 1 мл, во вторую – 2,5 мл, в третью – 5,0, в четвертую – 7,5 мл и в пятую 10 мл. Все пробирки доливают дистиллированной водой до метки 10 мл. Следовательно, в первой пробирке будет содержаться 0,1 мг азотного ангидрида, во второй – 0,25, в третьей – 0,5, в четвертой – 0,7 и в пятой – 1 мг.

Исследуемую водную вытяжку, давшую положительную качественную пробу, обрабатывают так же, как и готовят колориметр, т. е. 10 мл исследуемой водной вытяжки выпаривают в выпаривательной чашке, охлаждают и сухой остаток обрабатывают раствором сульфифенола (10-15 капель) и оставляют на 5 минут. Затем добавляют 5 мл дистиллированной воды и 10 мл 25% раствора аммиака, размешивают и выливают в мерный цилиндр. Чашечку ополаскивают водой и выливают в мерный цилиндр (тот же). Цилиндр доливают дистиллированной водой до 100 мл. Получится прозрачный раствор желтого цвета. 10 мл этого раствора наливают в пробирку и сравнивают с цветом пробирок колориметра.

Пример. Проба с вытяжкой совпала с четвертой пробиркой колориметра, где понадобится 0,75 г нитратов. Следовательно, в 10 мл вытяжки содержится 0,75 мг нитратов, в литре – 75 мг ( $0,75 \times 100$ ).

### **Определение хлоридов в почве**

**Качественное определение** основано на реакции азотнокислого серебра с хлоридами в водной вытяжке. Наличие хлоридов определяется по появлению в ней белого осадка хлористого серебра.

Реактивы:

1. титрованный раствор азотнокислого серебра. Растворить в 1 литре дистиллированной воды 4,79 г  $\text{AgNO}_3$ ; 1 мл такого раствора может осадить 1 мг хлора;

2. индикатор – 5% раствор хромовокислого калия ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ), который не должен иметь примесей хлористых соединений;

3. титрованный раствор хлористого натрия. Для его приготовления берут навеску 1,648 г чистого хлористого натрия на 1000 мл дистиллированной воды. Для титрования наливают в колбу 10 мл раствора хлористого натрия и 40 мл дистиллированной воды, прибавляют 2-3 капли индикатора. Из другой бюретки постепенно приливают в колбу раствор азотнокислого серебра, взбалтывают до тех пор, пока желтый цвет титруемого раствора не перейдет в оранжево-бурый. Например, на 10 мл раствора хлористого натрия израсходовано 10,5 мл азотнокислого серебра. Отсюда, титр последнего будет равен 10,5 мл, т. е. это количество может осадить 10 мг хлора.

#### Ход анализа.

В пробирку наливают 10-15 мл исследуемой водной вытяжки и 2-3 капли раствора азотнокислого серебра. Образование белого хлопьевидного осадка указывает на наличие хлоридов.

Количественное определение также основано на осаждении хлоридов раствором азотнокислого серебра.

В две колбы наливают по 100 мл исследуемой водной вытяжки, прибавляют по 15 капель индикатора – хромовокислого калия. Водную вытяжку в одной из колб титруют раствором азотнокислого серебра при постоянном взбалтывании до перехода желтого цвета в оранжево-бурый.

При титровании вторую колбу ставят рядом с титруемой и постоянно сравнивают окраску на белом фоне. Содержание хлора в 1 л водной вытяжки определяют (в мг/л) по формуле:

$$X = A \times 10,$$

где X – количество хлора, мг/л;  
 A – количество раствора азотнокислого серебра, израсходованного при титровании 100 мл исследуемой вытяжки, мл;

10 – множитель для приведения объёма к 1 л.

### **Определение окисляемости водной вытяжки из почвы**

Под окисляемостью следует понимать способность находящихся в водной вытяжке органических веществ окисляться атомарным кислородом. Величину окисляемости выражают количеством кислорода (мг), необходимого для окисления органических веществ, содержащихся в 1 кг почвы. Обычно окисляемость определяют в кислой среде, но при содержании в воде хлоридов более 300 мг/л и очень загрязненной, исследования проводят в щелочной среде.

#### **1. Перманганатный метод (по Куббелю).**

Основан на способности перманганата калия в кислой среде выделять атомарный кислород. По количеству затраченного кислорода судят об окисляемости водной вытяжки.

##### Реактивы:

- 1) 0,01 н. раствор перманганата калия;
- 2) 0,01 н. раствор щавелевой кислоты;
- 3) 25% раствор серной кислоты (1 часть концентрированной серной кислоты и 3 части дистиллированной воды).

В коническую колбу ёмкостью 250 мл помещают несколько стеклянных шариков и наливают 100 мл водной вытяжки, добавляют 5 мл серной кислоты и 10 мл 0,01 н. раствора перманганата калия. Смесь быстро нагревают до кипения (за 5 мин.) и выдерживают на слабом огне 10 минут. После этого колбу снимают (раствор должен иметь розовый цвет) и к горячему раствору добавляют 10 мл 0,01 н. раствора щавелевой кислоты. Обесцвеченный горячий раствор (при 80°C) титруют 0,01 н. раствором перманганата калия до устойчивого слабо-розового окрашивания.

Если исследуемая жидкость во время кипячения обесцветится или станет светло-бурой, то дальнейшее исследование прекращают и раствор выливают. Берут новую порцию воды и предварительно её разбавляют дистиллированной водой точно в 2 или 5 раз и повторяют анализы, как было указано выше.

Окисляемость вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(a + b) \times (K - 10) \times 0,08 \times 1000}{C},$$

- где X – окисляемость в мг кислорода на 1 кг почвы;
- a – количество  $\text{KMnO}_4$ , прилитой до кипячения, мл;
- b – количество  $\text{KMnO}_4$ , израсходованное на титрование, мл;
- K – поправочный коэффициент к нормальности  $\text{KMnO}_4$ ;
- 10 – количество  $\text{KMnO}_4$ , израсходованное на окисление щавелевой кислоты;
- 0,08 – количество кислорода, соответствующее 1 мл 0,01 н. раствора  $\text{KMnO}_4$ ;
- 1000 – перевод на 1 л водной вытяжки;
- C – объём водной вытяжки, взятой для анализа.

Величина K, т. е. нормальность раствора перманганата калия, устанавливают следующим образом. В колбу ёмкостью 250 мл наливают 100 мл дистиллированной воды, добавляют 5 мл 25% серной кислоты и 10 мл 0,01 н. раствора перманганата калия. Жидкость нагревают и кипятят в течение 10 мин на малом огне. Затем в горячую жидкость добавляют 10 мл 0,01 н. раствора щавелевой кислоты, в результате чего наступает обесцвечивание. После этого её титруют в горячем состоянии 0,01 н. раствора перманганата калия до бледно-розового окрашивания.

Поправочный коэффициент (K) вычисляют по формуле:

$$K = \frac{10}{b},$$

- где 10 – количество 0,01 раствора щавелевой кислоты, мл;
- b – количество 0,01 н. раствора перманганата калия, прилитое до кипячения и пошедшее на титрование, мл.

В связи с тем, что в водной вытяжке из почвы могут окисляться некоторые минеральные (закисные) соединения, как железо, марганец нитриты, сероводород, то при значительном их содержании необходимо учитывать их влияние на величину окисляемости (опыт проводят без подогревания).

## 2. Определение окисляемости в щелочной среде (по Шульцу)

Этот метод применим для определения окисляемости водной вытяжки почвы, загрязненной хлоридами.

### Реактивы:

- 1) 0,01 н. раствор перманганата калия, содержащий в 1 л дистиллированной воды 0,316 г препарата;
- 2) 50% раствор едкого натра;
- 3) 0,01 н. раствор щавелевой кислоты в 1 л дистиллированной воды 0,63 г вещества;
- 4) 25% раствор серной кислоты (1 часть концентрированной серной кислоты и 3 части воды).

В коническую колбу наливают 100 мл испытуемой водной вытяжки, добавляют 0,5 мл 50% раствора едкого натра и 10 мл 0,01 н. раствора перманганата калия. Жидкость нагревают и кипятят 10 мин. от начала появления первых пузырьков, охлаждают до 50-60°, добавляют 5 мл раствора серной кислоты, 10 мл 0,01 н. раствора щавелевой кислоты (жидкость должна обесцвечиваться; если же этого не происходит, то ещё добавляют несколько миллилитров щавелевой кислоты) и титруют 0,01 н. раствором перманганата калия до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 3-5 минут. Расчет проводят по той же формуле, что и по методике Куббеля и результат выражают в мл  $O_2$ /л.

## 3. Экспресс-метод определения окисляемости

В пробирку наливают 10 мл исследуемой водной вытяжки и добавляют 0,5 мл раствора (25%) серной кислоты и 1 мл 0,01 н. раствора перманганата калия. Смесь тщательно перемешивают и оставляют в покое на 20 минут при температуре 20° и на 40 минут при температуре 10-20°. После этого раствор рассматривают сбоку и сверху и по окраске определяют окисляемость. Зависит она от цветности: так, яркий лилово-розовый цвет соответствует 1, лилово-розовый – 2, слабый лилово-розовый – 4, бледно-лилово-розовый – 6, бледно-розовый – 8, розово-желтый – 12, желтый – 16 и выше мг кислорода, необходимого на окисление органических веществ в литре водной вытяжки.

## **Работа 4. Бактериологическое исследование почвы**

Вопросы для подготовки к занятию

1. Охарактеризуйте биологические свойства почвы.
2. Каково содержание микрофлоры в различных слоях почвы? Какова выживаемость патогенных микроорганизмов в почве?
3. Дайте характеристику почве как источнику и резервуару инфекционных и инвазионных болезней человека и животных.
4. Дайте понятие самоочищения почвы. Каково гигиеническое значение этого процесса?
5. В чем заключается и как проводится санитарная оценка почвы?

Для бактериологического анализа берут по 200-300 г почвы в каждой точке стерильными инструментами в стерильные банки и составляют из них среднюю пробу. Такие пробы отбирают обычно с глубины 25 см. При определении влияния загрязненной почвы на подземные воды и открытые водоёмы пробы следует брать на глубине 0,75-2,0 м, а на скотомогильниках – с глубины 25 см и ниже глубины захоронения трупов. Взятые пробы должны быть немедленно отправлены в лабораторию.

При бактериологическом исследовании обязательно определяется титр кишечной палочки, которая сохраняется в почве в течение нескольких месяцев и свидетельствует об относительно свежем загрязнении. Если же в почве она не обнаружена, но есть *Clostridium perfringens*, значит, почва загрязнена фекалиями давно.

### **Определение общего количества органических веществ в почве**

Загрязненные почвы обычно содержат значительные количества органических веществ и являются поэтому более благоприятной средой для развития микроорганизмов.

Прямых способов определения органических веществ в почве нет. Об их содержании судят по количеству органического азота, органического углерода и по отношению количества почвенного белкового азота к количеству органического азота (санитарное число). Обыкновенно при ориентировочных санитарных анализах производят

определение общего количества органических веществ путем прокаливания взятой навески почвы; при этой операции органические вещества сгорают, и потеря в весе дает некоторое представление о количестве органических веществ в исследуемой почве.

В прокаленную фарфоровую чашку с известным весом отвешивают 5 г почвы, высушенной при 105°C, и прокаливают до полного сгорания органических веществ, показателем чего служит равномерное окрашивание почвы в темный цвет. Прокаливание следует вести осторожно, время от времени перемешивая почву стеклянной палочкой.

По окончании сжигания чашку охлаждают в эксикаторе, прибавляют в нее несколько капель концентрированного раствора углекислого аммония, подсушивают на водяной бане, слегка прокаливают, охлаждают и взвешивают.

При первом взвешивании почву точно взвесить не удастся, т. к. после прокаливании она слишком гигроскопична и жадно впитывает влагу из воздуха. Поэтому вторично прокаливают почву в течение 20-30 минут, охлаждают в эксикаторе и быстро взвешивают, предварительно поставив на весы полученный при первом взвешивании приблизительный вес. Разница между двумя взвешиваниями не должна превышать 0,5 мг.

Найденная величина от прокаливании 5 г почвы, выраженная в процентах, указывает (приблизенно) на количество органических веществ в почве.

### **Определение общего числа бактерий в 1 г почвы**

Из взятой пробы отвешивают 5-10 г почвы, высыпают её в стерильную чашку со 100 мл стерильной воды и растирают в течение 5 минут пестиком. После этого содержимое чашки переводят в склянку, взбалтывают 10 минут, дают отстояться в течение 2 минут (для глинистых почв – около 5 минут) и затем делают из почвенной суспензии ряд разведений на стерилизованной водопроводной воде, начиная от 0,1 до 0,0001 в зависимости от предполагаемого загрязнения. Из соответствующего разведения берут стерильной пипеткой 0,1 мл суспензии, вносят в пробирку с растопленным агаром, перемешивают и выливают содержимое пробирки в чашку

Петри. Чашки с посевом ставят в термостат при 25-30°C на 72 часа, после чего выросшие колонии подсчитывают обычным способом и результаты пересчитывают на 1 г почвы.

### Качественный бактериологический анализ почвы

В санитарной практике главным образом определяют микроорганизмов – показателей фекального загрязнения почвы. К ним *Bac. coli* и её разновидности и *Bac. perfringens* как постоянные обитатели кишечника человека и животных. Исследование проводят путём посева почвенных суспензий на соответствующие избирательные среды. Санитарную оценку почвы дают по титру кишечной палочки и титру анаэробов (*Bac. perfringens*) по схеме, разработанной М.И. Перцовской (табл. 11).

Таблица 11

Санитарная оценка почвы по титру кишечной палочки и титру анаэробов

Степень загрязнения	Титр coli	Титр анаэробов
Сильно загрязнённая	0,001 и ниже	0,0001 и ниже
Умеренно загрязнённая	0,01-0,001	0,001-0,0001
Слабо загрязнённая	0,01-1,0	0,01-0,001
Чистая почва	1,0 и выше	0,01 и выше

### Исследование почвы на наличие яиц гельминтов

Для гельминтологического исследования пробы почвы отбирают шпателем или совочком отдельно с поверхности земли и с глубины 2-10 см по 100 г в каждой точке. При изучении степени загрязнения яйцами гельминтов полей орошения и огородов пробы берут с глубины 20-25 см, чтобы определить возможность попадания их на корнеклубнеплоды. На очистных сооружениях отбирают пробы активного ила и осадков на поверхности и на глубине 0,5-1,0-2,0 м и глубже. После перемешивания средние пробы по 1 кг с каждого горизонта помещают в стеклянные банки или целлофановые мешки. Анализ следует проводить в течение нескольких дней.

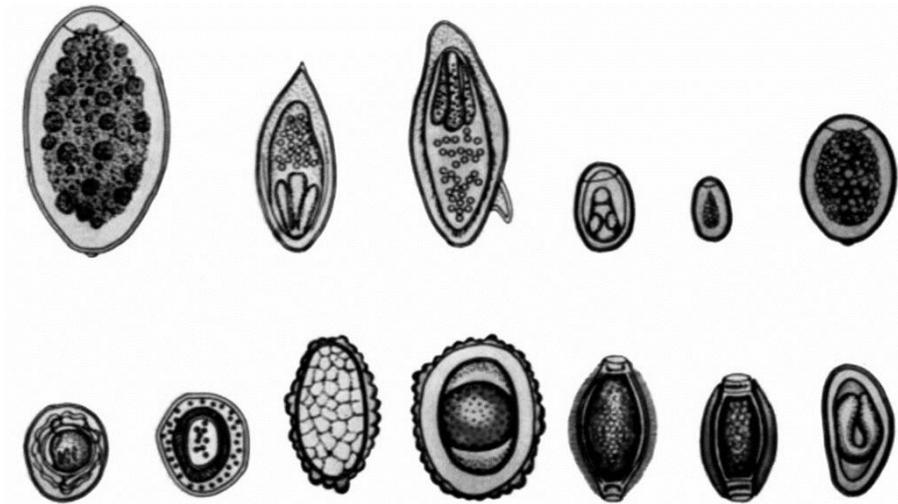
#### Ход исследования.

Отвешивают 5-10 г почвы, тщательно измельчают и перемешивают (не менее 4 раз по 4-5 минут) при помощи стеклянных

бус с 20 мл 5% раствора едкого натра или калия в круглых центрифужных пробирках объёмом 50 мл. Раствор щёлочи применяется для отделения яиц гельминтов от частиц почвы. Затем пробирки ставят в центрифугу и смесь центрифугируют в течение 1-2 минут, после чего избыток щёлочи сливают, прибавляют в пробирки насыщенный раствор азотнокислого натрия (удельный вес 1,19), тщательно перемешивают с почвой и центрифугируют по 2 минуты не менее 5 раз. После каждого центрифугирования поверхностную плёнку, в которой находятся всплывшие на поверхность яйца глистов, снимают петлёй и переносят в стаканчик с небольшим количеством воды; почву перемешивают с тем же раствором азотнокислого натрия, снова центрифугируют и вновь выделенные яйца переносят в тот же стаканчик с водой.

Можно обрабатывать почву и в обыкновенных химических стаканах, тщательно смешивая её стеклянными палочками и затем отстаивая в той же посуде. Отстаивание смеси после обработки почвы насыщенным раствором азотнокислого натрия в этих случаях должно производиться при спокойном стоянии в течение часа, после чего поверхностную плёнку снимают петлёй. Эффективность этого метода выделения яиц гельминтов ниже, чем при центрифугировании.

Воду в стаканчике, в которой переносилась поверхностная плёнка, фильтруют через мембранные фильтры в воронке Гольдмана и фильтры исследуют под микроскопом во влажном состоянии: яйца гельминтов легко и быстро обнаруживаются в чистом поле зрения, лишённом пузырьков воздуха. При отсутствии воронки Гольдмана поверхностную плёнку можно снимать в центрифужную пробирку с водой и исследовать этот осадок после его центрифугирования или отстаивания (рис. 42).



*Рис. 42. Яйца гельминтов (увеличено).*

Согласно схеме М.И. Перцовской, в чистой почве яйца аскарид отсутствуют, в слабо загрязнённой почве их число доходит до 10, в умеренно загрязнённой – до 100 и в сильно загрязнённой – свыше 100.

#### **Реакция на присутствие экскрементов**

Для обнаружения присутствия экскрементов в почве к 250 мл водной вытяжки прибавляют 0,3 г виннокаменной кислоты ( $H_2C_4H_4O_6$ ) и выпаривают досуха. Сухой остаток извлекают спиртом (5 мл), эту вытяжку выпаривают почти досуха, прибавляют к ней 5 мл 5% раствора едкого калия и испытывают на запах: при наличии загрязнения почвы экскрементами появляется специфический запах.

#### **Реакция на присутствие мочи**

100 мл водной вытяжки выпаривают досуха, затем сухой остаток растворяют в воде и фильтруют. Фильтрат сгущают в фарфоровой чашке, прибавляют несколько капель азотной кислоты и выпаривают досуха. Если почва содержит мочу, то сухой остаток приобретает красно-желтую окраску, изменяющуюся от прибавления нескольких капель аммиака в пурпуровую, а от едкого натрия (5%) в сине-фиолетовую.

## Работа 5. Энтомологическое исследование почвы

Вопросы для подготовки к занятию

1. Дайте оценку почве, как источнику гельминтозов и арахноэнтомозов животных.
2. Перечислите основные методы профилактики и оздоровления почвы от возбудителей инвазионных болезней.

Проводится с целью выявления в ней личинок и куколок мух. Для этого пользуются рамкой – трафаретом размером 25×25 см<sup>2</sup>, накладываемой на поверхность участка почвы. Внутри трафарета выкапывают почву на глубину 20 см и рассыпают на ровной поверхности. Личинки и куколки извлекают пинцетом и подсчитывают их количество. Результаты исследований оценивают по пятибалльной шкале: личинок нет – 1 балл, отдельные экземпляры личинок – 2, личинок мало – 3, личинок много – 4 и личинок очень много (кишат) – 5 баллов.

Численность окрылённых мух определяют следующим образом; визуально учитывают количество мух по шкале «мухи есть», «мух нет», «мух много» (больше 5); определяют массовый выплод мух в помещениях 1-2 раза в сезон в период высокой численности насекомых.

Численность мух систематически учитывают на открытом воздухе, на основании видового состава которых определяют степень загрязнения почвы; учитывают свежевыпложенных мух в местах обезвреживания отбросов.

Оценка результатов исследования механического состав почвы, физических свойств, химических показателей, данных биологических исследований основывается на комплексных обобщённых научных данных, характеризующих разные стороны состояния, давность загрязнения, выживаемость в ней отдельных макро- и микроорганизмов.

## Работа 6. Санитарная оценка почвы

Вопросы для подготовки к занятию

1. Опишите методы оздоровления и обеззараживания почвы.
2. Как производится уничтожение и утилизация трупов животных?

Санитарную оценку почвы производят по данным физического, химического, бактериологического и гельминтологического исследований.

### Примерная программа санитарного анализа почвы

- I. Исследование физических свойств почвы
  1. Определение механического состава почвы.
  2. Определение пористости почвы.
  3. Определение общей влажности почвы.
  4. Определение гигроскопической влаги.
  5. Определение воздухопроницаемости почвы.
  6. Определение водопроницаемости почвы.
  7. Определение влагоемкости почвы.
  8. Определение капиллярности почвы.
- II. Химический анализ почвы
  1. Определение общего числа органических веществ.
  2. Определение общего количества азота в почве.
  3. Определение содержания минеральных азотсодержащих веществ:
    - a. азота аммиака и аммонийных солей;
    - b. азота нитритов;
    - c. азота нитратов.
  4. Определение содержания сульфатов.
  5. Определение содержания хлоридов.
  6. Определение содержания фосфатов.
  7. Определение содержания органического углерода.
- III. Бактериологическое исследование почвы.
  1. Определение микробного числа.
  2. Определение титра кишечной палочки.
  3. Определение титра *B. perfringens*.
  4. Определение наличия патогенных микробов.
  5. Определение наличия яиц гельминтов.

При оценке санитарного состояния почвы земельных участков, отводимых под строительство животноводческих ферм и комплексов,

полей орошения и фильтрации скотомогильников проводят следующие анализы: определение механического состава, влажности свежевзятого образца, гигроскопической влажности, фильтрационной способности, капиллярности, влагоемкости, содержания аммиака, нитритов, нитратов, хлоридов, вредных химических веществ, количества микроорганизмов, коли-титра, загрязненности яйцами гельминтов, исследование на личинок и куколок мух.

Давность загрязнения почвы органическими веществами, степень и активность их разложения можно оценить по данным анализа этих процессов:

аммиак	– загрязнение свежее;
аммиак, хлориды	– загрязнение произошло недавно;
аммиак, хлориды, нитриты	– процесс разложения органических веществ в разгаре;
аммиак, хлориды, нитриты, нитраты	– с момента загрязнения прошел некоторый срок, но имеется и свежее загрязнение;
хлориды, нитриты, нитраты	– свежего загрязнения нет, идет минерализация органических веществ;
нитриты, нитраты	– с момента загрязнения прошел некоторый срок;
нитраты	– полная минерализация органических веществ.

Таблица 12

## Санитарное состояние почвы

Показатель	Почва		
	чистая	загрязненная	сильно загрязненная
Число яиц гельминтов (в 1 кг)	–	До 100	100 и более
Число личинок, куколок мух (на 25 м <sup>2</sup> )	–	До 100	100 и более
Титр: кишечной палочки <i>V. perfringens</i> нитрифицирующих микроорганизмов	1,0 и выше 0,01 и выше 0,1 и выше	0,01-0,9 0,0001-0,009 0,001-0,09	0,009 и ниже 0,00009 и ниже 0,0009 и ниже
Содержание, мг/кг: химически вредных веществ  канцерогенных веществ (по бензопирену)	ПДК*  До 5	Превышение ПДК в 10-100 раз  До 30	Превышение ПДК более чем в 100 раз  30 и более

\*Предельно допустимые концентрации.

При благоприятной эпизоотической обстановке исследования рекомендуется проводить по краткой санитарной схеме: определение влажности, хлоридов, окисляемости, коли-титра, титра анаэробов, содержания яиц геогельминтозов, личинок и куколок мух.

При оценке степени загрязнения почвы можно пользоваться таблицей 12 (при условии, что пробы почвы отбирались с глубины до 20 см).

### **ТЕМА III. ОЦЕНКА ДОБРОКАЧЕСТВЕННОСТИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ**

Заключение о доброкачественности питьевой воды делается на основании санитарно-топографического обследования водоисточника, определения физических свойств, химического состава и бактериального загрязнения воды.

#### **Работа 1. Обследование водоисточника и взятие проб воды**

Вопросы для подготовки к занятию

1. Значение воды для животных. Нормы водопотребления и оборудование для поения.
2. Характеристика водоисточников.
3. Системы водоснабжения ферм.

#### **Санитарно-топографическое обследование водоисточника**

Это обследование проводится путем осмотра источника водоснабжения по специальной карте. Основные вопросы в карте:

1. Тип водоисточника (колодец, родник и др.).
2. Время сооружения, размер, глубина.
3. Водоподъемные сооружения, перекрытие.
4. Месторасположение водоисточника (область, край, район, село).
5. Местонахождение водоисточника (на дворе, пустыре и пр., на возвышение, на уклоне, в низине).
6. Обделка поверхности почвы около водоисточника.
7. Водопользование.
8. Содержание водоисточника и санитарное его состояние.

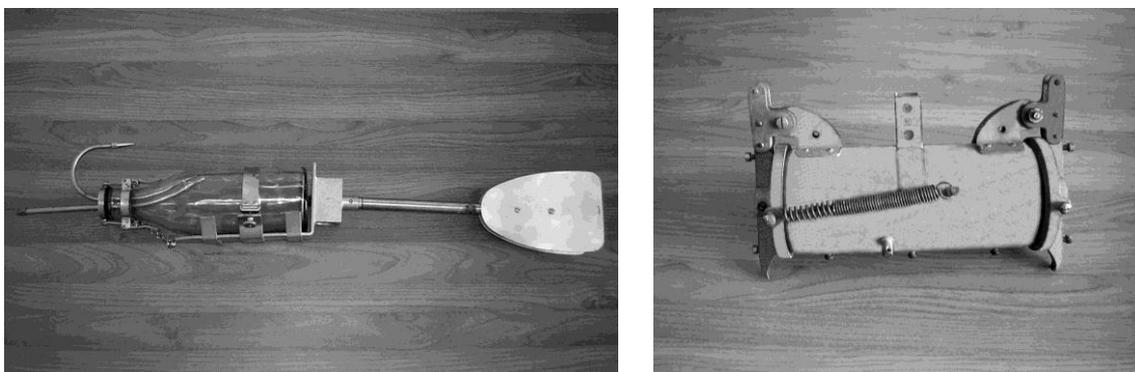
При обследовании подземных водоисточников выясняют глубину залегания водоносных горизонтов, степень водонепроницаемости слоев, определяют расстояние между источником водоснабжения и местами загрязнения почвы. При

осмотре водоисточника обращается внимание на выявление возможных источников загрязнения воды. На основании внешнего осмотра делается предварительная оценка водоисточника.

### **Взятие пробы воды на анализ**

Место взятия пробы воды определяют в зависимости от характера водоисточника.

Из открытых водоисточников пробу воды берут с помощью специального прибора батометра (рис. 43) на глубине 0,5-1 м не ниже 10-15 см до дна и на расстоянии 1-2 м от берега. Проба воды для анализа берется в стеклянную бутылку в количестве трех-пяти литров.



*Рис. 43. Батометры.*

При взятии проб из скважин, водоразборной колонки или водопроводного крана вначале фламбируют (обжигают) кран спиртовым факелом, а затем в течение 10 минут выпускают из него воду.

К каждой пробе воды, направляемой для анализа, прилагается карта и сопроводительная записка, в которой отмечается:

1. Название водоисточника, место взятия пробы.
2. Дата взятия пробы (год, месяц, число и час), кем взята проба.
3. Место и точки взятия проб воды (расстояние от берега, глубина в реке, колодце).
4. Состояние погоды в день взятия пробы и за предыдущие три дня (температура воздуха, ветер, осадки).
5. Способ взятия пробы.
6. Краткое санитарно-топографическое описание водоисточника, возможные источники загрязнения.

7. Краткие результаты органолептической оценки воды при взятии пробы (температура, прозрачность, цвет, запах)

8. Применялось ли консервирование и каким способом.

9. Цель анализа.

Проба воды должна быть подвергнута исследованию возможно быстрее. В крайнем случае, допускается хранение в леднике незагрязненной воды до 72 часов, довольно чистой – 48 часов и загрязненной – 12 часов. Если на пересылку пробы в летнее время требуется свыше суток, рекомендуется консервировать воду добавлением 2 мл 25% раствора  $H_2SO_4$  на каждый литр воды. Пробы воды для бактериологического исследования берут в стерильную посуду и не консервируют.

Качество воды, подаваемой из водоисточников для питьевых и хозяйственных целей, определяется требованиями ГОСТ2874-82 «Вода питьевая» и ГОСТ 2761-84 «Правила выбора и оценки качества источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения».

## **Работа 2. Исследование физических свойств воды**

Вопросы для подготовки к занятию

1. Санитарно-гигиенические требования к качеству питьевой воды.
2. Влияние качества воды на здоровье и продуктивность животных.

### **Определение температуры**

Температура в водоисточниках определяется черпательным или обычным термометром, обернутым несколькими слоями марли. Термометр выдерживают в воде 15 минут на глубине взятия проб, после чего снимают показания.

Наиболее благоприятной температурой питьевой воды является 8-16°C.

## Определение прозрачности

Прозрачность воды зависит от количества содержащихся в ней механических взвешенных веществ и химических примесей. Мутная вода всегда подозрительна в эпизоотическом и санитарном отношении. Существует несколько методов определения прозрачности воды.



Рис. 44. Диск Секки.

*Метод сравнения.* В один цилиндр из бесцветного стекла наливают исследуемую воду, а в другой – дистиллированную. Вода может быть оценена как прозрачная, слабо прозрачная, слабо опалесцирующая, опалесцирующая, слабо мутная, мутная и сильно мутная.

*Метод диска.* Для определения прозрачности

воды непосредственно в водоеме пользуются белым эмалированным диском – диском Секки (рис. 44). При погружении в воду диска

отмечают глубину, на которой он перестает быть видимым и при которой становится вновь заметным при извлечении. Средняя из этих двух величин показывает прозрачность воды в водоеме. В прозрачной воде диск остается видимым на глубине нескольких метров: в очень мутной воде он исчезает на глубине 25-30 см.

*Метод шрифта (Снеллена).* Более точные результаты достигаются при использовании стеклянного калориметра с плоским дном (рис. 45). Калориметр



Рис. 45. Калориметр.

устанавливается на высоте 4 см от стандартного шрифта №1:

**5 4 1 7 8 3 0 9 .**

Исследуемую воду после взбалтывания наливают в цилиндр. Затем смотрят сверху вниз через столб воды на шрифт, постепенно выпуская воду из крана калориметра, пока не станет возможным ясно



*Рис. 46. Определение прозрачности воды методом кольца.*

видеть шрифт №1. Высота жидкости в цилиндре, выраженная в сантиметрах, является мерилем прозрачности. Вода считается прозрачной, если отчетливо виден шрифт через столб воды в 30 см. Вода с прозрачностью от 20 до 30 см считается слабо мутной, от 10 до 20 см – мутной, до 10 см для питьевых целей непригодна. Хорошая прозрачная вода после стояния не дает осадка.

*Метод кольца.* Прозрачность воды можно определить при помощи кольца (рис. 46). Для этого пользуются проволочным кольцом диаметром 1-1,5 см и сечением проволоки 1 мм. Держа за рукоятку, проволочное кольцо опускают в цилиндр с исследуемой водой до тех пор, пока контуры его не станут

невидимыми. Затем линейкой измеряют глубину (см), на которой кольцо становится отчетливо видимым при извлечении. Показателем допустимой прозрачности считают 40 см. Полученные данные «по кольцу» можно перевести в показания «по шрифту» (табл. 13).

Таблица 13

Перевод значений прозрачности воды «по кольцу» на значение «по шрифту»

Метод	Значение, см																		
«По кольцу»	2	4	6	8	10	12	15	17	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
«По шрифту»	0,5	2	3	5	6	8	10	12	14	16	17	18	19	21	23	25	26	28	30

### Определение цвета

Простым приемом определения цвета является сравнение на белом фоне окраски профильтрованной исследуемой воды с дистиллированной, налитых слоем одинаковой высоты в два бесцветных цилиндра с плоским дном.

Для открытых водоемов используют набор стандартных шкал цветности (рис. 47), в который входит 21 пробирка с растворами разных цветов – от синего до коричневого (1-11 – сине-желтые, 12-21 – сине-желто-коричневые).

Цвет водоемов по шкале цветности наблюдают на фоне диска Секки, опущенного в водоем на глубину прозрачности. Найденный цвет воды определяют номером соответствующей пробирки.

В полевых условиях цветность воды определяют следующим образом. В пробирку из бесцветного стекла (диаметром 1,5 см) наливают 8-10 мл исследуемой воды и сравнивают с аналогичным столбиком дистиллированной воды. Цветность выражают в градусах по таблице 14.



Рис. 47. Шкала цветности.

Таблица 14

### Приближенное определение цветности

Окрашивание при рассмотрении		Цветность, град.
сбоку	сверху	
Нет	Нет	Менее 10
Нет	Едва заметное бледно-желтоватое	10
Едва уловимое	Очень слабое желтоватое	20
Едва уловимое бледно-желтоватое	Желтоватое	40
Едва заметное бледно-желтоватое	Слабо желтое	80
Очень слабое бледно-желтое	Желтое	150
Бледно-зеленоватое	Интенсивно желтое	300
Желтое	Интенсивно желтое	500

Цветность питьевой воды не должна превышать 20°.

### Определение запаха

Запах воды температуре 20 и 60°С. Берется 100 мл исследуемой воды в чистую колбу с широким горлом, закрывается пробкой, встряхивается. В открытом сосуде определяется обонянием характер и интенсивность запаха. Затем ту же колбу покрывают стеклом, нагревают до 60°С, слегка перемешивают вращением и определяют обонянием интенсивность запаха, руководствуясь 6-балльной шкалой (табл. 15).

## Оценка интенсивности запаха воды

Балл	Сила запаха	Значение
0	Нет	Запах не ощущается
1	Очень слабый	Не определяется потребителем, но обнаруживается опытным исследователем
2	Слабый	Потребитель обнаруживает только в том случае, если на запах обратить его внимание
3	Заметный	Запах различает потребитель, что вызывает его неодобрение
4	Отчетливый	Запах, обращающий на себя внимание и делающий воду неприятной для питья
5	Очень сильный	Запах, делающий воду непригодной для питья

**Определение вкуса и привкуса**

Вкусовые качества воды зависят от наличия в ней веществ природного происхождения или веществ, которые попадают в воду в результате ее загрязнения.

Вкус воды определяют при температуре 20 и 60° С. В рот набирают 10-15 мл воды и держат несколько секунд, не проглатывая. При определении вкуса воды открытых водоемов, сомнительных в санитарном отношении, пробу необходимо прокипятить в течение 5 мин, затем охладить до 20-25°С. Различают 4 основных вкуса: соленый, сладкий, горький, кислый. Все иные вкусовые ощущения определяют, как привкусы.

Запах воды не должен превышать 2 балла.

Интенсивность и характер вкуса и привкуса оценивают в баллах так же, как и запах (табл. 15). Эти показатели не должны превышать 2 баллов.

**Работа 3. Исследование химического состава воды**

Вопросы для подготовки к занятию

1. Перечислите и дайте характеристику видам загрязнения природных вод.

2. На какие группы делятся болезни, связанные с водой? Дайте им характеристику.
3. Как происходит самоочищение подземных вод?

### Определение окисляемости воды

Доброкачественной водой считается такая, органические примеси которой окислялись и превратились в неорганические соединения (минерализовались). Непосредственное определение органических веществ в воде технически трудно выполнимо. О наличии их можно судить по окисляемости воды. Под окисляемостью воды понимают количество кислорода, необходимого для окисления органических веществ животного и растительного происхождения, находящихся в 1 литре воды. Чем больше органических веществ в воде, тем выше ее окисляемость.

Для ориентировочного определения окисляемости в полевых условиях (у водоемов) пользуются стандартным методом:

В пробирку наливают 10мл исследуемой воды, добавляют 0,5 мл 25%  $H_2SO_4$  и 1мл 0,01н раствора  $KMnO_4$ , перемешивают и оставляют стоять на 20 мин при температуре выше  $20^{\circ}C$  или на 30-40 минут при температуре  $10-20^{\circ}C$ . Затем, пользуясь таблицей 16, определяют окисляемость по окраске пробирки.

*Таблица 16*

#### Определение окисляемости воды

Цвет при рассматривании сбоку	Окисляемость, мг $O_2$ /л
Яркий лилово-розовый	1
Лилово-розовый	2
Слабый лилово-розовый	4
Бледный лилово-розовый	6
Розово-желтый	8
Желтый	12 и выше

Для более точного определения окисляемости в лабораторных условиях применяют **титриметрический метод**.

Принцип определения окисляемости воды основан на свойстве марганцовокислого калия разлагаться в горячей воде с выделением

свободного кислорода, который и окисляет органические вещества, растворенные в воде.

Приборы:

1. Бюретка
2. Колбочки
3. Пипетка
4. Электроплитка

Реактивы:

1. 0,01 N раствор марганцовокислого калия  $\text{KMnO}_4$ , 1 мл которого в кислой среде может дать 0,08 мг кислорода (0,316  $\text{KMnO}_4$  на 1 л дистиллированной воды).

2. 0,01 N раствор щавелевой кислоты  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , 1 мл которой поглощает при окислении 0,08 мг кислорода (0,65 г  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  на 1 л дистиллированной воды).

3. 25% раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1 часть  $\text{H}_2\text{SO}_4$  удельного веса 1,84 разбавляется в 3-х частях дистиллированной воды).

Установление титра раствора.

Титр раствора  $\text{KMnO}_4$  устанавливается по щавелевой кислоте.

В колбу наливается 100 мл дистиллированной воды, добавляется 5 мл 25% раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и 8 мл 0,01 N раствора  $\text{KMnO}_4$ . Жидкость в колбе кипятится 10 мин. После этого в колбу добавляется 10 мл 0,01 N раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  отчего розовато окрашенное содержимое колбы обесцвечивается. Обесцвеченная горячая жидкость титруется 0,01 N раствором  $\text{KMnO}_4$  до появления слабого розового оттенка.

Количество миллилитров 0,01 N раствора  $\text{KMnO}_4$ , израсходованного до и в процессе титрования, будет соответствовать по титру 10 мл 0,01 N раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  и выделит при окислении 0,8 мг кислорода ( $10 \times 0,08 = 0,8$ ).

Ход анализа:

В колбу наливают 100 мл исследуемой воды, добавляется 5 мл 25% раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и 8 мл 0,01 N раствора  $\text{KMnO}_4$ .

Жидкость в колбе кипятится 10 мин. После этого в колбу добавляется 10 мл 0,01 N раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Обесцвеченная горячая

жидкость титруется 0,01 N раствором  $\text{KMnO}_4$  до появления розоватого оттенка. Количество миллилитров 0,01 N раствора  $\text{KMnO}_4$ , израсходованного до и в процессе второго титрования пойдет на окисление 10 мл  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  и органических веществ, содержащихся в исследуемой воде. После 10-минутного кипячения вода должна сохранять слабый розовый цвет. Если проба воды содержит много органических веществ, она может при кипячении побуреть или обесцветиться. В этом случае исследуемую воду разбавляют в несколько раз дистиллированной водой, а окончательный результат увеличивают во столько же раз.

Окисляемость воды вычисляется по формуле:

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \times K \times 0,08 \times 1000}{V}$$

где: X – искомая окисляемость воды в мг/л;  
 $V_1$  – второй титр  $\text{KMnO}_4$ ;  
 $V_2$  – первый титр  $\text{KMnO}_4$ ;  
 K – поправка к титру  $\text{KMnO}_4$ ;  
 0,08 – количество кислорода в мг, выделяемое 1 мл 0,01 раствора  $\text{KMnO}_4$ ;  
 1000 – перерасчет на 1 литр;  
 V – объем исследуемой воды.

Поправка к титру  $\text{KMnO}_4$  находится делением количества мл  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  на количество мл  $\text{KMnO}_4$ , пошедшее на титрование.

Очень хорошая, чистая вода имеет окисляемость менее 1 мг/л, для питьевой воды допустима окисляемость до 2-3 мг/л. Для поения животных иногда допускается окисляемость 5 мг/л, если органические вещества, содержащиеся в воде, не животного, а растительного происхождения. Приблизительное весовое содержание органических веществ в 1 л исследуемой воды получается при умножении весового количества кислорода, израсходованного при окислении, на 20, так как 1 мг кислорода соответствует 20 мг органических веществ.

### Определение реакции воды (рН)

Реакцию воды определяют погружением в нее красной и синей лакмусовых бумажек, через 5 минут их сравнивают с такими же бумажками, смоченными дистиллированной водой.

Посинение красной бумажки указывает на щелочную реакцию, покраснение синей – на кислоту, при отсутствии изменений окраски бумажек – реакция нейтральная. В нейтральной среде  $pH=7$ , в кислой она меньше, в щелочной больше.

Питьевая вода должна иметь слабощелочную или нейтральную реакцию (от 6,5 до 8).

Для точного определения величины  $pH$  воды используется колориметрический способ или  $pH$ -метры.

### Определение азотосодержащих веществ в воде

Важным показателем загрязнения воды являются соли аммиака, азотистой и азотной кислоты (нитраты и нитриты).

### Определение аммиака

#### Реактивы:

1. 50% раствор сегнетовой соли (виннокислый калий натрий  $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$  в дистиллированной воде).
2. Реактив Несслера (двойная соль йодистой ртути и йодистого калия –  $HgI_2 \cdot 2KJ$  в растворе  $KOH$ ).

#### Ход анализа.

В пробирку наливают 10 мл исследуемой воды, добавляют 0,3 мл раствора сегнетовой соли, затем 0,3 мл реактива Несслера. При наличии в воде аммиака, в пробирке через 10 мин появляется желтое окрашивание различной интенсивности, вследствие образования йодистого меркураммония  $NH_2Hg_2JO$ . По интенсивности окраски жидкости делается приближенное заключение о содержании аммиака в воде в мг/л, пользуясь таблицей 17.

Таблица 17

### Приближенное определение аммиака

Окрашивание при рассматривании		Содержание аммиака, мг/л
сбоку	сверху	
Нет	Чрезвычайно слабо-желтоватое	0,08
Чрезвычайно слабо-желтоватое	Слабо-желтоватое	0,2
Очень слабо-желтоватое	Желтоватое	0,4
Светло-желтоватое	Желтое	2,0
Желтое	Интенсивно желто-буроватое	4,0
Мутновато-резко-желтое	Бурое, раствор мутный	8,0
Интенсивно бурое, раствор	Бурое, раствор мутный	20,0

мутный		
--------	--	--

При обильном содержании в воде аммиака в пробирке появляется осадок красно-бурого цвета.

Допустимое содержание аммиака в питьевой воде – следы (менее 0,02 мг/л).

### Определение нитритов

#### Реактивы:

Реактив Грисса (смесь альфа-нафтиламина, сульфаниловой и янтарной кислоты в дистиллированной воде).

#### Ход анализа.

В пробирку наливается 10 мл исследуемой воды, прибавляется 0,5 мл реактива Грисса. Пробирку нагревают в течение 5 мин на водяной бане, при комнатной температуре около 70°C.

Появление розового окрашивания в пробирке указывает на присутствие в воде солей азотистой кислоты. По интенсивности окраски жидкости делается приближенное заключение о содержании нитритов в воде в мг/л, пользуясь таблицей 18.

*Таблица 18*

#### Приближенное определение нитритов

Окрашивание при рассмотрении		Содержание нитритов, мг/л
сбоку	сверху	
Нет	Нет	Менее 0,001
Едва заметное розовое	Чрезвычайно слабо-розовое	0,002
Очень слабо-розовое	Слабо-розовое	0,004
Слабо-розовое	Розовое	0,02
Светло-розовое	Розовое	0,04
Розовое	Сильно-розовое	0,07
Сильно-розовое	Красное	0,2
Красное	Ярко-красное	0,4

Допустимое содержание нитритов в питьевой воде – следы (менее 0,02 мг/л).

### Определение нитратов

**Определение с помощью сульфифеноловой кислоты.** В пробирку наливается 1 мл исследуемой воды, добавляется 1 мл сульфифеноловой кислоты. Смесь взбалтывается и оставляется на 20

мин. Появление желтого окрашивания в пробирке указывает на присутствие в воде солей азотной кислоты. По интенсивности окраски жидкости делается приближенное заключение о содержании нитратов в воде.

**Качественная реакция с дифениламином.** Применима в том случае, когда в исследуемой воде отсутствует азотистая кислота (нитриты). В фарфоровую чашечку помещают 1 мл исследуемой воды, добавляют кристаллик дифениламина и 2 мл концентрированной серной кислоты (осторожно наслаивают на воду). При наличии в воде нитратов она окрашивается в темно-синий цвет вследствие образования дифенилнитрозоамина.

Допустимое содержание нитратов в питьевой воде до 40 мг/л.

### **Определение сульфатов в воде**

Определение солей серной кислоты – сульфатов проводится с помощью хлористого бария  $BaCl_2$ , который осаждает сернокислые соли в воде в виде белого кристаллического осадка – сернокислого бария –  $BaSO_4$ .

#### Приборы и реактивы:

1. Стаканчик с плоским дном из бесцветного стекла, диаметром 28 мм и поперечной чертой для отмеривания 10 мл воды.
2. Стеклянная палочка.
3. Стеклянная воронка.
4. Фильтровальная бумага.
5. 25% раствор  $HCl$ .
6. 10% раствор  $BaCl_2$ .

#### Ход анализа.

В стаканчик наливается 10 мл (до черты) исследуемой воды (мутная вода предварительно фильтруется). К воде добавляется 2...3 капли раствора  $HCl$  и 5 капель раствора  $BaCl_2$ .

Воду помешивают стеклянной палочкой в течение 0,5 минуты и ставят стаканчик на самый мелкий шрифт (№1) таблицы (табл. 19).

Если буквы шрифта №1 различимы, то в одном литре исследуемой воды содержится до 50 мг/л  $SO_3$ , (концентрация указана справа от шрифта).

При большем содержании сульфатов, т.е. когда шрифт №1 не виден, стаканчик передвигают вверх по таблице на следующие шрифты, пока через слой воды можно будет различать буквы шрифта. Если шрифт №5 не виден, исследуемую пробу разбавляют 1:1 дистиллированной водой, отливают половину воды и повторяют определение. Найденное при этом количество сульфатов (в разбавленной воде) увеличивают вдвое, чтобы вычислить содержание их в исследуемой воде.

Таблица 19

## Упрощенный метод определения сульфатов в воде

№ шрифта	Шрифт	Данному шрифту соответствует количество SO <sub>3</sub> , мг/л
<b>5</b>	<b>С У Л Ь Ф А Т Ы</b>	<b>150</b>
<b>4</b>	<b>С У Л Ь Ф А Т Ы</b>	<b>125</b>
<b>3</b>	<b>С У Л Ь Ф А Т Ы</b>	<b>100</b>
<b>2</b>	<b>С У Л Ь Ф А Т Ы</b>	<b>75</b>
<b>1</b>	<b>С У Л Ь Ф А Т Ы</b>	<b>До 50</b>

Допустимое содержание сульфатов в питьевой воде до 500 мг/л.

**Определение хлоридов в воде**

Определение хлористых солей – хлоридов NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub> проводится с помощью азотнокислого серебра AgNO<sub>3</sub>, которое осаждает хлористые соли в виде белого осадка хлористого серебра.

Приборы:

- 1) колбочки
- 2) бюретка
- 3) пипетка
- 4) мерный цилиндр.

Реактивы:

1. Титрованный раствор  $\text{AgNO}_3$ , 1 мл которого осаждает 1 мг хлора (4,79 г  $\text{AgNO}_3$  растворяется в 1 л дистиллированной воды).
2. Титрованный раствор  $\text{NaCl}$ , 1 мл которого содержит 1 мг хлора (1,648 г  $\text{NaCl}$  растворяется в 1 л дистиллированной воды).
3. Индикатор – 10% раствор желтого однохромового калия –  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ .

Установление титра  $\text{AgNO}_3$ 

В колбочку набирается 10 мл титрованного раствора  $\text{NaCl}$ , добавляется 10 мл дистиллированной воды и 2 капли индикатора. Жидкость в колбочке титруется раствором  $\text{AgNO}_3$  до перехода желто-зеленого цвета в оранжевый.

Количество мл израсходованного раствора  $\text{NaCl}$  относят к израсходованному раствору  $\text{AgNO}_3$  и устанавливают при этом поправку к титру раствора  $\text{AgNO}_3$  – поправочный коэффициент (К).

Ход анализа

В колбочку набирается 100 мл исследуемой воды, добавляется 2 капли индикатора. Жидкость в колбочке титруется раствором  $\text{AgNO}_3$  до перехода желтого цвета в оранжевый.

Содержание хлоридов в 1 л исследуемой воды высчитывается по формуле:

$$X = A \times K \times 10$$

- где: X – искомое количество мг хлора в 1 л исследуемой воды;
- A – количество мг раствора  $\text{AgNO}_3$ , израсходованного при титровании 100 мл исследуемой воды;
- K – поправочный коэффициент раствора  $\text{AgNO}_3$ ;
- 10 – перерасчет на 1 л.

Допустимое содержание хлоридов в питьевой воде – до 350 мг/л.

**Определение жесткости воды**

Под жесткостью воды понимают общее количество содержащихся в ней солей кальция и магния. Различают жесткость воды общую, устранимую и постоянную.

**Общая** жесткость представляет сумму солей кальция и магния в сырой воде (сумма устранимой и постоянной жесткости).

**Устранимая жесткость** представляет сумму бикарбонатных и карбонатных солей кальция и магния, выпадающих в осадок после одночасового кипячения.

**Постоянная жесткость** представляет сумму сульфатных азотисто-азотнокислых и хлористых солей Ca и Mg, остающихся в воде после одночасового кипячения.

Жесткость воды выражается в градусах: 1° жесткости соответствует 10 мг CaO на 1 л воды. Мягкая вода имеет жесткость до 10°, умеренно жесткая от 10 до 20°, жесткая – свыше 20°. По инструкции не допускается для хозяйственно-питьевого водоснабжения вода с общей жесткостью свыше 40°.

Определение общего количества солей кальция и магния в воде делается с помощью реактивов трилона и хромогена черного.

Приборы:

- 1) бюретка
- 2) пипетка
- 3) колбочки.

Реактивы:

1. 0,1 N раствор трилона Б (двунариевая соль этилендиаминотетрауксусной кислоты) – 18,613 г на 1 л дистиллированной воды.

2. Щелочная смесь – аммиачный буферный раствор (100 мл 20% раствора хлористого аммония и 100 мл 20% раствора аммиака, доведенного до 1 л дистиллированной воды).

3. 0,01 N смешанный раствор хлористого кальция и сернокислого магния (75 мл 0,1 N раствора CaCl<sub>2</sub> и 25 мл 0,1 N раствора MgSO<sub>4</sub>, доведенные до 1 л дистиллированной водой).

4. Индикатор – хромоген черный (0,5 г хромогена черного ET-00 растворяется в 10 мл щелочной смеси и доводится до 100 мл этиловым спиртом).

Установление титра трилона.

В колбочку наливается 50 мл смешанного раствора и 5 мл буферного раствора. К смеси добавляется 5-7 капель хромогена черного. Жидкость титруется 0,1 N раствором трилона до перехода винно-красного цвета в голубой. Расчет делается по формуле:

$$K = \frac{5}{a}$$

где: К – коэффициент децинормальности трилона Б;  
 а – количество трилона Б, пошедшее на титрование;  
 5 – уменьшение в 10 раз взятой смеси.

### Определение общей жесткости воды

К 50 мл исследуемой воды добавляется 5 мл щелочной смеси и 8 капель индикатора. Жидкость титруют 0,1 N раствором трилона Б до перехода цвета винно-красного в голубой.

Жесткость воды в миллиграмм-эквивалентах в 1 л рассчитывается по формуле:

$$H = \frac{a \times K \times 100}{v}$$

где: Н – искомая жесткость в мг·эquiv/л;  
 а – количество мл 0,1 N раствора трилона Б;  
 К – коэффициент децинормальности трилона Б;  
 v – количество мл взятой для анализа воды.

Для перевода жесткости воды из мг·эquiv/л в градусы нужно полученное количество мг·эquiv/л умножить на 2,8. Один мг·эquiv/л соответствует 2,8°.

### Определение устранимой жесткости

#### Приборы и реактивы:

1. Колбочки.
2. Пипетка.
3. Бюретка.
4. 0.1 N раствор HCl.
5. 0.1 N раствор метилоранжа- индикатор.

#### Ход анализа:

К 100 мл исследуемой воды добавляется 2-3 капли индикатора. Жидкость титруют 0,1 N раствором HCl до первого изменения окраски (золотистый цвет переходит в розовый). Жесткость в 1 л исследуемой воды вычисляется по формуле:

$$X = a \times 2,8$$

где: X – искомая устранимая жесткость в градусах;

- а – количество мл в 0,1 N раствора HCl, пошедшее на титрование;
- 2,8 – количество мг CaO, соответствующее 1 мл 0,1 N раствора HCl.

### Определение постоянной жесткости

Постоянная жесткость получается вычитанием из числа градусов общей жесткости градусов устранимой жесткости.

### Определение железа в воде

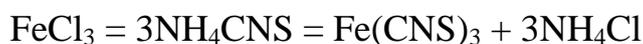
#### 1. Качественное определение

а) Закисное железо ( $Fe^{2+}$ ) дает с раствором красной кровяной соли сине-зеленое окрашивание – турнбулеву синь.



К 10 мл исследуемой воды (в пробирке) добавляют три капли раствора красной кровяной соли и определяют результат реакции по цвету;

б) Окисленное железо ( $Fe^{3+}$ ) с раствором роданистого калия или роданистого аммония дает розово-красное окрашивание – роданистое железо.



К 10 мл исследуемой воды (в пробирке) добавляют три капли раствора роданистого калия или роданистого аммония и также определяют результат реакции по цвету.

#### 2. Приближенное количественное определение

а) В пробирку берут 10 мл воды и для окисления закисного железа добавляют 2 – 3 капли перекиси водорода или крепкой азотной кислоты, затем приливают 0,2 мл (4 капли) 50%-ного раствора роданистого аммония или калия; через 3 минуты определяют общее количество железа (по табл. 20).

Таблица 20

#### Определение содержания железа в воде

Окрашивание воды при рассматривании сбоку	Окрашивание воды при рассматривании сверху вниз	Содержание железа, мг/л
Нет	Нет	Менее 0,05
Едва заметное желтовато-розовое	Чрезвычайно слабое желтовато-розовое	0,10

Окрашивание воды при рассматривании сбоку	Окрашивание воды при рассматривании сверху вниз	Содержание железа, мг/л
Очень слабое желтовато-розовое	Слабое желтовато-розовое	0,25
Слабое желтовато-розовое	Слабое желтовато-розовое	0,50
Слабое желтовато-розовое	Желтлвато-розовое	1,0
Сильное желтовато-розовое	Желтовато-красное	2,5
Слабое желтовато-красное	Ярко красное	5,0

б) Для определения этим методом содержания закисного и окисного железа поступают так: добавив к 10 мл воды три капли раствора роданистого аммония (или роданистого калия), определяют по таблице количество окисного железа, а затем, прилив три капли крепкой азотной кислоты или перекиси водорода, переводят в окисную форму и все закисное железо. Таким образом определяют все железо в воде (по табл. 19)

Вычтя из найденного общего количества железа содержание окисного, находим количество закисного железа.

Например, в начале определения окисного железа было 0,3 мг/л, а после окисления закисного железа содержание окисного составило 0,5 мг/л. Следовательно, закисного железа ( $Fe^{2+}$ ) было  $0,5 - 0,3 = 0,2$  мг/л.

## Работа 4. Очистка и обеззараживание воды

Вопросы для подготовки к занятию

1. Дайте характеристику методам очистки и обеззараживания сточных вод.
2. Опишите основные этапы очитки сточных вод на очистных сооружениях.

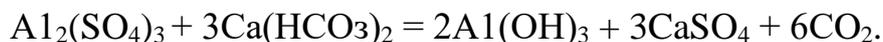
Способами очистки и улучшения качества воды являются: отстаивание, фильтрации, коагуляция и хлорирование.

### Коагуляция воды

Мутная вода очищается посредством коагуляции. Коагулированная вода более полно обеззараживается хлорированием.

В качестве коагулянта применяется главным образом сернокислый алюминий –  $Al_2(SO_4)_3$  или глинозем.

Реже применяется для этих целей известь, квасцы, сернокислое железо. Глинозем, добавленный в воду, реагирует с бикарбонатными кальцием и магнием:



Образующийся гидрат окиси алюминия  $Al(OH)_3$ , осаждаясь на дно в виде хлопчатого осадка, увлекает за собой муть, а также и микроорганизмы.

Потребная доза коагулянта зависит, главным образом, от степени устранимой жесткости: чем больше в воде бикарбонатов кальция и магния, тем больше требуется глинозема. При недостаточном количестве взятого коагулянта образуется мало хлопьев и не получается хорошего осветления воды, при избытке его – вода приобретает кислый вкус.

#### Приборы и реактивы:

1. Три химических стакана по 200 мл.
2. Пипетки.
3. Три стеклянных палочки.
4. 1% раствор глинозема.

#### Ход анализа:

1. Определение устранимой жесткости (методика изложена выше).
2. Определение дозы коагулянта.

В стаканы наливают по 200 мл исследуемой воды. К воде добавляется 1% раствор глинозема.

На 1° устранимой жесткости берется 0,8 мл 1% раствора глинозема. Например, при устранимой жесткости в 10° в первый стакан добавляют 8 мл ( $0,8 \times 10 = 8$ ), во второй стакан на 1° меньше – 7,2 мл ( $0,8 \times 9 = 7,2$ ), в третий стакан на 2° меньше – 6,4 мл ( $0,8 \times 8 = 6,4$ ).

Воду в стаканах размешивают стеклянными палочками и оставляют на 10 минут для образования хлопьев.

Дозой коагулянта считается наименьшее количество 1% раствора глинозема, от которого через 10 минут в стакане появляются ясно заметные хлопья, оседающие на дно.

Если коагуляция во всех стаканах протекает очень быстро или очень медленно, опыт повторяется с меньшими или большими дозами коагулянта.

В мягкой воде, имеющей устранимую жесткость менее 4-5°, процесс коагуляции протекает плохо, т.к. такая вода содержит мало коагулянта и образование хлопьев  $Al(OH)_3$  происходит недостаточное. В таких случаях в очищаемой воде следует повысить устранимую жесткость. Для этого вода в стаканах подщелачивается гашеной известью в дозе 0,4 г или не гашеной в дозе 0,3 г на каждый грамм глинозема. Пробная коагуляция с подщелачиванием воды проводится по выше проведенной методике.

При вычислении потребного количества 1% раствора глинозема для коагуляции найденную наименьшую дозу его умножают на 5 и на количество литров воды, подлежащих коагуляции.

### **Хлорирование воды**

Сущность обеззараживающего действия хлорной извести заключается в следующем: в воде хлорная известь разлагается на свободный хлор и кислород, окисляющие органические вещества и бактерии, содержащиеся в воде.

Свежая хлорная известь должна содержать не менее 35% активного хлора. Хлорная известь, используемая для хлорирования воды, должна содержать не менее 25% активного хлора.

В виду непостоянства состава хлорной извести, перед употреблением она должна быть исследована на содержание активного хлора. Принцип определения количества активного хлора в хлорной извести основан на том, что хлор в растворе (в кислой среде) вытесняет из добавленного йодистого калия эквивалентное количество свободного йода, количество которого определяется титрованием гипосульфитом.

#### Приборы:

1. Роговые весы.
2. Стакан на 200 мл.
3. Фарфоровая чашка.
4. Колба на 100 мл.
5. Пипетки.

6. Стеклянные палочки.
7. Мерный цилиндр. Реактивы:
8. 10% раствор йодистого калия.
9. 5% раствор серной кислоты.
10. 1% раствор крахмала – индикатор.
11. 0,01 N раствор гипосульфита (1 мл 0,01 N раствора гипосульфита связывает 1,269 мг йода, что соответствует 0,055 мг хлора).
12. Кипяченая дистиллированная вода.

Ход анализа:

Берется средняя проба хлорной извести в количестве 1 г. В стакан наливается 100 мл прокипяченной дистиллированной воды. В фарфоровой чашке постепенно размешивают 1 г хлорной извести с отмеренной водой. Известковое молоко, а также жидкость после ополаскивания чашки водой, оставшейся в стакане, сливается в колбу. Жидкость в колбе закрывается пробкой, встряхивается и оставляется на 1 час для отстаивания.

Затем 1 мл отстоявшегося раствора переносят в стакан, добавляют к нему 50 мл дистиллированной воды, 2 мл раствора КJ, 1 мл раствора  $H_2SO_4$  и 1 мл раствора крахмала.

Вытесненный хлором из йодистого калия свободный йод окрашивает крахмал в синий цвет.

Посиневшую жидкость титруют гипосульфитом до обесцвечивания.

Процентное содержание активного хлора (X) в исследуемой хлорной извести определяется по формуле:

$$X = \frac{a \times 0,355 \times 100 \times 100}{1000}$$

- где: а – количество мл 0,01 N раствора гипосульфита, пошедшее на титрование;
- 0,355 – количество мг хлора, эквивалентного 1 мл 0,01 N раствора гипосульфита;
- 100 – перевод содержания хлора на 100 мл приготовленного раствора;

100 – перевод содержания хлора на 100 г хлорной извести;

1000 – перевод мг в граммы.

После соответствующих сокращений формула принимает следующий вид:

$$X = a \times 3,55$$

### **Определение хлорпотребности воды**

При обеззараживании воды устанавливается необходимое для этого количество активного хлора – хлорпоглощающая способность воды.

Определение хлорпотребности воды производится пробным хлорированием.

#### Приборы:

1. Три стакана емкостью 200 мл.
2. Микропипетка (1 мл – 20 капель).
3. Три стеклянные палочки.
4. Пипетка.

#### Реактивы:

1. 1% раствор хлорной извести.
2. 5% раствор  $H_2SO_4$ .
3. 10% раствор КJ.
4. 1% раствор крахмала.

#### Ход анализа:

Исследуемую воду разливают по 200 мл в три стакана, вкладывают в них по стеклянной палочке и добавляют микропипеткой 1% раствор хлорной извести:

В 1-й стакан – 1 каплю (0,05 мл);

Во 2-й стакан – 2 капли (0,1 мл);

В 3-й стакан – 3 капли (0,15 мл).

Воду в стаканах размешивают отдельными стеклянными палочками и оставляют на 30 минут. По истечении указанного срока в воде определяют наличие свободного остаточного хлора.

Для этого в каждый стакан добавляют по 5 капель раствора  $H_2SO_4$ , по 1 мл раствора КJ и по 1 мл раствора крахмала. Содержимое стаканов перемешивается.

Вода, при наличии свободного хлора, оставшегося после окисления органических веществ, окрасится в синий цвет. Хлорпотребность воды определяется по количеству раствора хлорной извести, внесенного в тот стакан, в котором в течение первых трех минут вода примет слабый синий цвет. При избыточном или недостаточном количестве внесенной в стаканы хлорной извести пробное хлорирование повторяется с меньшими или большими ее дозами.

Потребное количество в мл раствора хлорной извести на 1 л исследуемой воды вычисляется по формуле:

$$X = a \times 5$$

где: а – количество мл 1% раствора хлорной извести в пробном стакане;  
5 – перерасчет на 1 л воды.

### **Определение остаточного хлора в хлорированной воде**

#### Ход анализа:

В стакан наливают 200 мл воды, подвергавшейся хлорированию, добавляют 5 капель 5% раствора  $H_2SO_4$ , 1 мл 10% раствора КJ и 1 мл 1% раствора крахмала.

Посиневшую жидкость титруют 0.01 N раствором гипосульфита до полного обесцвечивания.

Содержание в мг остаточного хлора в одном литре хлорированной воды определяется по формуле:

$$X = a \times 5 \times 0,355$$

где: а – количество мл 0,01 N раствора гипосульфита, пошедшее на титрование остаточного хлора в 200 мл исследуемой воды;  
0,355 – количество мг хлора, эквивалентное 1 мл 0,01 N раствора гипосульфита;  
5 – перерасчет на 1 л воды.

Для определения остаточного хлора можно использовать также один из стаканов с водой, в котором установлена хлорпотребность.

Допустимое содержание остаточного хлора в питьевой воде 0,3-0,4 мг/л.

### Дехлорирование воды

Избыточный хлор в воде, превышающий допустимый остаточный хлор, подлежит уничтожению. Этот процесс называется дехлорированием. Дехлорируют воду сернистым газом ( $\text{SO}_2$ ), но чаще гипосульфитом.

Количество гипосульфита в мг/л, потребное для дехлорирования избыточного остаточного хлора, высчитывается по формуле:

$$X = \frac{(a \times 5 \times 0,355) - 0,4}{0,355} \times 2,48$$

где: а — количество мл 0,01 N раствора гипосульфита, пошедшее на титрование остаточного хлора в 200 мл исследуемой воды;  
 5 — перерасчет на 1 л воды;  
 0,355 — количество мг хлора, эквивалентное 1 мл 0,01 N раствора гипосульфита;  
 0,4 — предельно допустимое количество остаточного хлора в 1 л хлорированной воды;  
 2,48 — содержание в мг гипосульфита в 1 мл 0,01 N раствора.

### Санитарное заключение о качестве воды (по данным собственного анализа)

- I. Результаты санитарно-топографического обследования водоисточника.
  1. Тип водоисточника (колодец, пруд, река, родник и др.).
  2. Время сооружения, размер, глубина.
  3. Способ забора воды, водоподъемные сооружения, перекрытия.
  4. Где и как расположен водоисточник (область, район, село, во дворе, на пастбище, на возвышенности или в низине, в отдаленности от строения и источника загрязнения воды).
  5. Благоустройство поверхности вокруг водоисточника и санитарное состояние водозаборных сооружений.
- II. Результаты исследований физических свойств воды.
  1. Температура.

2. Цвет.
3. Прозрачность.
4. Запах.
5. Вкус.

III. Химический состав воды.

1. Реакция воды (рН).
2. Азотосодержащие вещества (аммиак, нитриты, нитраты).
3. Окисляемость.
4. Сульфаты.
5. Хлориды.
6. Жесткость.
7. Микробное число, коли-титр и коли-индекс воды.

IV. Заключение о пригодности воды для питьевых целей и меры по ее улучшению.

Таблица 21.

## Нормативы химического состава питьевой воды

Показатель и содержание химических элементов	По ГОСТу	По европейскому стандарту
Запах при температуре 20 и 60°C, баллы, не более	2	–
Вкус и привкус при температуре 20°C, баллы, не более	2	–
Цветность, ЕИЦ*	20	–
Мутность по стандартной шкале, не более	1,5 мг/дм <sup>3</sup>	4 НЕМ**
Водородный показатель (рН)	6,0...9,0	6,5...8,5
Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup> , не более	1000	1500
Аммоний, мг/дм <sup>3</sup> , не более	–	0,5
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup> , не более	350	250
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup> , не более	500	250
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,3	0,3
Марганец, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,1	–
Медь, мг/дм <sup>3</sup> , не более	1,0	–
Цинк, мг/дм <sup>3</sup> , не более	5,0	5,0
Остаточный алюминий, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,5	0,2
Полифосфаты остаточные, мг/дм <sup>3</sup> , не более	3,5	–
Общая жесткость, мг·экв/дм <sup>3</sup> , не более	7,0	–
Бериллий, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,0002	–
Молибден, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,25	–
Мышьяк, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,05	0,05
Нитраты, мг/дм <sup>3</sup> , не более	45,0	50
Нитриты, мг/дм <sup>3</sup> , не более	–	0,1
Свинец, мг/дм <sup>3</sup> , не более	–	0,05
Селен, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,001	0,01
Стронций, мг/дм <sup>3</sup> , не более	7,0	–
Фтор, мг/дм <sup>3</sup> , не более	1,5	1,5
Хлор свободный, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,3...0,5	–
Хлор связанный, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,8...1,2	–
Цианиды, мг/дм <sup>3</sup> , не более	–	0,05

\*ЕИЦ – единицы интенсивности цвета

\*\*НЕМ – нефелометрические единицы мутности

Таблица 22.

**Нормативы предельного содержания минеральных  
веществ в воде для поения животных**

Вид животных	Минеральный состав воды, мг/л			Общая жесткость, мг·экв/дм <sup>3</sup>
	Сухой остаток	Хлориды	Сульфаты	
<b>Крупный рогатый скот:</b>				
взрослые животные	<u>800</u> 2400	<u>120</u> 600	<u>250</u> 800	<u>10</u> 18
телята и ремонтный молодняк	<u>600</u> 1800	<u>100</u> 400	<u>200</u> 600	<u>10</u> 14
<b>Овцы:</b>				
взрослые животные	<u>1000</u> 5000	<u>700</u> 2000	<u>800</u> 2400	<u>24</u> 45
ягнята и ремонтный молодняк	<u>300</u> 3000	<u>500</u> 1500	<u>600</u> 1700	<u>20</u> 30
<b>Свиньи:</b>				
взрослые животные	<u>600</u> 1200	<u>100</u> 400	<u>200</u> 600	<u>8</u> 14
поросята и ремонтный молодняк	<u>500</u> 1000	<u>100</u> 300	<u>180</u> 500	<u>8</u> 12
<b>Лошади:</b>				
взрослые животные	<u>500</u> 1000	<u>100</u> 400	<u>150</u> 400	<u>10</u> 15
жеребята и ремонтный молодняк	<u>400</u> 800	<u>80</u> 300	<u>120</u> 350	<u>10</u> 12

Примечание: В числителе даны рекомендуемые значения, в знаменателе – предельно допустимые.

Таблица 23.

Нормы потребления воды на одно животное, л/сут.

Вид и группа животных	Всего	В том числе на поение
Крупный рогатый скот:		
коровы молочные	100	85; 65
коровы мясные	70	70; 65
быки и нетели	60	55; 40
молодняк:		
до 6 мес.	20	18; 10
старше 6 мес.	30	28; 25
Свиньи:		
хряки-производители	25	10
матки супоросные и холостые	25	12
матки подсосные с приплодом	60	20
отъемыши	5	2
ремонтный молодняк	15	6
на откорме	15	6
Овцы:		
взрослые (бараны, матки, валухи)	8	6
молодняк после отбивки	4	3
ягнята при искусственном выращивании	3	2
Лошади:		
жеребцы-производители	70	45
кобылы с жеребятами	80	65
кобылы, мерины и молодняк старше 1,5 лет	60	50
молодняк до 1,5 лет	45	35
Звери:		
кролики, норки, соболи	3	3
лисы, песцы	7	7

## **ТЕМА IV. САНИТАРНО-ЗООГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОРМОВ**

Кормами называют продукты растительного или животного происхождения, а также минеральные вещества, которые употребляют для кормления сельскохозяйственных животных. Они должны содержать в себе питательные вещества в усвояемой животными форме и не должны оказывать вредное действие на здоровье животных при скармливании в обычных для хозяйственных условий количествах.

Хозяйственная ценность кормов зависит, прежде всего, от содержания в них питательных веществ. Наряду с этим достоинство корма зависит и от таких свойств, которые влияют на аппетит животных, поедаемость кормов, здоровье животных и тем самым на их продуктивность. Эти свойства кормов («доброкачественность») в хозяйственной практике обычно приходится оценивать по внешним признакам – органолептически, по форме и внешнему виду, по цвету, запаху, вкусу, чистоте или засоренности и пр. Конечная хозяйственная оценка корма должна базироваться на учете пригодности его для данного вида животных, его питательности, съедобности, влияния на здоровье животных и качество получаемой продукции, а также на учете особенностей техники хранения, подготовки к скармливанию и пр.

Качество кормов определяется на основании органолептических, химических и биологических исследований.

Для исследований отбирают среднюю пробу корма. Средняя проба должна отражать состав корма. Пробы кормов упаковывают в ящики, целлофановые мешки, стеклянную посуду.

### **Работа 1. Оценка доброкачественности грубых кормов**

Вопросы для подготовки к занятию

1. Что такое корма? Как они влияют на здоровье и продуктивность животных?

2. Какие формы патологических состояний, связанных с неправильным кормлением, вы знаете?
3. В следствие чего возникают заболевания кормового происхождения?
4. В следствие чего возникают заболевания диетического происхождения?
5. Дайте гигиеническую характеристику пищевым веществам.
6. Какое влияние оказывают корма на применение лекарственных веществ?
7. Перечислите гигиенические правила кормления сельскохозяйственных животных.
8. Какие растения чаще всего накапливают циангликозиды? Механизм действия этих токсинов. Профилактика отравления циангликозидами.
9. Какие растения чаще всего накапливают фотосенсибилизаторы? Механизм действия этих токсинов. Профилактика отравления фотосенсибилизаторами.

### Сено

**Сено** получают естественным высушиванием травы ветром и солнцем до такого состояния, в котором растительная масса может без порчи сохраняться продолжительное время; в этом состоянии сено содержит влаги около 14-17%. Высушивание травы в естественных условиях является сложным биохимическим процессом, в котором выделяют два периода: 1) период голодного обмена – пока клетки скошенных растений ещё живут, и 2) период после отмирания растительных клеток. Для первого периода характерно преобладание процессов распада над синтезом; потери питательных веществ в это время происходят в результате дыхания, продолжающегося в растениях до того момента, пока содержание воды в них не упадёт до 38% (влажность, исключая возможность жизни растительных клеток). Размер потерь органических веществ в этот период зависит от температуры и влажности воздуха и продолжительности сушки: чем быстрее умирают растительные клетки вследствие высыхания, тем меньше потери питательных веществ.

Во втором периоде, после отмирания растений, изменения в составе высушиваемой травы и потери питательных веществ происходят вследствие ферментативных и фотохимических процессов. Чтобы сберечь в высушиваемой траве максимальное количество питательных веществ необходимо досушиванием быстро довести траву до состояния, при котором прекращается активная деятельность окислительных ферментов, т.е. снизить влажность до 14-17%.

При нормальной сушке в хорошую погоду общие потери в сухом веществе травы колеблются от 10 до 30%, при неблагоприятных условиях погоды они могут достигать до 50% и больше.

Все травы по ботаническому составу делятся на: съедобные (злаковые, бобовые, разнотравье), грубые несъедобные (бодяк, зверобой, камыш, папоротник, мох, осока и др.), вредные (молочай, полынь, ковыль и др.) и ядовитые растения.

Ядовитые растения, в свою очередь подразделяются на: ядовитые в свежем и высушенном состоянии (черёмуха, белена, дурман, вех ядовитый и др.), ядовитые только в свежем виде (болиголов, лютики, ветреница, калужница болотная, бутень, омежник и др.), растения, имеющие ядовитые семена (куколь, горчак, живокость посевная и др.).

**Отбор средней пробы** сена делается отдельными выемками по 200–250 г в количестве 2 кг, затем взятые образцы перемешивают на брезенте.

#### Органолептическая оценка сена

**Цвет.** Нормально убранное сено зелёного, бобовое – буровато-зелёного цвета. Белёсый цвет имеет сено при продолжительном пребывании под солнцем в валках или перестоявшее на корню, жёлтый цвет – при продолжительном пребывании под дождём, чёрный (горелый) – при самонагревании.

**Запах.** Свежеубранное сено имеет специфический ароматный запах. Слабый запах имеет сено, побывавшее под дождём или перестоявшее на корню. Затхлый запах у заплесневелого сена.

**Влажность** определяется ориентировочно. При влажности до 14% сено при скручивании пучка трещит, а при сгибании ломается. При влажности до 17% при скручивании не трещит, при сгибании разрывается не полностью. При влажности до 20% треска при скручивании пучка не наблюдается, при сгибании он не ломается.

**Пыльность.** Пыльным считается сено, образующее при встряхивании явно заметную пыль.

**Время уборки.** Время сенокосения определяется по наличию в сене цветов или семян, а отчасти по цвету. Сено весеннего укоса – ярко-зелёное, с цветами весенней флоры, с приятными запахами. Сено летнего укоса – бледно-жёлтого цвета, со зрелыми семенами, почти без запаха. Остальное сено – зелёного цвета, лишённое запаха и цветущих растений.

#### Определение сорной примеси в сене

Сорную примесь в сене составляют труха, пыль и инородные предметы. Для определения сорной примеси навеску сена (500 г) тщательно встряхивают над бумагой. Собранные мелкие остатки просеивают через сито с диаметром ячеек 3 мм. Сорную примесь, прошедшую через сито, взвешивают и выражают в процентах к весу всей навески.

#### Определение испорченного сена

Из навески (500 г) выделяют гнилое, горелое, заплесневелое, загрязнённое сено, взвешивают и выражают в процентах к общему весу навески.

#### Определение ботанического состава

Навеску сена (500 г) разбирают на группы: съедобные (злаковые, бобовые), грубые, вредные, ядовитые растения. Каждую группу взвешивают отдельно и выражают в процентах к общему весу навески.

#### Заключительная оценка

**Доброкачественное** сено должно быть нормального цвета и запаха, с хорошей облиственностью, без признаков порчи с влажностью не более 17%. Содержание несъедобных примесей допускается не более 25%, в том числе до 10% сорной примеси, до

10% гнилого, горелого, заплесневелого и до 1% ядовитых и вредных растений. Вес отдельных пучков ядовитых трав допускается не более 200 г.

Сено подразделяется на три категории: классное, неклассное (нестандартное) и дефектное (недоброкачественное). Определение классности сена – это суммарная его оценка по результатам лабораторного исследования.

**Классное сено** – скошенное не позднее цветения преобладающих трав, не выцветшее, не побуревшее, со специфическим запахом.

**Неклассное сено** – не удовлетворяющее предыдущим требованиям, а также болотное.

**Дефектное сено** – содержащее не съедобной части (грубых растений, испорченного сена и сорной примеси) в количестве, превышающем нормы, установленные для не классного сена.

### **Солома и мякина**

**Солома** – грубый корм, получаемый из злаковых и бобовых культур после обмолота зерна. Питательные вещества, содержащиеся в соломе, заключены в прочный лигнин-целлюлозный комплекс, который слабо разрушается в желудочно-кишечном тракте животных.

**Мякина, или полова**, получается в большом количестве при обмолоте и очистке зерна. В нее входят семенные пленки, тертые молотью листочки и нежные части соломины, колос, неполновесное зерно, а также всегда большее или меньшее количество земли, пыли, семян сорных трав и прочих примесей.

**Органолептическая оценка и исследование** соломы и мякины проводятся по тем же показателям, как и сена, кроме ботанического состава.

#### Заключительная оценка

Солома и мякина может быть доброкачественной и дефектной.

**Доброкачественная солома** имеет специфический цвет, блеск, упругость, своеобразный запах, влажность не более 17%.

**Доброкачественная мякина** должна быть сыпучей, со своеобразным запахом и цветом, влажностью не более 17% не должна содержать сорной примеси не более 1% сорных и ядовитых семян.

## Работа 2. Оценка доброкачественности сочных кормов

### Вопросы для подготовки к занятию

1. Какие мероприятия проводятся для профилактики отравлений животных, связанных с неправильным хранением и приготовлением кормов?
2. В каких случаях возможны отравления нитратами, содержащимися в кормах? Перечислите клинические признаки отравления нитратами? Как профилактировать отравление животных нитратами и нитритами?
3. В каких случаях возможны отравления соланином, содержащимися в кормах? Перечислите клинические признаки отравления соланином? Как профилактировать отравление животных соланином?
4. В каких случаях возможны отравления сивушными маслами, содержащимися в кормах? Какие будут при этом клинические признаки? Как профилактировать отравление животных сивушными маслами?

### Силос

Для сохранения кормов, богатых водой, с трудом или вообще не поддающихся высушиванию в обычных хозяйственных условиях, а также для заготовки на зиму сочных кормов широко пользуются силосованием.

Сущность силосования заключается в том, что в свежей растительной массе, плотно уложенной в непроницаемые для воздуха ямы или башни, в результате биохимических процессов постепенно накапливаются органические кислоты, преимущественно молочная, которые служат консервирующим средством, предохраняя при известной концентрации растительную массу от дальнейшего разложения. Задача силосования сводится главным образом к выработке в силосуемой массе необходимого минимума молочной кислоты.

**Отбор средней пробы** силоса делается из нескольких мест силосохранилища с глубины 20 см после снятия верхнего слоя в количестве 2 кг и упаковывается в герметическую стеклянную банку.

### Органолептическая оценка силоса

**Цвет.** Доброкачественный силос имеет зелёный, жёлто-зелёный цвет, испорченный силос – грязно-мутную тёмную окраску.

**Запах.** Доброкачественный силос имеет приятный фруктовый запах, не доброкачественный – запах уксуса, прогорклого масла, навоза. Наличие нежелательной в силосе масляной кислоты узнают по острому неприятному запаху, проявляющемуся при растирании между пальцами частиц силосованных растений.

**Вкус.** Доброкачественный силос имеет приятный слабокислый вкус. Резко кислый вкус, особенно с горьковатым и щиплющим привкусом, говорит о порче силоса.

**Консистенция.** В доброкачественном силосе измельченные части растений сохраняют свою структуру, листочки эластичны, легко разъединяются. Испортившийся силос становится ослизненным, мажущимся, он не пригоден для скармливания.

### Определение pH силоса

Стакан наполовину заполняют силосом, полностью смачивают его дистиллированной водой, перемешивают и оставляют на 2–3 минуты. Затем вытяжку отфильтровывают. 2 мл фильтрата помещают в углубление белой фарфоровой пластинки (палитры), добавляют 2–3 капли силосного индикатора (смесь красок метилропта и бромтимолбляу).

По окраске жидкости в палитре устанавливают величину pH и, соответственно, качество силоса. При красной окраске жидкости pH силоса 4,0–4,2, при красно-оранжевой – 4,2–4,6, при желтой – 4,8 и выше. pH хорошего силоса 4,0–4,2. При такой кислотности среды невозможна жизнедеятельность маслянокислых и гнилостных бактерий (табл. 24).

*Таблица 24*

Значение pH, при котором могут развиваться различные виды бактерий

Молочнокислые бактерии		Маслянокислые и гнилостные бактерии	
Lactobact. pentoacet	3,0-8,6	Bact. amylobacter	4,7-8,3
Streptococcus lactis	3,0-7,9	Bact. proteus	4,9-9,4
Bact. casei	3,0-7,0	Bact. coli	4,4-7,8

Плесени и бактерии уксуснокислого брожения – строго аэробные организмы, развивающиеся только при свободном доступе кислорода.

#### Определение общей кислотности силоса

В колбочку помещают 20 г мелко изрезанного ножницами силоса, вливают 200 мл дистиллированной воды, взбалтывают и ставят на водяную баню на 30 минут, затем содержимое колбы охлаждают и фильтруют. К 100 мл фильтрата добавляют 8-10 капель фенолфталеина и титруют 0,1 N раствором NaOH до ясного розового окрашивания, не исчезающего в течение одной минуты при помешивании.

Кислотность силоса рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{a \times H \times 5}{10},$$

- где: К – искомая кислотность силоса в градусах;  
 а – количество мл 0,1 N раствора щёлочи, пошедшее на титрование;  
 Н – поправка к титру щёлочи;  
 5 – перевод децинормального раствора щёлочи в нормальный;  
 10 – пересчёт на 100 г корма.

Один градус кислотности соответствует 1 мл нормального раствора щёлочи.

Допустимая кислотность силоса до 26°.

#### Определение аммиачных соединений в силосе

Доброкачественный силос без добавок аммиачной воды или карбамида не содержит аммиачных соединений, которые свидетельствуют о распаде в силосе белка (аммонификация).

Для определения аммиачных соединений 25 г мелко нарезанного силоса помещают в колбу и заливают прокипяченной остуженной дистиллированной водой. Содержимое настаивают 4–5 часов при периодическом встряхивании, затем фильтруют.

К 10 мл фильтрата добавляют 10 капель реактива Несслера. Появление ярко жёлтого или оранжевого окрашивания указывает на

наличие аммиачных соединений, а выпадения кирпично-красного осадка – на значительное содержание.

#### Определение гниения силоса

При разложении в силосе азотосодержащих веществ образуется аммиак. Для определения его наличия, в широкую пробирку наливают 1-2 мл реактива, состоящего из смеси одной части крепкой соляной кислоты, трёх частей 96° спирта и одной части эфира. Пробирку закрывают пробкой с проволокой, на загнутый конец которой прикрепляют небольшой кусочек силоса на расстоянии 2 см от поверхности реактива. В гниющем силосе появляется облачко из хлористого аммония.

#### Заключительная оценка

**Доброкачественный** силос зелёного или желтовато-зелёного цвета, с сохранённой структурой растений, с ароматным запахом, слабо кислого вкуса, с активной кислотностью (рН) 4,0–4,2 и общей титруемой кислотностью до 26°.

**Удовлетворительный** силос желтоватого цвета, с недостаточно выраженной структурой, с приятным запахом, умеренно или недостаточно кислый, с рН 4,2–4,6.

**Недоброкачественный** силос грязно-мутный или тёмно-коричневый, мажущейся консистенции, с неприятным запахом, с рН 4,8 и выше.

#### **Сенаж**

**Сенаж** – это консервированный корм, приготовленный из зеленой травы, провяленной до влажности 50-55%, и законсервированный в герметические емкости. В провяленной до влажности 50-55% массе слабо развиваются гнилостные и маслянокислые бактерии. Сильно замедляется также деятельность молочнокислых бактерий, вследствие чего молочнокислое брожение при сенажировании в сравнении с силосованием протекает менее интенсивно, корм подкисляется в меньшей степени. Плесневые грибы могут развиваться только при свободном доступе кислорода, тщательная герметизация растительной массы от воздуха предотвращает их развитие. Без доступа воздуха прекращается также дыхание растительных клеток и устраняется возможность развития

термофильных бактерий, вызывающих нагревание массы. Консервирующим веществом при сенажировании является углекислый газ (CO<sub>2</sub>).

Органолептическая оценка и исследование сенажа проводятся по тем же показателям, как и силос.

#### Заключительная оценка

**Доброкачественный** сенаж имеет зелёный цвет, сохраненную структуру растений, слабо выраженный фруктовый запах, рН 4,6-5,3, общую кислотность 18-20°.

### **Корнеклубнеплоды**

В кормовых ресурсах хозяйств корнеплоды занимают важное место, как сочный зимний корм для всех сельскохозяйственных животных. К корнеклубнеплодам относят: картофель, свеклу кормовую и сахарную, турнепс, брюкву, морковь, топинамбур.

Благодаря большому содержанию воды и легкорастворимых углеводов корнеклубнеплоды не отличаются прочностью при хранении, поэтому в течение всего зимнего периода необходимо внимательно следить за их хранением.

**Отбор средней пробы** корней и клубней делается в количестве 5 штук рядом лежащих клубней из разных мест хранилища, выдерживая соотношение по количеству крупных, средних и мелких. В лаборатории корни и клубни очищают от земли, промывают водой и определяют в процентном отношении количество земли, полноценных и испорченных корнеклубнеплодов.

#### Определение нитратов в свекле

Профилактика отравления: свеклу доводят кипения как можно быстрее и подвергают кипячению не менее 30 минут. Нельзя допускать медленного длительного остывания свеклы в котлах; отвар удаляют – давать его животным недопустимо.

Для определения нитратов в колбу помещают 10–15 г свекольной мякоти, взятой из разных мест корнеплода, добавляют 30 мл дистиллированной воды, кипятят 15 минут, а затем фильтруют.

Фильтрат выпаривают в фарфоровой чашке. На желтоватый осадок кладут несколько кристаллов дифиниламина и смачивают их 2–3 каплями концентрированной серной кислоты.

При значительном содержании нитратов появляется синее окрашивание осадка, при малом – розовое. При сохранении первоначальной окраски – содержание нитратов незначительное.

Выше описанным способом можно определить наличие нитратов в свекольном отваре и на свежем разрезе сырой кормовой свеклы.

Свекла при резко положительной реакции на нитраты (синее окрашивание) непригодна для скармливания животным, при слабо выраженной реакции (розовое окрашивание) – используется в рационе в ограниченном количестве.

#### Определение солонина в картофеле

Из клубня вырезают несколько пластинок толщиной 1мм (от верхушки до половины, с боков и с участков около глазков). Пластинки помещают в фарфоровую чашку или на большое чистое стекло. На срезы по каплям наносят 80% уксусную кислоту, концентрированную серную кислоту и 5% раствор перекиси водорода. При содержании солонина срезы окрашиваются в красный (малиновый) цвет. Особенно легко солонин находится на периферии клубней и около глазков.

### **Работа 3. Оценка доброкачественности зерновых кормов**

Вопросы для подготовки к занятию

1. Опишите режим и технику кормления концентрированными кормами.
2. Какие заболевания могут возникнуть при неправильном скармливании зерновых кормов?

**Отбор средней пробы** зерна делается специальными щупами (рис. 48) из разных мест хранилища в количестве 2 кг.

#### Органолептическая оценка зерна

**Цвет** доброкачественного зерна светло-жёлтый с блеском.

**Запах** приятный.

**Вкус** сладковатый, пресный.

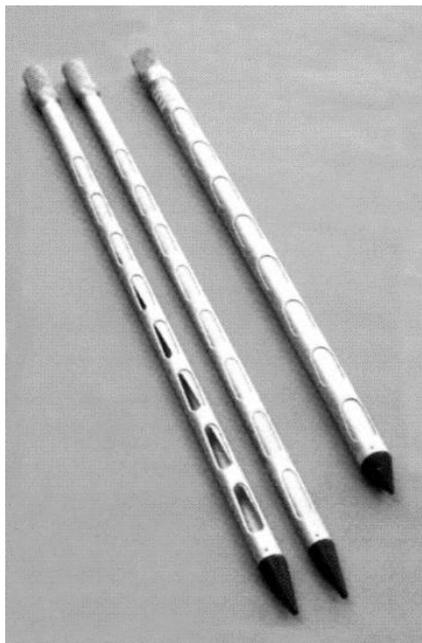


Рис. 48. Щупы для взятия проб зерна

**Влажность** зерна приблизительно определяется при разрезе его ножом. Если половинки зерна отскакивают от ножа, влажность его до 16%, если они остаются на месте – влажность свыше 16% (до 20%).

Недоброкачественное зерно имеет тёмный цвет без блеска, затхлый запах, горький вкус, влажность более 16%.

#### Определение природы зерна

Натура – масса единицы объема зерна. В нашей стране единицей объема является литр.

Натурным (объемным) весом зерна называют вес 1 литра, выраженный в граммах. Натура зерна определяется прибором пуркой (рис. 49). Натура выражается средней величиной от двух взвешиваний, если расхождение между ними получается для ячменя и ржи не более 5 г, а

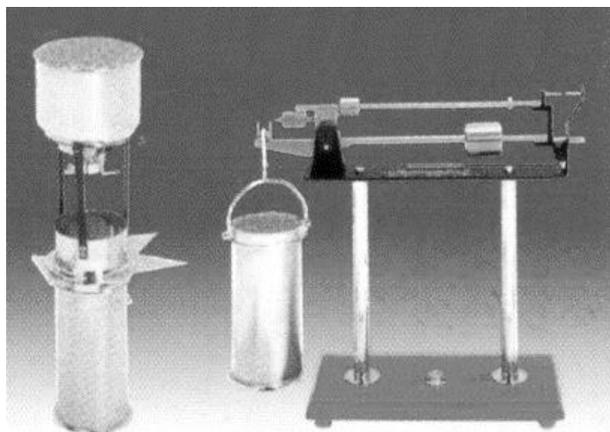


Рис. 49. Пурка.

для овса не более 10 г. При большой разнице взвешивание зерна повторяют. Натурный вес овса равен 450 г, ячменя – 600 г, ржи – 700 г, пшеницы – 750 г. Чем больше натура зерна, тем оно мучнистее и представляет большую кормовую ценность.

#### Определение веса 1000 зёрен

Абсолютный вес 1000

зёрен характеризует кормовые качества зерна.

Образец зерна рассыпают квадратом и из противоположных треугольников отсчитывают 250 зёрен. Всего таким образом выделяют 2 пробы по 500 зёрен. Пробы взвешивают отдельно с точностью до 10 мг. Разница в их весе не должна превышать 0,25 г. При большой разнице отсчёт и взвешивание новых порций зерна

повторяют. Вес обеих проб суммируют и пересчитывают на сухое вещество зерна по формуле:

$$B = \frac{100 - A}{100} \times b,$$

где В – искомый абсолютный вес 1000 зёрен,  
 А – влажность зерна в процентах,  
 b – фактический вес 1000 зёрен.

Абсолютный вес овса равен 25-33 г, ячменя 24-44 г, ржи 13-37 г, кукурузы 191-314 г.

#### Определение кислотности зерна

Величина кислотности характеризует свежесть зерна.

В колбочку помещают 5 г размолотого зерна, вливают 50 мл дистиллированной воды, взбалтывают 2-3 минуты. Затем добавляют 3-5 капель фенолфталеина и титруют 0,1 N раствором NaOH до появления розового окрашивания, не исчезающего в течение одной минуты. Кислотность зерна рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{a \times n \times 20}{10},$$

где К – искомая кислотность в градусах;  
 а – количество мл 0,1 N раствора NaOH, пошедшее на титрование;  
 n – поправка к титру щёлочи;  
 10 – перевод децинормального раствора щёлочи в нормальный;  
 20 – перерасчёт на 100 г корма.

Допустимая кислотность зерна не более 5°. Зерно с кислотностью 9° и выше скармливанию не пригодно.

#### Определение примесей в зерне

Различают следующие примеси в зерне: сорную, вредную и зерновую.

К **сорной** примеси относится мёртвый сор: минеральная (песок, земля) и органическая примесь (части растений, сорные семена).

К **вредной** примеси относят: семена ядовитых растений (куколь, горчак и др.), грибки (головня, спорынья), зёрна гнилые, заплесневелые, мёртвых амбарных вредителей.

К **зерновой** примеси относят зёрна изменённые (недоразвитые, щуплые, плющенные, битые, проросшие, потемневшие) и инородные.

Для определения примесей отвешивают 50–100 г зерна, просеивают в течение 3 минут через набор сит с диаметром ячеек от 10 до 0,25 мм, затем разделяют на фракции: чистое зерно, примеси (сорная, вредная и зерновая). Каждую фракцию взвешивают отдельно и выражают в процентах.

#### Определение металлопримеси в зерне

1 кг зерна рассыпают слоем в 0,5 см. Металлопримесь собирают магнитом и взвешивают. Металлопримеси в зерне допускается не более 5 мг на 1 кг с размером отдельных частиц не более 0,3 мм и по весу не более 0,5 мг.

#### Определение заражённости зерна амбарными вредителями

Зерновые корма поражают следующие вредители: мучной клещ, долгоносик, амбарная и зерновая моль, хлебный точильщик, хрущак, мукоед, мучная огнёвка и др.

Заражённость зерна амбарными вредителями может быть явная при наличии живых вредителей в зерне и скрытая, когда вредители в личиночной стадии находятся внутри зерна.

Для обнаружения долгоносика, моли и клещей 1 кг зерна просеивают через два сита с отверстиями диаметром 2,5 и 1,5 мм. Отсевы подогревают 10–15 минут при 20–30°, просматривают на стекле и подсчитывают вредителей.

Степень заражения выражают количеством вредителей, найденных в 1 кг зерна:

1 степень – до 5 долгоносиков и моли или до 20 клещей,

2 степень – до 10 долгоносиков и моли или свыше 20 клещей,

3 степень – свыше 10 долгоносиков и моли или сплошная масса клещей.

Для скармливания животным допускается зерно с заражённостью амбарными вредителями не более первой степени. Скрытую форму заражённости зерна определяют наличием мёртвых долгоносиков.

### Заключительная оценка

В зависимости от натурального веса, содержания сорной, вредной и зерновой примеси зерно подразделяется на доброкачественное и дефектное (недоброкачественное).

**Доброкачественное** кормовое зерно должно быть нормального цвета, блеска, запаха, вкуса, гладкое, полное, целое, высоконатурное с влажностью не более 16%, кислотностью не более 5°, с содержанием зерновой примеси не более 15%, или сорной примеси не более 8%, вредной не более 1% (в том числе содержание головни и спорыньи не более 0,1%), не заражённое амбарными вредителями. К скармливанию допускается зерно с кислотностью до 9° и заражённое амбарными вредителями в пределах I степени.

**Недоброкачественным** считается зерно при содержании сорной примеси свыше 10% и вредной свыше 2%, с измененным цветом, затхлым запахом или кислотностью 9° и более, или заражённое амбарными вредителями более 1 степени.

## **Работа 4. Оценка доброкачественности мучных, гранулированных кормов и жмыхов**

Вопросы для подготовки к занятию

1. Опишите режим и технику кормления мучнистыми, гранулированными кормами и жмыхами.
2. Какие заболевания могут возникнуть при неправильном скармливании мучнистых, гранулированных кормов, жмыхов и шротов? Какие клинические признаки при этом наблюдаются?
3. Как профилактировать отравления жмыхами и шротами?

### **Мучнистые корма**

**Отруби** получают при сложном помоле, когда для обработки муки зерно тщательно очищают от посторонних примесей и покрывающих его оболочек. В состав чистых отрубей входят истертые оболочки зерна большей или меньшей крупности, отделенные при дранье и размоле, с некоторым количеством мучнистого вещества. В зависимости от способов помола разные

сорта отрубей различаются по величине частиц, составу и переваримости.

**Дерть** – измельченные зерна. Целые зерна, в особенности мелкие с твердой оболочкой, недостаточно полно перевариваются животными. Измельчение облегчает разжевывание, питательные вещества становятся более доступными пищеварительным сокам, в результате повышается усвояемость кормов. Кроме того, измельченное зерно легче перемешивать с другими кормами. Измельчение зерна достигается дроблением, сплющиванием, размолом. Степень измельчения зерна рекомендуется разная, в зависимости от свойств корма, вида животных, их здоровья.

**Комбикормами** называют готовые кормовые смеси заводского приготовления, состоящих из трех и более компонентов, подобранных с таким расчетом, чтобы содержащиеся в них питательные вещества были наиболее полно использованы животными. Производством комбикормов можно значительно улучшить использование сельскохозяйственными животными концентратов и особенно разнообразных отходов промышленности. Комбикорма должны быть не случайными, механически составленными смесями кормов, а сочетаниями кормов, подобранных на основе научных данных о питании сельскохозяйственных животных.

**Травяная мука** получается при искусственной сушке зеленой массы. Искусственная сушка травы позволяет благодаря быстрому обезвоживанию под действием высоких температур значительно сократить потери питательных веществ по сравнению с другими способами консервирования. По химическому составу свежеприготовленная травяная мука мало отличается от исходного сырья. Для приготовления травяной муки используют высокотемпературные сушильные агрегаты типа АВМ – 0,65 Р, АВМ – 1,5 А, АВМ – 3,0.

**Отбор средней пробы** мучнистых кормов делается из разных мест хранилища в количестве 2 кг.

#### Органолептическая оценка мучнистых кормов

**Цвет** доброкачественных мучнистых кормов серовато-коричневый, травяной муки – зелёный, светло-зелёный.

**Запах** – приятный.

**Вкус** – сладковатый, пресный.

**Влажность** приблизительно определяется сжатием муки рукой, при этом допускается образование комка, рассыпающегося при разжатию руки. Допустимая влажность мучнистых кормов – до 15%, травяной муки до 12%.

#### Определение кислотности мучнистых кормов

В колбочку помещают 10 г корма, вливают 100 мл дистиллированной воды, взбалтывают 10 минут. Через 30 минут отстаивания содержимое колбы пропускают через бумажный фильтр. К 25 мл фильтрата добавляют 2–3 капли фенолфталеина и титруют 0,1 N раствором NaOH до появления розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 минуты.

Кислотность рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{a \times n \times 20}{10},$$

- где X – искомая кислотность в градусах,  
 а – количество мл 0,1 N раствора NaOH, пошедшее на титрование,  
 n – поправка к титру щёлочи,  
 10 – перевод децинормального раствора щёлочи в нормальный,  
 20 – перерасчёт на 100 г корма.

Допустимая кислотность мучнистых кормов не более 5° градусов.

#### Определение поваренной соли в комбикормах

В колбочку помещают 10 г корма, вливают 100 мл дистиллированной воды, взбалтывают, подогревают на водяной бане в течение 15 минут. Затем содержимое колбы фильтруют. К 20 мл фильтрата добавляют 2 капли 10% однохромовокислого калия и титруют 0,1 раствором азотнокислого серебра до перехода жёлтого цвета в оранжевый. Содержание поваренной соли рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{a \times n \times 100 \times 100 \times 0,00585}{10 \times 20} = a \times n \times 50 \times 0,00585,$$

- где X – содержание NaCl в процентах,

- 0,00585 – количество граммов, соответствующее 1мл 0,1 N раствора  $\text{AgNO}_3$ ,  
 а – количество мл 0,1 N раствора  $\text{AgNO}_3$ , пошедшее на титрование,  
 п – поправка к титру  $\text{AgNO}_3$ ,  
 100 – количество мл воды, взятой для экстрагирования,  
 100 – перевод в проценты,  
 10 – количество граммов корма, взятое на анализ,  
 20 – количество мл фильтра, взятого для титрования.

Допустимое содержание поваренной соли в комбикормах для крупного рогатого скота и овец не более 1%.

#### Заключительная оценка

**Доброкачественные** мучнистые корма должны быть сухими, с приятным запахом, пресным вкусом, с кислотностью не более  $5^\circ$ , с содержанием поваренной соли в кормах не более 1%, не заражёнными амбарными вредителями. К скармливанию допускаются мучнистые корма, заражёнными амбарными вредителями в пределах первой степени.

### **Жмыхи и шроты**

Маслоэкстракционная промышленность даёт животноводству ценные кормовые продукты в виде жмыхов и шротов.

Извлечение масла из семян масличных растений производится двумя способами: прессованием или с помощью растворителей. Поступающие на завод семена сначала очищают от посторонних примесей, а некоторые семена (подсолнечник, хлопчатник) освобождают от покрывающей их шелухи. Очищенные семена измельчают на вальцах и в виде «маслёнки» направляют прямо на выжимку или же перед прессованием подогревают.

В зависимости от системы и силы пресса, жмых получается в виде более или менее плотных плиток разной формы и величины (гидравлическое прессование) или «ракушек» (на шнековых прессах). Прессованием нельзя удалить всё масло из семян, и в жмыхах остаётся 4-8% процентов жира. Шнекпрессованные жмыхи несколько отличаются от гидравлических по химическому составу: они содержат больше протеина и меньше жира. Для более полного извлечения

масла семена обрабатывают растворителями жиров – сероуглеродом, бензином и др. После такой обработки получается экстракционная мука, называемая шротом. Содержание жира в ней колеблется в пределах 1-3%.

**Отбор средней пробы** прессованных жмыхов делается по 4 плитки. Из каждой четвертой плитки собирается составная плитка, которая и используется для анализа. Среднюю пробу шрота отбирают так же, как зерновых и мучнистых кормов.

#### Органолептическая оценка

Каждый вид жмыхов имеет характерный цвет, специфический запах и вкус. Жмыхи должны быть спрессованы в плитки толщиной до 38 мм.

#### Определение лузги в подсолнечниковом и хлопчатниковом жмыхах

Из среднего образца берут 10–12 г жмыха, высушивают при температуре 100–105°C и взвешивают с точностью до 0,01 г. Навеску жмыха заливают 0,5% раствором аммиака и оставляют на 12–14 часов, с периодически помешивая. Набухшую, размягченную массу промывают на сетке водой, пока жидкость над осадком не станет прозрачной и отдельные части лузги не станут ясно заметными. Оставшуюся на сетке лузгу высушивают при температуре 100–105°C до постоянного веса. Содержание лузги в жмыхах рассчитывается в процентах.

Допустимое содержание лузги не более 14%.

#### Определение госсипола

Гликозид госсипол ( $C_{30}H_{30}O_8$ ) имеется во всех частях растения хлопчатника, но больше всего его содержат кора корней и ядра семян. Он сосредоточен в морфологических образованиях – пигментных (смоляных) железках размером 100-400 мкм. При длительном скормливании животным хлопчатникового жмыха может наступить отравление госсиполом.

### **1. Качественная проба.**

Чтобы убедиться в натуральности жмыха и установить наличие хлопчатникового жмыха в комбинированных кормах, на предметное

стекло помещают небольшое количество муки из жмыха, шрота или отдельные частицы комбикорма и добавляют туда же каплю концентрированной серной кислоты. Растительные частицы, содержащие госсипол, окрашиваются при этом в красный цвет. Эти частицы удается отчетливо рассмотреть под малым увеличением микроскопа или же под сильной лупой, из каждого образца исследуемого корма изготавливают и просматривают 5-6 препаратов.

## **2. Количественное определение госсипола.**

Навеску хлопчатникового жмыха (50 г), выделенную из средней пробы и измельченную, помещают в бумажный патрон аппарата Сокслета и экстрагируют серным эфиром. Аппарат нагревают в электрической водяной бане. Колбу аппарата погружают в воду приблизительно до половины высоты. Температуру в водяной бане поддерживают на уровне 45-50° С. Экстрагирование продолжают 18-20 минут. После извлечения патрона со жмыхом из экстрактора отгоняют большую часть эфира, а жидкость из него пропускают через небольшой фильтр в колбочку вместимостью 100 мл и прибавляют туда 0,5 г чистого анилина, не дающего щелочной реакции по лакмусовой бумажке, госсипол связывается анилином. Колбочку освобождают путем отгона от остатка эфира, охлаждают, прибавляют в нее 2 мл пиридина, закрывают пробкой и оставляют на сутки для осаждения дианилин-госсипола в виде кристаллического коричневого осадка.

Этот осадок фильтруют через складчатый фильтр, предварительно выдержанный в эфире, высушенный, взвешенный и вставленный в стеклянную воронку. Во время фильтрования под фильтром разрежают воздух, для чего воронку с фильтром вставляют в пробку колбы с отводной трубкой, присоединенной к водоструйному или небольшому масляному насосу. Последние порции осадка перемещают на фильтр с помощью небольших порций чистого бесцветного бензина.

Фильтр с осадком дианилин-госсипола переносят в высушенный и взвешенный стаканчик, помещают его на 1 ч в сушильный шкаф при 50-55°С, охлаждают и взвешивают. Выдерживание в сушильном шкафу, охлаждение и взвешивание

повторяют до тех пор, пока разница между двумя взвешиваниями не окажется в пределах 0,0001 г. Вычтя из полученной массы массу стаканчика и фильтра, получают массу дианилин-госсипола. Молекулярная масса дианилин-госсипола 668, а молекулярная масса свободно госсипола 531. Чтобы определить содержание госсипола в дианилин-госсиполе, необходимо полученную массу умножить на 0,793. Массу госсипола выражают в процентах или количеством миллиграммов, содержащихся в- 1 кг жмыха. Содержание госсипола не должно превышать 0,01 %.

#### Заключительная оценка

**Доброкачественные** жмыхи должны быть плотно спрессованы, иметь характерный цвет, запах и вкус в зависимости от вида семян, с содержанием лузги не более 14%.

**Недоброкачественными** считаются жмыхи из пережаренных семян, с затхлым или заплесневелым запахом.

### **Гранулированные корма**

Эти корма состоят из смеси молотой соломы, травяной муки, зерна и других добавок. По органолептическим показателям, исследованию на кислотность, содержанию поваренной соли, они должны соответствовать показателям доброкачественных солоmistых и концентрированных кормов.

## **Работа 5. Оценка доброкачественности кормов животного происхождения**

### Вопросы для подготовки к занятию

1. Опишите режим и технику кормления кормами животного происхождения.
2. Какие заболевания могут возникнуть при неправильном скармливании кормов животного происхождения? Какие клинические признаки при этом наблюдаются?

Очень важную группу кормов животного происхождения составляют отходы мясокомбинатов (мясная и мясокостная мука,

сушеная кровь и др.) и отходы при переработке рыбы (рыбная мука разных помолов) и туш морских животных.

Лучшие сорта мясной муки получают при приготовлении мясного экстракта из мяса крупного рогатого скота, предварительно отделенного от костей, сухожилий и жира. Экстрагированное мясо высушивают и размалывают.

**Мясокостная** мука готовится из туш животных, непригодных в пищу человеку, а также из различных отходов, получаемых при убое. Для этого сырье помещают в большие барабаны, где обрабатывают в течение нескольких часов паром под давлением; навар, состоящий из жира и клея, спускают, остаток сушат и измельчают.

**Кровяная** мука (сушеная кровь) готовится путем коагулирования крови перегретым паром с последующим прессованием, высушиванием и размолом сгустка или же кровь разливают тонким слоем на металлических листах, высушивают при низкой температуре и размалывают. В первом случае получается так называемая нерастворимая кровяная мука; мука, полученная по второму способу, в воде хорошо растворяется.

**Рыбная** мука готовится или из целой рыбы или из отходов, остающихся при приготовлении консервов. В зависимости от перерабатываемого сырья применяют разную технологию. Тощее рыбье сырье (жира в мясе до 2%) непосредственно высушивают и размалывают в муку. Сырье с содержанием жира до 5% после измельчения и подсушивания экстрагируют для выделения жира; обезжиренную массу досушивают и размалывают. Из жирного сырья (жира более 5%) муку получают прессованным способом: измельченное сырье разваривают при кипячении, после чего отпрессовывают жир и воду: остаток дробят, высушивают и размалывают. Из отпрессованной жидкости отделяют жир, а оставшуюся жидкость уваривают под вакуумом и получают концентрированный рыбный бульон.

**Отбор средней пробы** кормовой муки животного происхождения делают отдельными выемками по 50–100 г из разных мешков в количестве до одного килограмма. Взятые образцы смешивают и помещают в стеклянную банку.

### Органолептическая оценка кормовой муки

**Внешний вид.** Кормовая мука животного происхождения представляет собой порошок без комков, а также выпускается в гранулах.

**Цвет.** Все корма животного происхождения имеют специфический цвет: кровяная мука – коричневый, костная – белый с сероватым оттенком, рыбная – от светло-серого до коричневого, мясокостная – от серого до коричневого.

**Запах.** Все корма животного происхождения имеют специфический запах.

### Определение крупности (тонкости) помола

Животная кормовая мука разных видов имеет разную тонкость помола: кровяная 1 мм, костная 0,4 мм, рыбная 2,5 мм.

Крупность помола определяется при просеивании 150 г муки через набор сит, размер отверстий которых уменьшается сверху вниз от 3 до 0,25 мм. Фракции муки выражают в процентах к весу навески.

### Определение металлопримеси

500 г кормовой муки рассыпают тонким слоем на бумаге или стекле. Металлопримесь собирают магнитом.

Металлопримесь в муке допускается не более 150–200 г на тонну с размером частиц не более 2 мм.

### Определение свободного аммиака

Для определения свободного аммиака берут 50 г кормовой муки, добавляют 200 мл дистиллированной воды, размешивают и готовят водную вытяжку. Затем отстаивают и к 1 мл фильтрата добавляют 10 капель реактива Несслера. При наличии аммиака появляется пожелтение и помутнение жидкости.

### Определение общей кислотности

В колбу отвешивают 10 г кормовой муки, добавляют 50 мл дистиллированной воды, 1 мл толуола и доводят объём воды до 150 мл. Колбу встряхивают в течение 30 минут, затем содержимое отстаивают и фильтруют. К 50 мл прозрачного фильтрата добавляют 2–3 капли фенолфталеина и титруют 0,1 N раствором щёлочи до

слабо-розового не исчезающего окрашивания. Кислотность муки определяют по формуле:

$$X = \frac{a \times 200 \times 10}{50 \times 10} = a \times 4,$$

где	X	–	искомая кислотность в градусах,
	a	–	количество мл щёлочи, пошедшее на титрование,
	200	–	объём воды для настоя,
	50	–	объём фильтрата,
	10	–	перерасчёт на 100 г корма,
	10	–	перевод раствора щёлочи в нормальный.

Допустимая кислотность кормовой муки 9°.

#### Определение поваренной соли в животной кормовой муке

Выполняется по методике определения поваренной соли в комбикормах. Допустимое содержание поваренной соли в рыбной муке 3–5%.

#### Заключительная оценка

**Доброкачественная** кормовая мука животного происхождения должна быть сухой (с влажностью не более 12%), тонкого помола, без плотных комков и посторонних примесей, иметь специфический цвет и запах.

**Недоброкачественными** считаются кормовая мука, не отвечающая перечисленным требованиям, с затхлым, гнилостным или каким-либо посторонним запахом, или содержащая свободный аммиак.

## **Работа 6. Оценка доброкачественности минеральных кормов**

Вопросы для подготовки к занятию

1. Опишите режим и технику скармливания минеральных кормов животным.
2. Какие заболевания могут возникнуть при неправильном скармливании минеральных кормов? Какие клинические признаки при этом наблюдаются?

3. Как профилактировать заболевания, связанные с неправильным скармливанием минеральных кормов?

Потребность в минеральных веществах не исчерпывается кальцием, фосфором, натрием, хлором, йодом. В ряде случаев требуется пополнять рационы и микроэлементами. Поэтому желательно заводским способом изготавливать минеральные смеси для разных видов животных с учетом состава местных кормов и типов кормления. Так, например, на Северном Кавказе нужно шире использовать травертиновую муку – чистый известняк с примесью железа и радия.

**Отбор средней пробы** минеральных кормов делается так же, как и сыпучих кормов.

#### Органолептическая оценка

При оценке качества минеральных кормов особое внимание обращается на однородность, наличие посторонних примесей и крупность помола.

**Поваренная соль** бывает выварочная (мелкокристаллическая), молотая и комовая. Цвет пищевой соли (экстра) – белый. Комовая соль может иметь сероватый, желтоватый или розовый оттенки. **Запах** соль не имеет. **Вкус** соленый без посторонних привкусов. **Крупность помола** от 0,8 до 4,5 мм.

**Мел природный** молотый кормовой белого цвета, без запаха, крупность его помола должна быть не более 0,5 мм.

**Ракушечная крупа** из раковин моллюсков серовато-желтоватого цвета, применяется для птицы. Размер частиц для взрослой птицы 2–5 мм, для молодняка 0,5–2 мм.

**Травертиновая мука** сероватого цвета, должна иметь размеры частиц не более 0,5 мм.

## **Работа 7. Определение грибковой токсичности кормов**

Вопросы для подготовки к занятию

1. Дайте характеристику микозам, микотоксикозам и аллергиям.

2. Какие грибы чаще всего паразитируют на растениях? Опишите их. Какие заболевания могут возникнуть у животных при скармливании им кормов, пораженных этими грибами? Опишите клинические признаки этих микотоксикозов.

3. Как профилактировать заболевания, связанные со скармливанием кормов, пораженных грибами?

Анализ включает в себя органолептическую оценку кормов, токсико-биологическое и микологическое исследование.

По органолептической оценке для зерна установлены четыре степени порчи:

первая степень – зерно имеет солодовый запах, без изменения цвета;

вторая степень – запах плесневый, цвет потемневший;

третья степень – плеснево-гнилостный запах, цвет тёмный;

четвёртая степень – гнилостный запах, цвет почерневший.

Зерно 3 и 4 степени бракуется не зависимо от его токсичности, а 1 и 2 степени исследуются на токсичность.

Для этого определяется: общая кислотность корма (титрованием), ставится алиментарная проба (биопроба) на лабораторных животных и кожная проба на кролике.

Другие корма, неудовлетворительные по органолептическим показателям, исследуют на токсичность по тем же показателям, кроме определения кислотности для грубых кормов.

Комбикорма, хранившиеся свыше одного месяца, проверяют на токсичность не зависимо от органолептических показателей.

### **Алиментарная проба**

Из лабораторных животных лучшими моделями для исследования являются голуби, цыплята (15–20 дней), утята (10 дней), молодые морские свинки, белые мыши – самцы (20 г).

Для исследований берут 3–5 животных, суточный рацион которых заменяют исследуемым кормом от 50–100%. Вода даётся вволю. Подопытных животных начинают кормить после 5–6 часовой голодной диеты. Кормление продолжается не менее 10 дней. Животных в начале и в конце взвешивают.

Гибель их от токсичных кормов наступает на третий день, но может и позже 10 дней. В течении 10 дней отмечают нарушение поведения животных, расстройство пищеварения, снижение живого веса. Появление клинических признаков так же является положительными показателями токсичности кормов. Подопытных животных через 10 дней убивают и вскрывают.

Алиментарную пробу нужно проводить с контролем.

### **Кожная проба**

Эту пробу ставят только на кроликах. Лучший результат получается на боку животного.

Для проведения пробы из исследуемого корма готовят экстракт. Для экстрагирования берут две навески по 50 г измельчённого корма (зерна, комбикорма или грубого корма). Одна навеска прогревается в автоклаве при температуре 100°C в течении часа. Экстрагирование делается серным эфиром в аппарате Сакслера. При отсутствии аппарата – пробы корма заливают на 6 часов серным эфиром в колбе с резиновой пробкой так, чтобы эфир покрывал корм на 1–2 см. Экстрагирование в колбе проводят в течение 24 часов при комнатной температуре и периодически встряхивая. Затем экстракт фильтруют и выпаривают на водяной бане в бюксах до получения однородной массы. К экстрактам из грубых кормов необходимо добавлять 2–3 капли растительного масла.

Для опыта подбирают кролика весом не менее 1,5 кг с непигментированной кожей. На боку у него выстригают шерстяной покров размером 4×5 см (не более 6 участков).

Экстракты из прогретого и из непрогретого корма исследуют на разных участках кожи. Для этого шпателем втирают экстракты двукратно с интервалом в 24 часа. Во избежание слизывания экстракта кролика помещают в специальный ящик с отверстием для головы. Учёт реакции делается через 24–48–72 часа после второго втирания.

Положительная реакция – при наличии отёчности, покраснение кожи с последующим образованием некротической корки, отпадающей через 10–20 дней.

Слабоположительная реакция – при наличии незначительного отёка, покраснения и шелушения кожи без некротической корки, исчезающих через 3–5 дней.

Отрицательная реакция – при отсутствии изменений на коже или наличие быстро проходящей гиперемии – в течение 1–2 суток.

#### Заключительная оценка

**Концентрированные корма.** Зерно первой и второй степени порчи, оказавшееся при исследовании нетоксичным, с общей кислотностью не более 5° считается условно годным и для фуражных целей оно используется без ограничений.

Корма, давшие слабоположительную реакцию кожной пробой и отрицательный результат по биопробе, допускаются к скармливанию без ограничений.

Корма, давшие слабоположительную реакцию кожной пробой, слаботоксичные по биопробе, допускаются к скармливанию крупному и мелкому рогатому скоту в количестве 25% к рациону с периодическим исключением из рациона (через 8–10 дней на 5–6 дней).

Лошадям, свиньям и птице эти корма допускаются к скармливанию после термического обезвреживания.

Для взрослых животных во второй половине беременности и для молодняка эти корма не рекомендуются.

Корма, давшие положительную реакцию по кожной пробе и слабоположительную кожную реакцию после автоклавирования, к скармливанию не пригодны.

Корма, токсичные по биопробе, запрещается скармливать животным.

Корма с общей кислотностью 9° и выше к скармливанию не допускаются.

**Грубые корма.** Грубые корма, при положительной кожной реакции и отрицательной биопробе, разрешается использовать для откормочного скота в количестве 25% к общему рациону с 10-дневными перерывами.

Грубые корма, при положительной кожной реакции, слаботоксичные по биопробе, разрешается использовать для

кормления и подстилки после химической обработки при условии отрицательного результата при повторном исследовании на токсичность.

Грубые корма, токсичные по биопробе, запрещается скармливать и использовать для подстилки.

Заражённость кормов паразитическими ядовитыми грибами (головней и спорыньей) определяется непосредственно обнаружением их в зерне или муке.

### **Определение головни и спорыньи в зерне и муке**

Материалы и оборудование: аналитические весы; вытяжной шкаф; теххимические весы, модифицированный прибор Зейца, колба Бунзена, лабораторная мельница, микроскоп, камера Горяева, сито с отверстиями диаметром 1 мм, фарфоровая ступка, коническая колба на 250 мм, пастеровская пипетка, стеклянный бюкс, предметные и покровные стекла, препаровальная игла, диэтиловый спирт, хлороформ, этиловый эфир, 0,5%-ный раствор гидроксида калия, 3 н. раствор гидроксида натрия, дистиллированная вода.

#### Определение головневых мешочков в зерне.

Пораженные зерна (мешочки) вручную отделяют из навески зерна (400 г), взвешивают на теххимических весах с точностью до 0,01 г и определяют их процентное содержание.

#### Определение спор головневых грибов в зерне.

Суть метода заключается в отмывании спор головни от зерна, последующем осаждении их на бумажном фильтре фильтрованием под вакуумом, взвешивании и вычислении их процентного содержания.

Фильтрацию проводят с помощью модифицированного прибора Зейтца. Для этого в нижнюю треть цилиндрической части прибора вставляют кольцо из стальной проволоки диаметром 1-2 мм. На кольцо помещают металлическую сетку с размером ячеек 2-4 мм, а на сетку – два кружка из полотна сита № 0105. Размер кольца, сетки и кружков из полотна сита должны соответствовать внутреннему диаметру цилиндрической части прибора.

Кружок, вырезанный из фильтра «синяя лента», диаметром на 3 мм превышающим внешний диаметр прибора Зейтца,

обезжиривают в диэтиловом эфире в течение 20-30 мин и после высушивания взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,001 г.

Фильтр помещают в разъемную часть прибора на резиновую прокладку по размеру внешнего диаметра прибора, которую предварительно 2-3 ч выдерживают в эфире. Под резиновую прокладку укладывают металлическую сетку, приложенную к прибору. Затем винтами соединяют цилиндрическую и конусовидную части прибора.

Прибор Зейтца, собранный указанным способом, вставляют в отверстие пробки, которой закрыта колба Бунзена. Колбу Бунзена соединяют шлангом с водоструйным насосом или с вакуум-насосом Камовского.

После подготовительных операций приступают к анализу. Навеску исследуемого зерна (50 г), взвешенную на теххимических весах, помещают в коническую колбу на 250 мл, заливают 100 мл диэтилового эфира, взбалтывают в течение 1 мин, после чего жидкость сливают в прибор Зейтца. Такую промывку зерна проводят до получения бесцветной жидкости в колбе с навеской зерна.

После окончания фильтрации прибор разбирают, извлекают фильтр, выдерживают его 5 мин в вытяжном шкафу и взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,001 г.

Содержание спор головневых грибов (%)

$$X = (m_1 - m_2)^2$$

где  $m_1$  – масса фильтра после фильтрации, г;

$m_2$  – масса фильтра до фильтрации, г.

Допускаемые расхождения между результатами контрольных испытаний не должны превышать 0,01 %.

### **Определение спор головневых грибов в комбикормах и продуктах переработки зерна**

#### Первый способ

Сущность метода заключается в подсчете спор головневых грибов с помощью счетной камеры Горяева.

Среднюю пробу комбикорма массой 1 кг измельчают на лабораторной мельнице до частиц размером 1 мм. Указанного

измельчения достигают просеиванием и дополнительным измельчением остатка комбикорма на сите. После этого 10 г измельченного хорошо перемешанного корма помещают в фарфоровую ступку и высушивают в сушильном шкафу при 100 °С в течение 15 мин. Затем навеску тщательно растирают в фарфоровой ступке, периодически (3-5 раз) добавляя по 3 мл диэтилового эфира для равномерного распределения спор. После этого готовят препарат для микроскопирования. В каплю воды на предметное стекло с помощью препаровальной иглы помещают небольшое количество корма, растертого в диэтиловом эфире, накрывают покровным стеклом и просматривают под микроскопом. В хорошо растертой навеске не должно содержаться склеенных в кучки спор. На одном стекле готовят одновременно два препарата.

0,1 г комбикорма, растертого в эфире, помещают в пробирку, приливают 10 мл 0,5%-ного раствора гидроксида калия, взбалтывают, нагревают над пламенем горелки до кипения и охлаждают. После тщательного перемешивания тонко оттянутой пастеровской пипеткой сразу же берут небольшое количество содержимого пробирки и вносят его в счетную камеру Горяева. Просмотр и подсчет спор производят с помощью микроскопа при хорошем освещении и увеличении  $\times 200-300$ . Считают число спор на всей сетке камеры, площадь которой равна 9 мм<sup>2</sup>. При наличии половинок спор каждую половинку считают за одну спору.

Споры грибов хорошо различимы под микроскопом. Они могут быть шаровидной, продолговатой, эллиптической или неправильной формы, желтоватого, коричневого или оливкового цвета; оболочка спор – гладкой, бородавчатой или щетинистой. Проводят не менее шести подсчетов, после чего вычисляют среднее арифметическое. Содержание головни (%)

$$X = \frac{a \times 0,1}{22}$$

где  $a$  – среднее арифметическое значение числа спор;  
22 – количество спор головневых грибов, установленное опытным путем для корма, содержащего 0,1% головни.

Допустимое расхождение между результатами испытаний не должно превышать 0,01%.

#### Второй способ.

В колбочку высыпают 20 г зерна, приливают 20 мл бензина, закрывают пробкой и взбалтывают в течение 1 минуты. Затем бензин сливают через сетку в стеклянный цилиндр с оттянутым нижним концом. Оставшееся в колбочке зерно дополнительно 2–3 раза промывают бензином; смывы сливают в цилиндр. Затем зерно высыпают на сетку, колбочку ополаскивают бензином, которым делают заключительное промывание зерна на сетке. Бензин отстаивают 20–25 минут для полного осаждения спор головни в градуированной части цилиндра. После отстаивания отмечают число делений в цилиндре, занимаемых компактной чёрной массой. Для этого споры головни со стенок цилиндра стеклянной палочкой переводят в осадок.

Каждое деление цилиндра равно 0,05 мл и соответствует 0,02 г распылённой головни. Содержание головни в зерне рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{a \times 100 \times 0,02}{20},$$

где X – содержание головни в процентах,  
 а – число делений осадка в цилиндре,  
 100 – перерасчёт на 100 г зерна,  
 20 – вес навески,  
 0,02 – постоянный коэффициент.

#### **Определение спорыньи в зерне**

Из навески зерна (400 г) отбирают вручную все склероции («рожки»), как целые, так и их частицы, взвешивают на технохимических весах с точностью до 0,01 г и определяют процентное содержание.

### Определение спорыньи в комбикормах и продуктах переработки зерна.

Сущность метода заключается в отделении частиц склероциев спорыньи от массы корма путем обработки навески хлороформом, этиловым спиртом и 3 н. раствором гидроксида натрия (калия).

Среднюю пробу комбикорма массой 1 кг измельчают на лабораторной мельнице до частиц размером 1 мм, тщательно перемешивают и разравнивают тонким слоем, из нескольких точек которого (не менее 5) берут навески по 1 г.

Затем 1 г измельченного комбикорма помещают в стеклянную бюксу, добавляют 10 мл хлороформа и небольшими порциями при постоянном встряхивании 5 мл этилового спирта. Темные частицы спорыньи вместе с небольшим количеством комбикорма всплывают на поверхность, а остальная масса оседает на дно. Не допуская смешивания слоев, по стенке бюксы приливают 3 н. раствор гидроксида натрия (калия) с таким расчетом, чтобы он покрыл всю поверхность жидкости слоем не более 3 мм. При ярком освещении в желтоватом слое щелочи будут хорошо различимы красновато-фиолетовые частицы наружных слоев и серовато-сиреневые частицы внутренних слоев склероциев спорыньи. Просмотр и подсчет частиц спорыньи проводят с помощью лупы. За окончательный результат принимают среднее арифметическое пяти параллельных определений.

Число всплывших частиц спорыньи (среднее арифметическое)	Содержание спорыньи, %
не более 1	0,05
от 1,1 до 2	0,10
от 2,1 до 4	0,25

Допустимые нормы головни и спорыньи в зерновых кормах – 0,2%, в мучнистых 0,05-0,06%.

### **Групповое определение алкалоидов в растениях (по Миловидову)**

Некоторые содержащиеся в растениях алкалоиды ядовиты для животных.

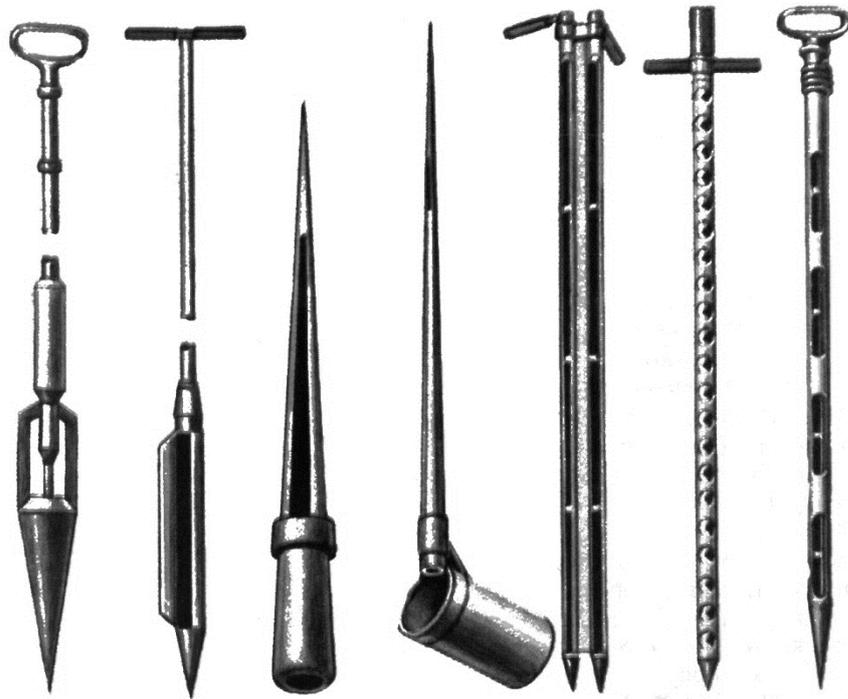
Для определения алкалоидов отвешивают 10 г высушенных или 30–40 г свежих растений, мелко измельчают, помещают в колбу и

заливают 50 мл 1% раствора уксусной кислоты. Смесь в колбе нагревают до кипения и снимают с огня, затем охлаждают и фильтруют.

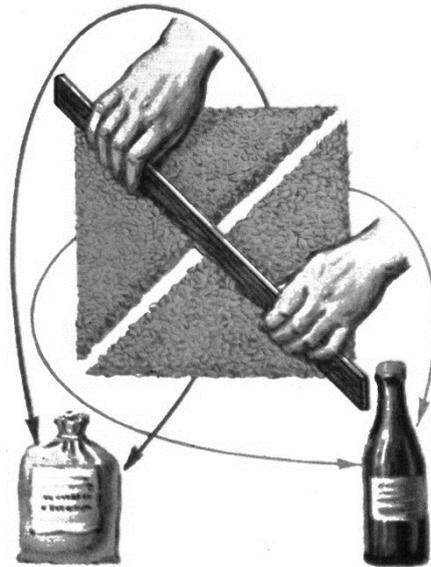
Каплю фильтрата помещают на часовое стекло, добавляют к ней каплю общего реактива (1 г йода, 2 г йодистого калия, 50 мл воды).

При наличии алкалоидов в исследуемом корме в смеси на стекле образуется красновато-бурый хлопьевидный осадок, при отсутствии их смесь остаётся прозрачной.

## ПРИЛОЖЕНИЯ



*Рис. 50. Щупы (пробоотборники): 1 – конусный, 2 – ПЗ-3, 3 – мешочный, 4 – клеверный, 5 – ПЗ-5, 6 и 7 – цилиндрические.*



*Рис. 51. Выделение средних образцов из исходного образца в мешочек и бутылку.*

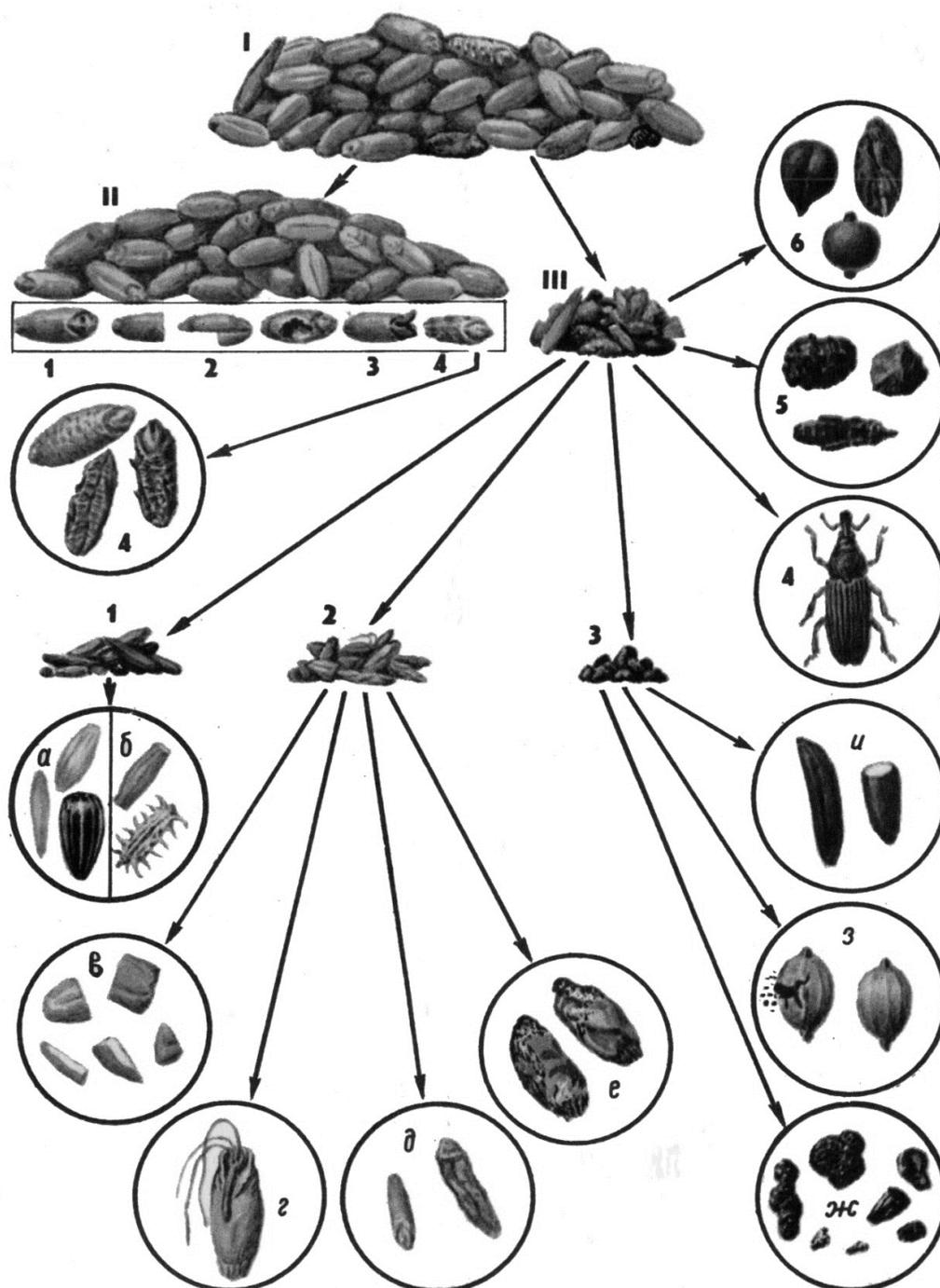


Рис. 52. Схема анализа семян пшеницы. I – неразобранная навеска, II – семена основной культуры: 1 – нормальные, 2 – битые и поврежденные (не более  $\frac{1}{2}$  семени), 3 – наклюнувшиеся, 4 – морозобойные. III – отход: 1 – семена других растений (а – культурных; б – орных), 2 – дефектные семена пшеницы (в – битые и раздавленные; г – проросшие; д – щуплые и мелкие; е – загнившие), 3 – склероции грибов (ж – головневые комочки и др.; з – головневые мешочки; и – рожки спорыньи), 4 – живые вредители семян, 5 – комочки земли, мертвые вредители и другие инертные примеси, б – галлы пшеничной нематоды

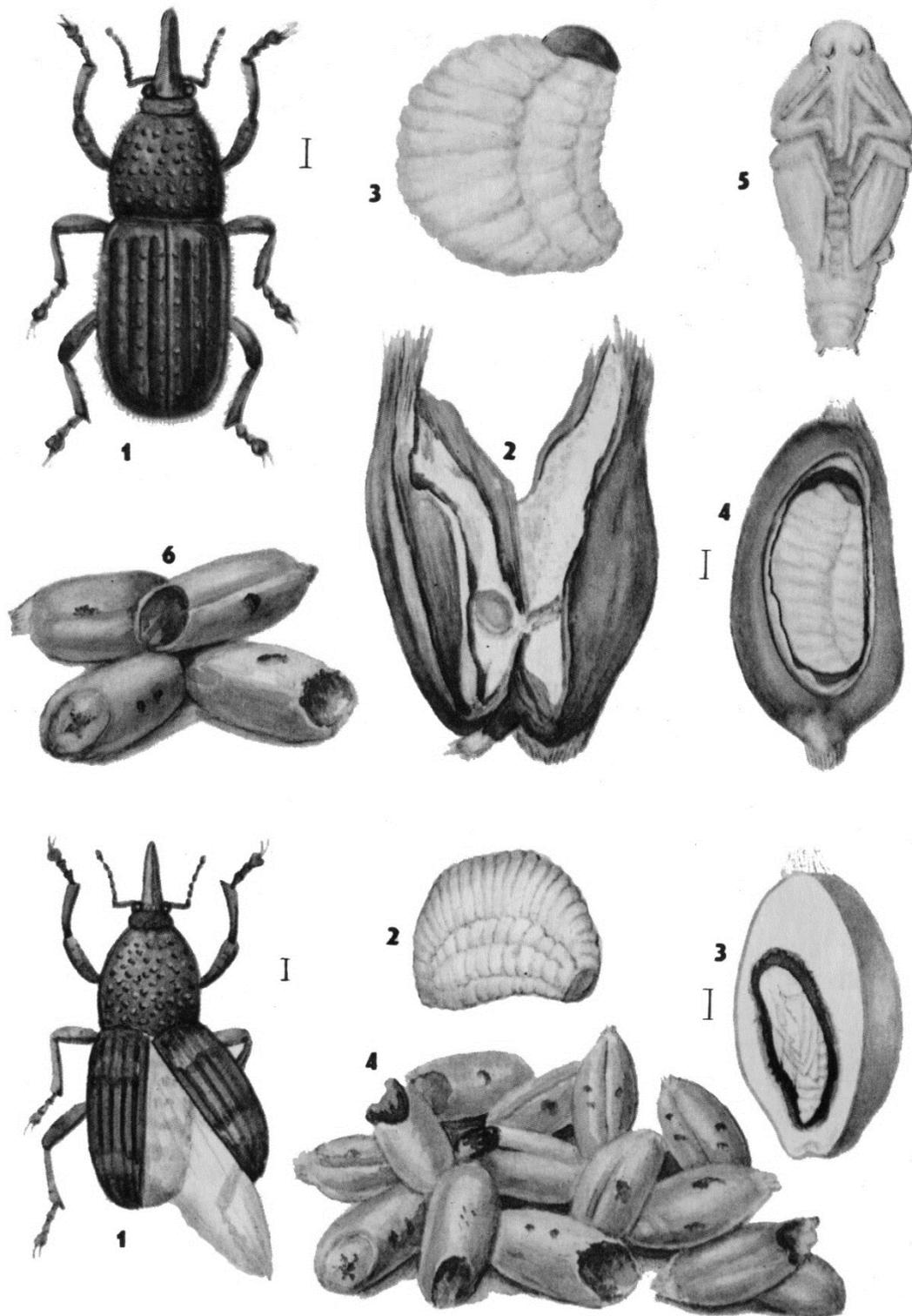


Рис. 53 Амбарный долгоносик: 1 – жук, 2 – яйцо, отложенное внутрь зерна, 3 – личинка, 4 – личинка в зерне, 5 – куколка, 6 – поврежденные зерна пшеницы. Рисовый долгоносик: 1 – жук, 2 – личинка, 3 – куколка в зерне, 4 – зерна, поврежденные жуками.

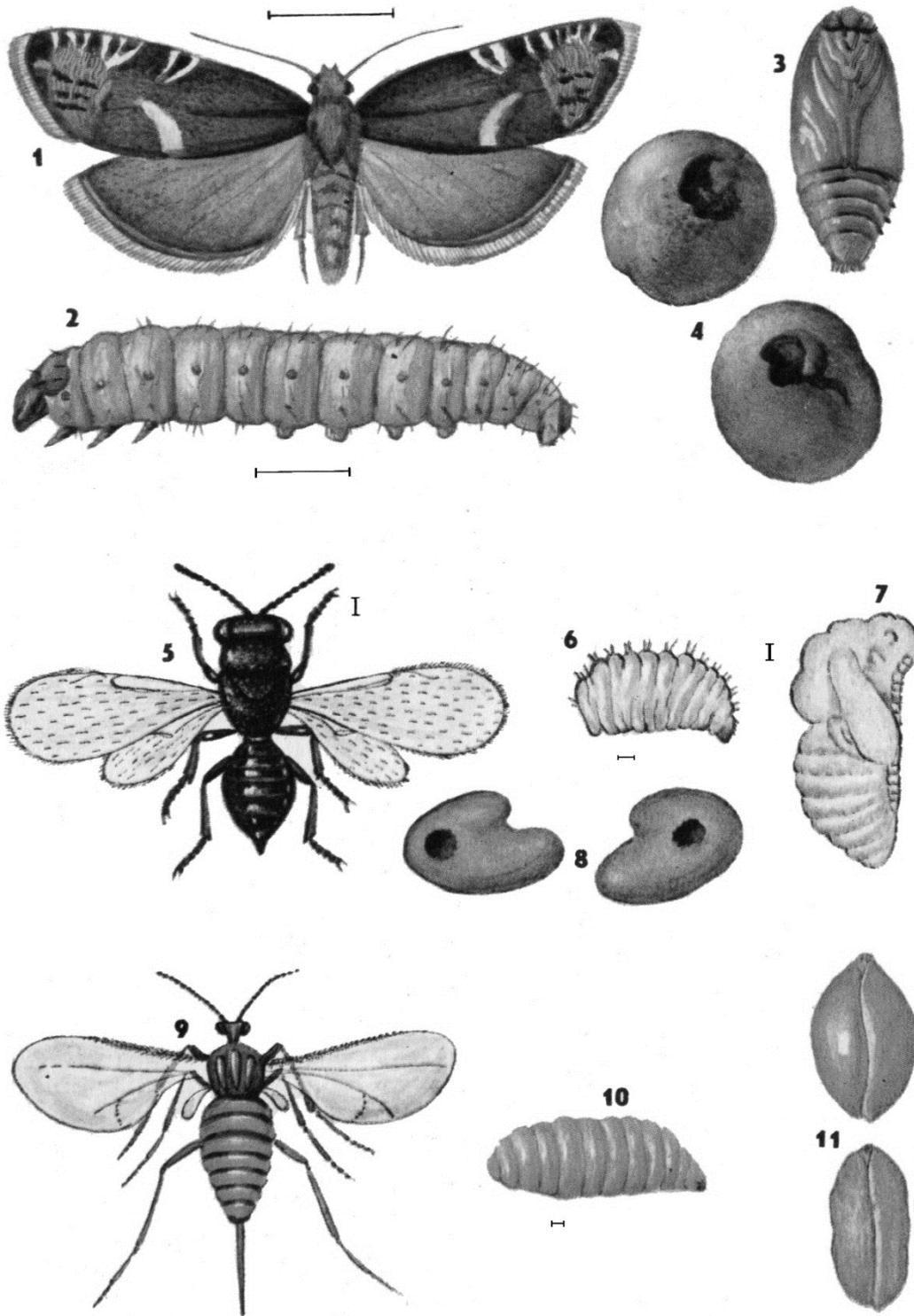


Рис. 54. Гороховая листовертка: 1 – бабочка, 2 – гусеница, 3 – куколка, 4 – поврежденные зерна. Клеверный семеед (толстоножка): 5 – взрослое насекомое, 6 – личинка, 7 – куколка, 8 – поврежденные семена красного клевера. Просяной комарик: 9 – комарик, 10 – личинка, 11 – здоровое и поврежденное зерна проса.

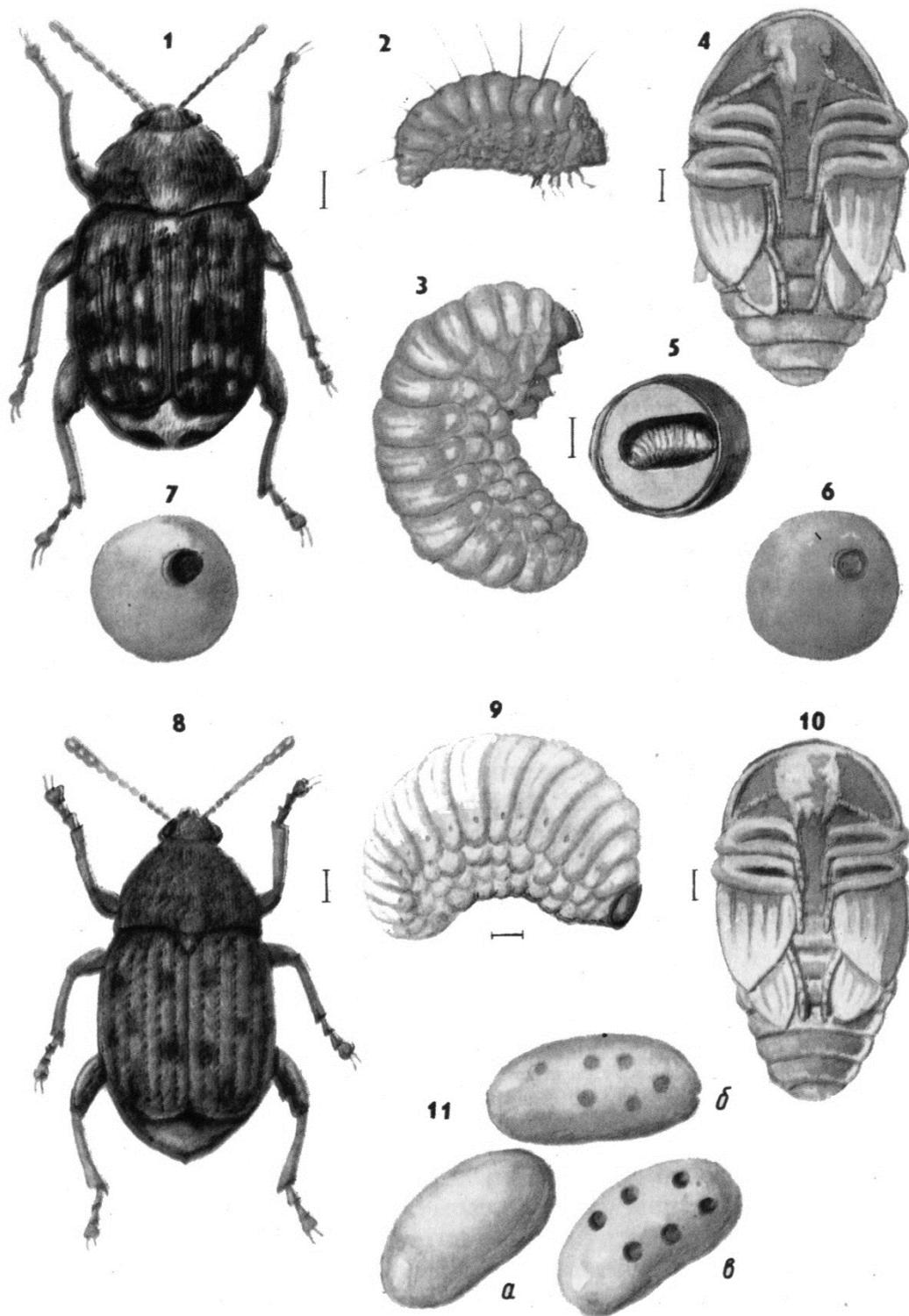


Рис. 55. Гороховая зерновка: 1 – жук, 2 – личинка первого возраста, 3 – личинка после первой линьки, 4 – куколка, 5 – личинка внутри зерна, 6 – зерно гороха до выхода жука, 7 – зерно после выхода жука. Фасолевая зерновка: 8 – жук, 9 – личинка, 10 – куколка, 11 – здоровое (а) и поврежденные зерна фасоли до (б) и после (в) выхода жуков.

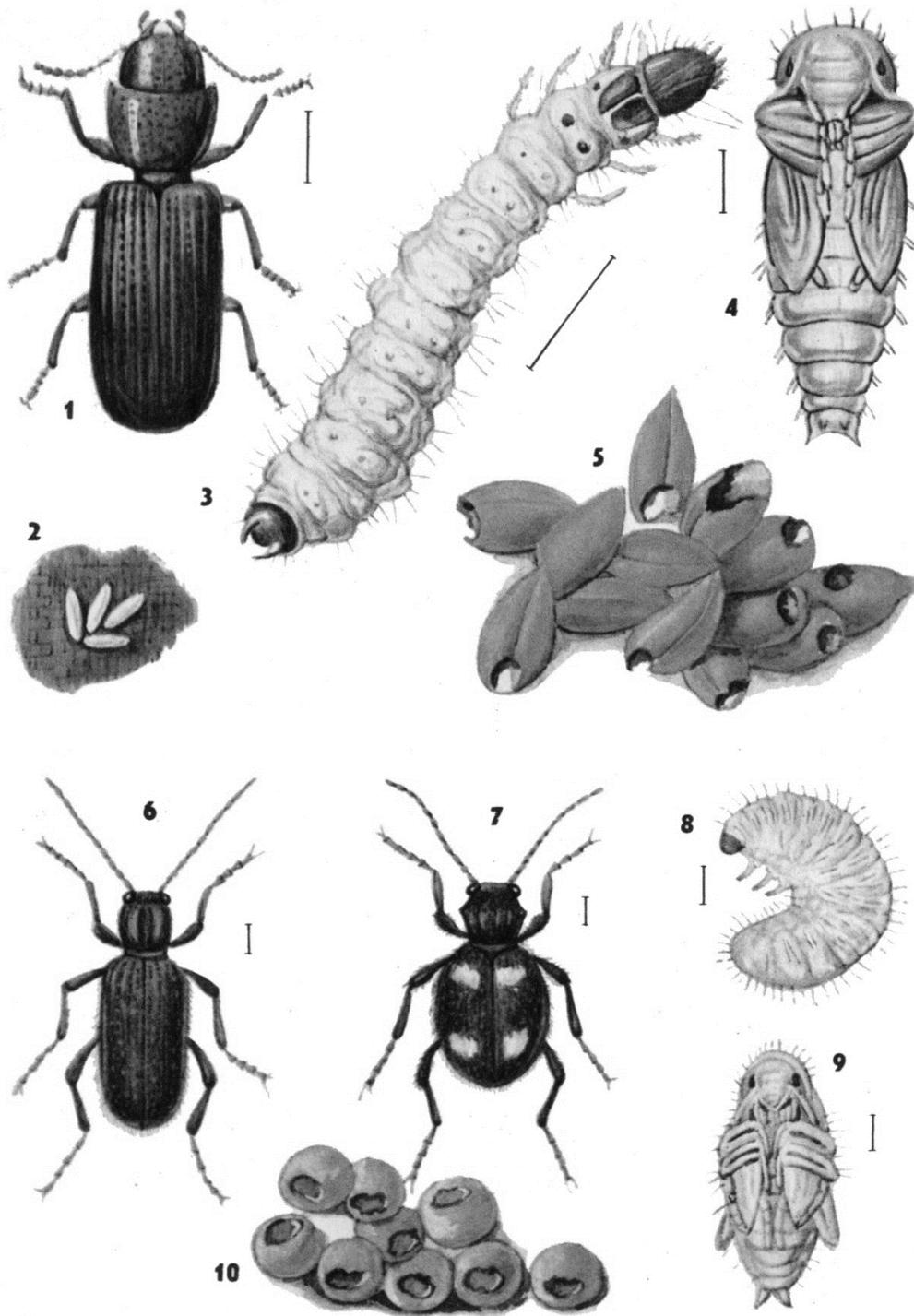


Рис. 56. Мавританская козявка: 1 – жук, 2 – яйца, 3 – гусеница, 4 – куколка, 5 – поврежденные зерна. Притворяшка-вор: 6 – самец, 7 – самка, 8 – личинка, 9 – куколка, 10 – поврежденные зерна.

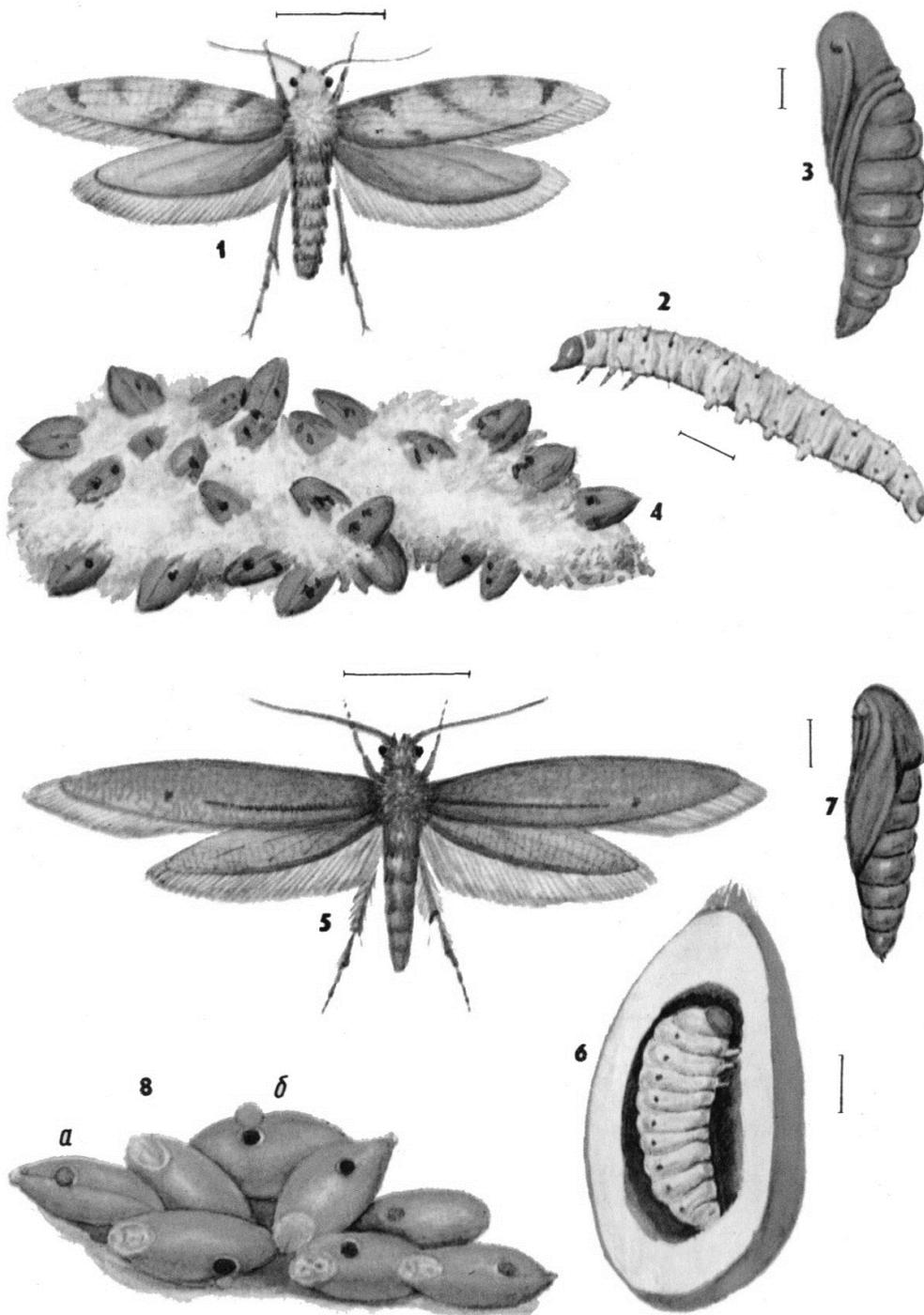


Рис. 57. Амбарная моль: 1 – бабочка, 2 – гусеница, 3 – куколка, 4 – зерна, поврежденные и опутанные паутиной. Зерновая моль: 5 – бабочка, 6 – гусеница, 7 – куколка, 8 – зерна пшеницы до (а) и после (б) вылета моли.

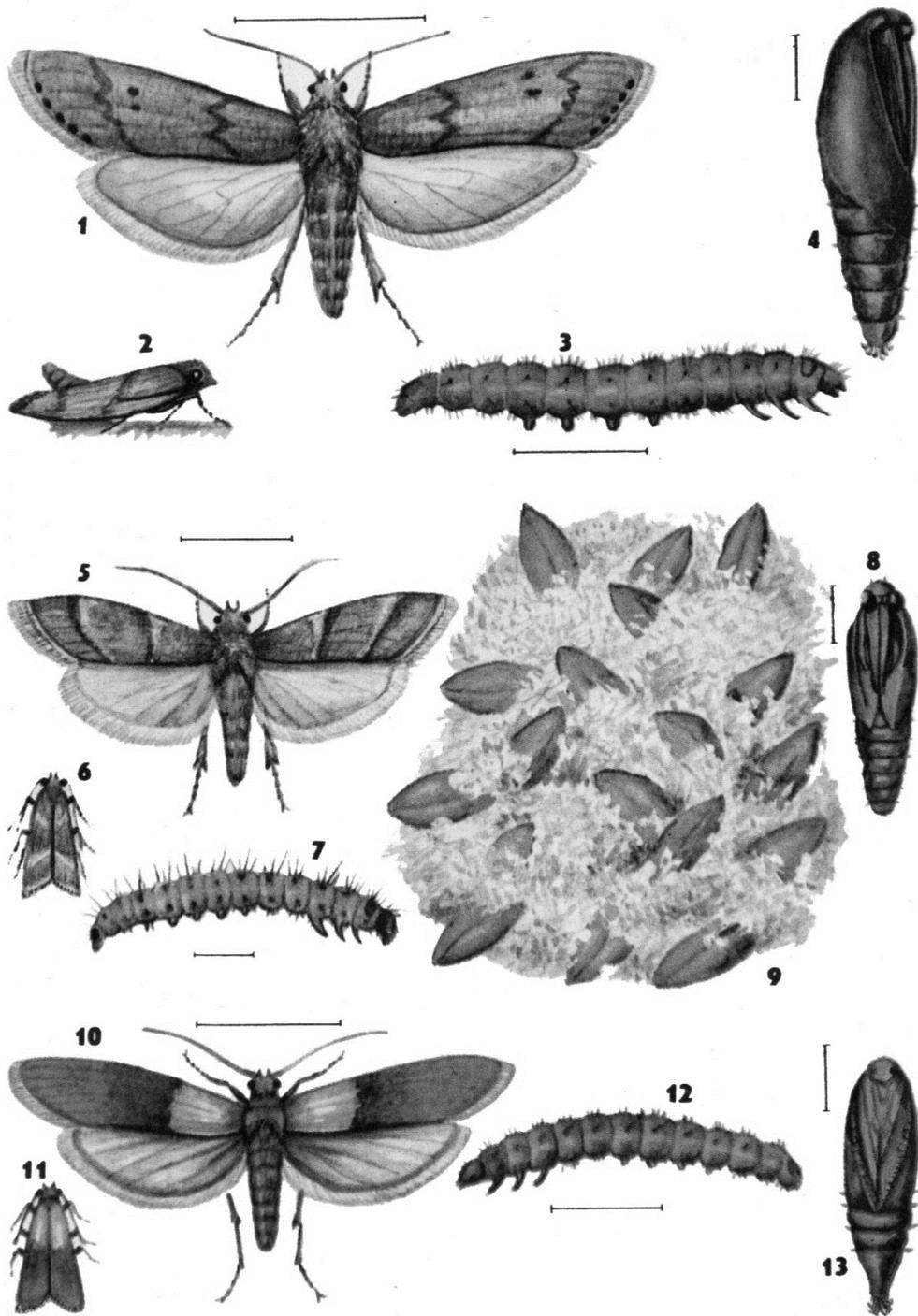


Рис. 58. Мельничная огневка: 1 – бабочка, 2 – бабочка в сидячем положении, 3 – гусеница, 4 – куколка. Зерновая огневка: 5 – бабочка, 6 – бабочка в сидячем положении. 7 – гусеница, 8 – куколка, 9 – поврежденное зерно. Южная амбарная огневка: 10 – бабочка, 11 – бабочка в сидячем положении, 12 – гусеница, 13 – куколка.

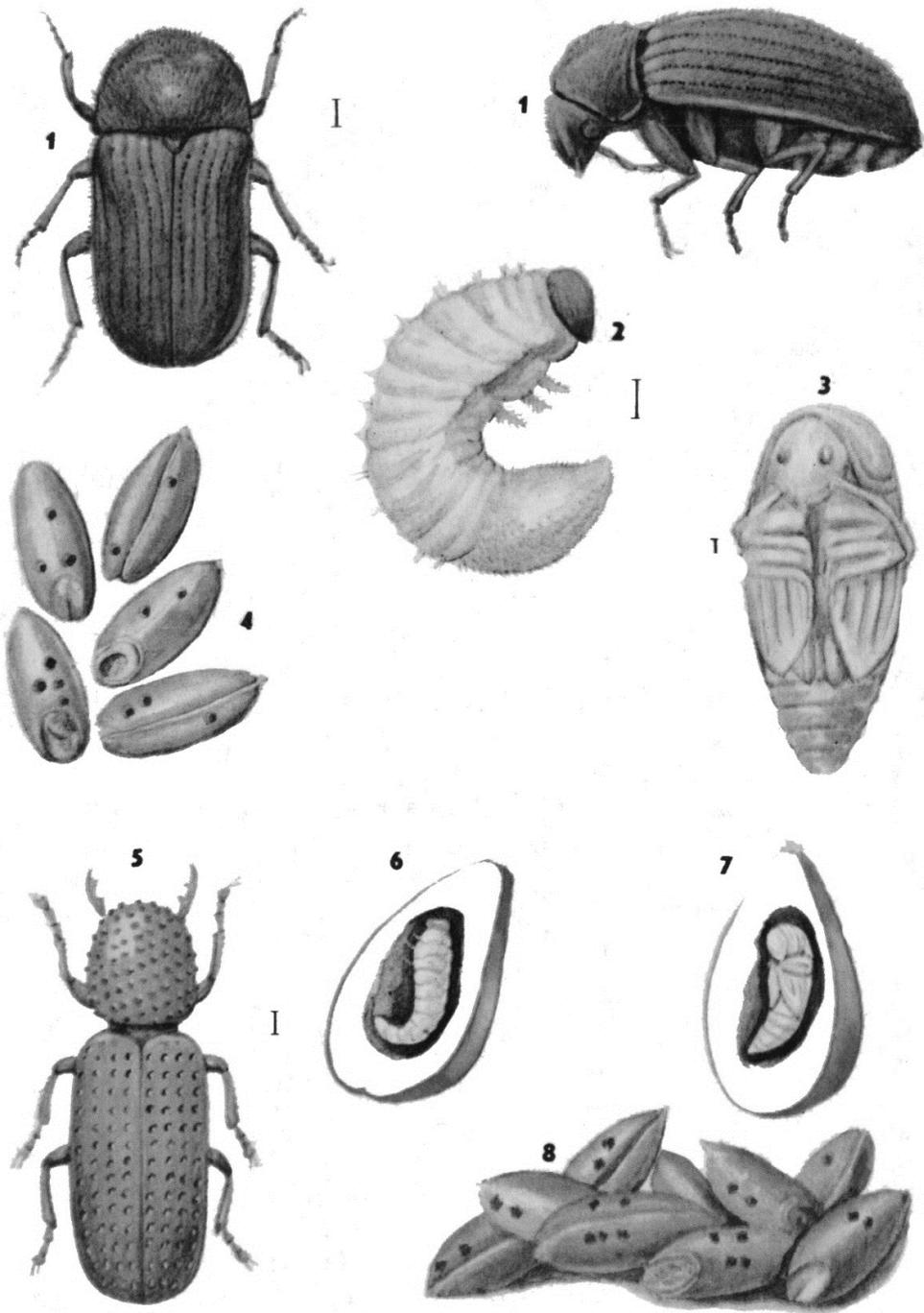


Рис. 59. Хлебный точильщик: 1 – жук, 2 – личинка, 3 – куколка, 4 – поврежденные зерна.  
 Зерновой точильщик: 5 – жук, 6 – личинка, 7 – куколка, 8 – поврежденные зерна.

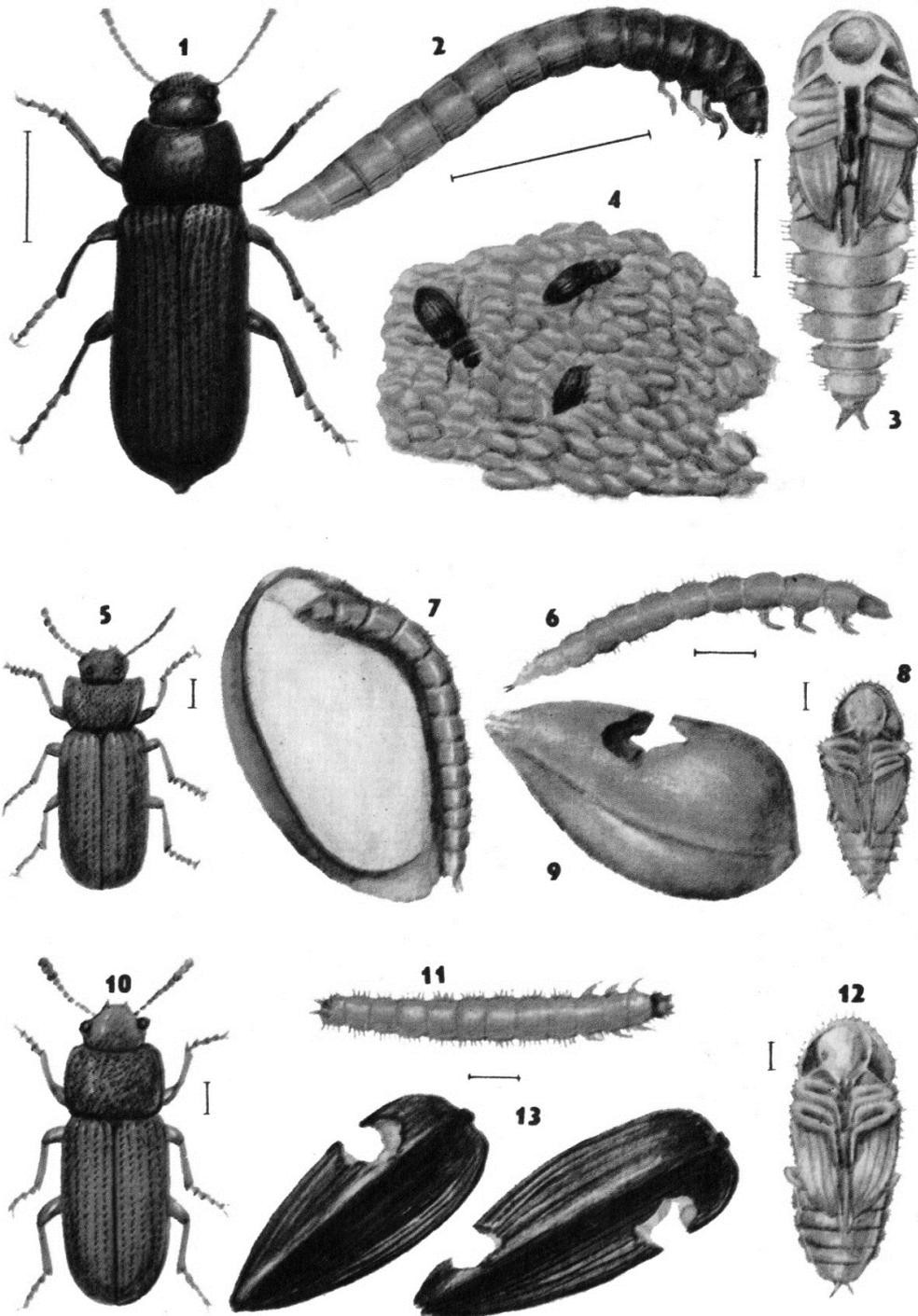


Рис. 60. Большой мучной хрущак: 1 – жук, 2 – личинка, 3 – куколка, 4 – жуки в зерне.  
 Малый мучной хрущак: 5 – жук, 6 – личинка, 7 – личинка, повреждающая зерно, 8 – куколка, 9 – поврежденное зерно. Булавовидный мучной хрущак: 10 – жук, 11 – личинка, 12 – куколка, 13 – поврежденные семечки подсолнечника.

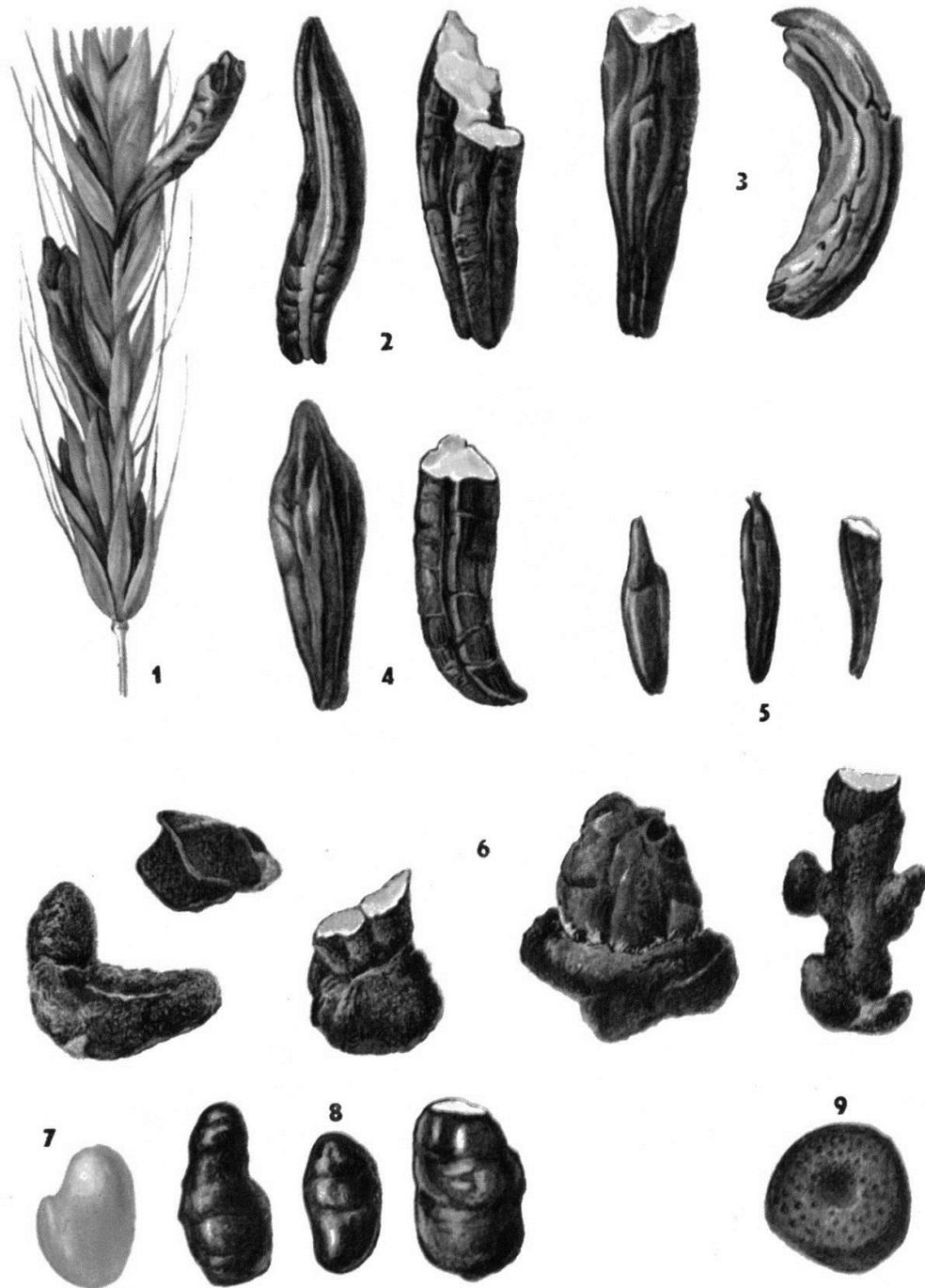
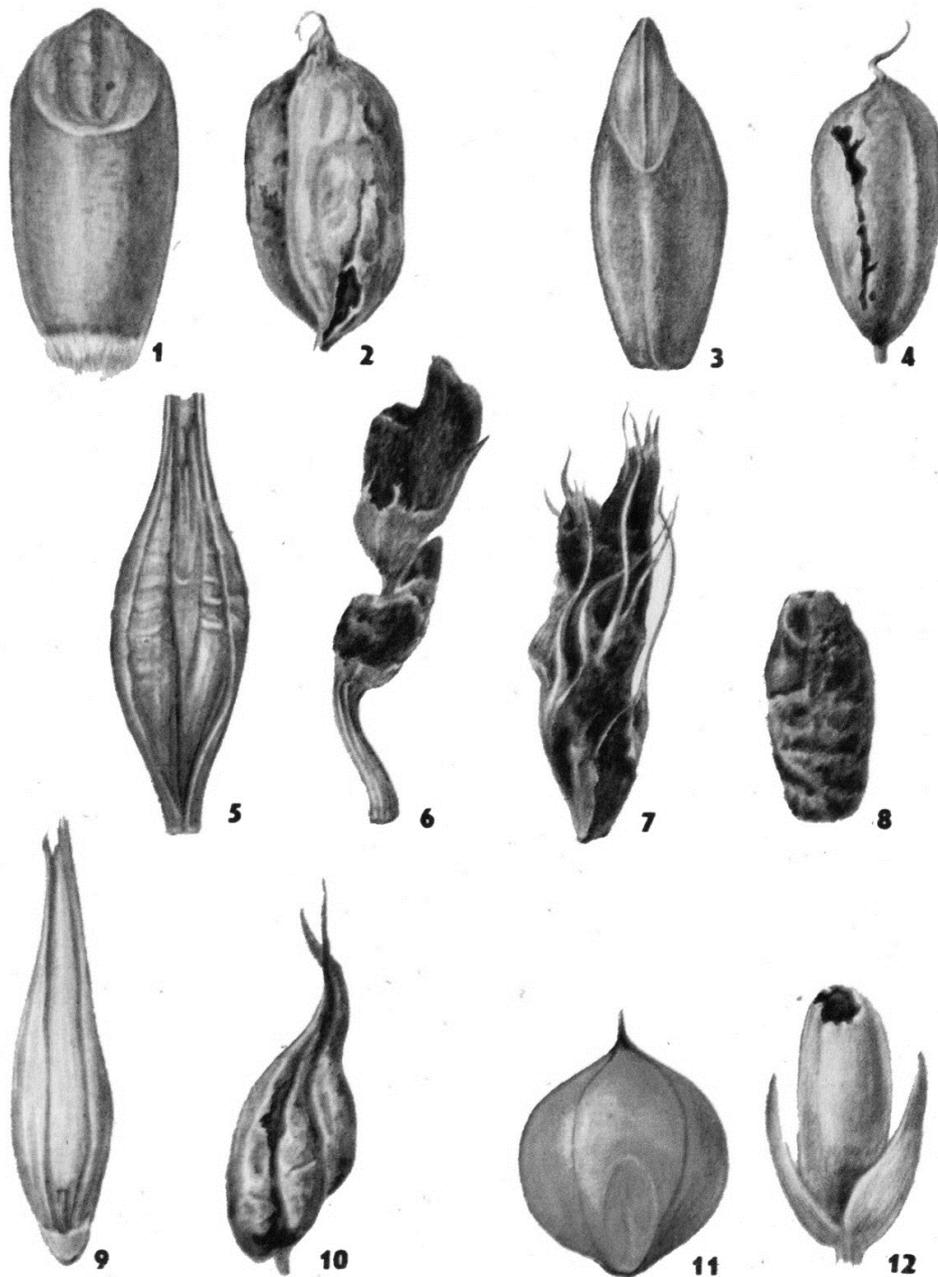
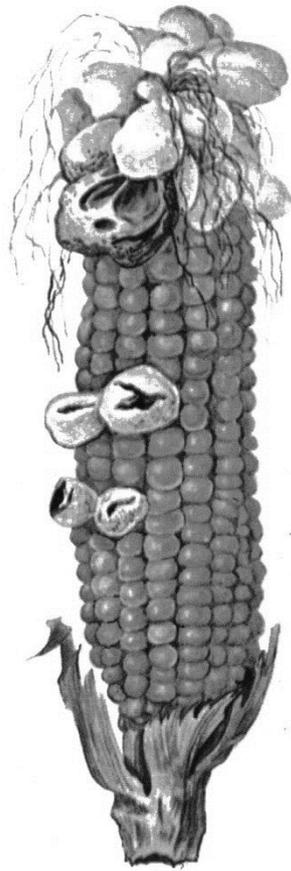


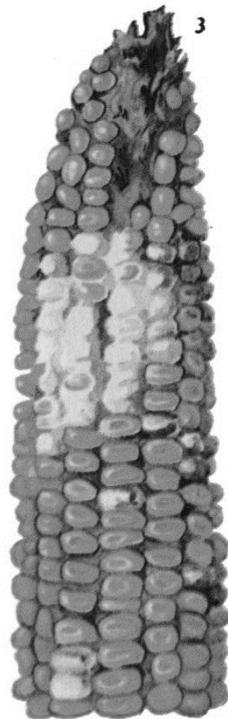
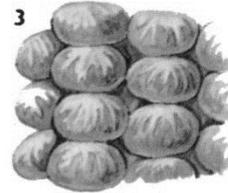
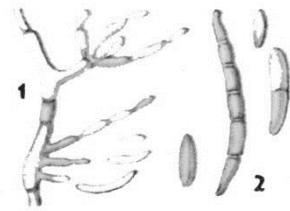
Рис. 61. 1 – колос ржи, пораженный спорыньей; рожки спорыньи: 2 – ржи, 3 – пшеницы, 4 – ячменя, 5 – злаковых трав; 6 – склероции белой и серой гнили; 7 – здоровое семя клевера; 8 – склероции рака клевера; 9 – склероции тифуля. Все увеличено.



*Рис. 62. Головня злаков. 1 – здоровое зерно пшеницы, 2 – головневый мешочек (зерно пшеницы, пораженное твердой головней пшеницы); 3 – здоровое зерно ржи, 4 – головневый мешочек (зерно ржи, пораженное твердой головней ржи); 5 – здоровое зерно ячменя, 6, 7, 8 – головневые комочки (колоски и зерновки ячменя, пораженные твердой головней ячменя); 9 – здоровое семя овса, 10 – семя овса, пораженное твердой головней, 11 – здоровое семя сорго; 12 – семя сорго, пораженное твердой головней.*



I



II

Рис. 63. Болезни кукурузы: I – пузырчатая головня; II – фузариоз: 1 – часть грибницы со спорами, 2 – споры, 3 – пораженный початок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, А. Технология и организация сельского строительства / А. Алексеев. – Стройиздат, 1983.
2. Аликаев, В.А. Справочник по контролю кормления и содержания животных / В.А. Аликаев. – М.: Колос, 1982.
3. Волчкова Л.А., Калюжный Н.С., Нестеров В.В., Тотоева М.Э. воздействие шума на организм и методы его измерения: Метод. Указания. М: МГАВМ и Б им. К.И. Скрябина, 2003. 17с.
4. Гигиена животных / А.Ф. Кузнецов, М.С. Найденский, А.А. Шуканов, Б.Л. Белкин. – М.: Колос, 2001.
5. Гигиена животных / Кузнецов А.Ф., Кочиш И.И., Семенов В.Г., Софронов В.Г., Муромцев А.Б., Аристов А.В. Учебник / Санкт-Петербург, 2015. 448 с.
6. Гигиена животных : учебник для вузов : в 2 книгах / А. Ф. Кузнецов, В. Г. Тюрин, В. Г. Семенов, А. М. Холдоенко. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Книга 2 : Частная зоогигиена — 2021. — 552 с.
7. Гигиена и технологии содержания животных : учебник / А. Ф. Кузнецов, В. Г. Тюрин, В. Г. Семенов [и др.] ; под редакцией А. Ф. Кузнецова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 380 с.
8. Зоогигиена : учебник / И. И. Кочиш, Н. С. Калюжный, Л. А. Волчкова, В. В. Нестеров. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 464 с.
9. Кузнецов, А. Ф. Гигиена животных : учебник для вузов / А. Ф. Кузнецов, В. Г. Тюрин, В. Г. Семенов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021— Книга 1 : Общая зоогигиена — 2021. — 360 с.
10. Кочиш И.И., Виноградов П.Н., Волчкова Л.А., Нестеров В.В. Практикум по зоогигиене. СПб.: Лань, 2012. 416 с.
11. Онегов, А.П. Гигиена сельскохозяйственных животных /А.П. Онегов, И.Ф. Храбустовский, В.И. Черных. – М.: Колос, 1984.
12. Практикум по зоогигиене / А.Ф. Кузнецов, А.А. Шуканов, В.И. Баланин и др. / Под ред. А.Ф. Кузнецова. – М.: Колос, 1999.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
I. ВВОДНЫЕ ЗАНЯТИЯ	6
ТЕМА I. ЗООГИГИЕНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ	9
Работа 1. Определение температуры воздуха	11
Работа 2. Определение влажности воздуха	19
Работа 3. Определение атмосферного давления	32
Работа 4. Определение скорости и направления движения воздуха	36
Работа 5. Определение освещенности в животноводческих помещениях	46
Работа 6. Определение пылевой загрязненности воздуха животноводческих помещений	53
Работа 7. Определение бактериальной обсемененности воздуха животноводческих помещений	55
Работа 8. Определение уровня шума в животноводческих помещениях	59
Работа 9. Определение газовой загрязненности воздуха	67
ТЕМА II. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЫ	88
Работа 1. Взятие почвы для исследования и подготовка ее для анализа	88
Работа 2. Определение физических свойств почвы	90
Работа 3. Химический анализ почвы	98
Работа 4. Бактериологическое исследование почвы	109
Работа 5. Энтомологическое исследование почвы	114
Работа 6. Санитарная оценка почвы	115
ТЕМА III. ОЦЕНКА ДОБРОКАЧЕСТВЕННОСТИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ	118
Работа 1. Обследование водоисточника и взятие проб воды	118
Работа 2. Исследование физических свойств воды	120
Работа 3. Исследование химического состава воды	125
Работа 4. Очистка и обеззараживание воды	137
ТЕМА IV. САНИТАРНО-ЗООГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОРМОВ	148
Работа 1. Оценка доброкачественности грубых кормов	148

Работа 2. Оценка доброкачественности сочных кормов.....	153
Работа 3. Оценка доброкачественности зерновых кормов .....	158
Работа 4. Оценка доброкачественности мучных, гранулированных кормов и жмыхов.....	162
Работа 5. Оценка доброкачественности кормов животного происхождения .....	168
Работа 6. Оценка доброкачественности минеральных кормов .....	171
Работа 7. Определение грибковой токсичности кормов .....	172
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	182
ЛИТЕРАТУРА .....	195