

ТЕМА 1: МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В ПОМЕЩЕНИЯХ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ

В целях комплексной оценки эксплуатируемых объектов изучают микроклимат животноводческих и птицеводческих помещений.

Микроклимат – это совокупность физико-химических параметров воздушной среды и светового режима помещения. В понятие микроклимата помещений для животных входят такие факторы, как:

- температура воздуха, внутренних поверхностей ограждающих конструкций;
- относительная влажность воздуха, влажность внутренних поверхностей ограждающих конструкций;
- направление и скорость воздушных потоков в зоне размещения животных, в вытяжных и приточных вентиляционных каналах, у окон и дверей;
- интенсивность искусственного и естественного освещения, долгота дня, ультрафиолетовой и инфракрасной радиации;
- содержание вредно действующих газов – диоксида и оксида углерода, аммиака, сероводорода, фенола формальдегида, озона;
- содержание в воздухе пыли и микроорганизмов;
- уровень производственных шумов;
- ионный состав воздушной среды.

Температура, относительная влажность, другие физические и химические свойства воздуха в животноводческих и птицеводческих помещениях в различные сезоны года, месяцы и даже время суток подвержены влиянию различных факторов – изменению метеорологических условий, эффективности работы вентиляционно-отопительного оборудования, времени суток. Поэтому микроклимат помещений нужно изучать в определенное время суток и в каждый сезон года, чтобы правильно охарактеризовать состояние условий содержания животных и птицы.

На отдельные показатели микроклимата помещений в значительной степени оказывают влияние метеорологические условия. В связи с этим при изучении микроклимата животноводческих помещений обязательно замеряют температуру, относительную влажность, барометрическое давление наружного воздуха, направление и скорость ветра. Указанные показатели наружного воздуха замеряют в часы исследований микроклимата помещений.

Исследовать микроклимат животноводческих и птицеводческих помещений следует в течение 10 дней каждого месяца при проведении стационарных исследований и в течение 10 дней каждого сезона года при экспедиционных исследованиях.

Замеры проводят в трех зонах по горизонтали – в середине помещения в трех точках: в центре и на расстоянии 0,8 м от продольных стен (в помещениях для КРС все измерения в средней части здания проводят на

расстоянии 2 м по продольной оси здания от центра помещения). В торцах помещения – в трех точках: на расстоянии 0,8 и 3 м от продольных стен и на линии продольной оси здания. Расстояние точек от торцовых стен – 1 м. Зоны замеров по вертикали приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Расположение точек замеров по вертикали животноводческих и птицеводческих помещений.

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

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

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

Исследования микроклимата помещения проводят два раза в сутки – утром и днем, до начала работ обслуживающего персонала, в одно и то же время. За период исследований необходимо дополнительно проводить не менее трех раз замеры микроклимата в ночное время (в 4 часа). Примерная кратность исследования микроклимата в зависимости от его показателей приведена в табл. 2.

Таблица 2 – Примерная кратность исследований микроклимата

[illegible]

Примечания:

1. В зависимости от поставленных целей исследований кратность измерений показателей микроклимата может меняться.

2. В последующие декады исследований принимается аналогичная кратность.

На состояние основных показателей микроклимата помещений для содержания животных и птицы влияют погода, физические и конструктивные свойства ограждений (стены, покрытия, потолки, окна, двери), уровень воздухообмена, половозрастной состав поголовья, тип кормления, а также тщательность выполнения санитарных требований по содержанию животных и птицы и уходу за ними.

При контроле за микроклиматом помещений определяют физические свойства воздуха, теплотехнические свойства ограждений; изменение газового состава и содержание химических примесей, количество пыли и микроорганизмов в воздухе помещений, интенсивность оптического излучения, аэроионный фон.

ТЕМА 2: КОНТРОЛЬ ЗА ТЕМПЕРАТУРОЙ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИЯХ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ

Цель занятия: ознакомиться с приборами для контроля температуры воздуха помещениях, приобрести навыки работы с термометрами и термографами.

Приборы и материалы: термометры, термографы, диаграммные бумажные ленты, чернила

Содержание занятия. Исследование температурного режима помещения поможет определить перепады температуры в различных плоскостях, которые зависят от качества постройки и её свойств, строительных материалов, состояния погоды, системы отопления и вентиляции.

В зависимости от конкретных условий для контроля за температурой воздуха используют приборы с разным принципом действия: термометры расширения (ртутные, спиртовые) и электрические, термографы.

Максимальные термометры – ртутные. Внутри резервуара (шарика) впаян стеклянный штифт, который настолько сужает просвет капилляра, что через него ртуть может проходить лишь при ее расширении, которое возникает при повышении температуры воздуха. При понижении температуры столбик ртути, прошедший через капилляр, уже не может опуститься вниз, и ртуть остается в том положении, которое установилось при максимальной температуре. Температуру определяют по температурной шкале по верхнему уровню ртутного столбика термометра.

Минимальные термометры – спиртовые. В капиллярной трубке термометра имеется подвижный стеклянный штифт с плоским утолщением на концах. Перед наблюдением нижний конец термометра (резервуар) поднимают вверх до тех пор, пока штифт под влиянием собственной тяжести не спустится до мениска спирта. Затем термометр устанавливают горизонтально. При повышении температуры спирт, расширяясь, свободно проходит по капилляру, не двигая штифт. При снижении температуры длина спиртового столбика уменьшается, и поверхностная пленка увлекает за собой штифт к резервуару до тех пор, пока не установится самая низкая температура. Определяют минимальную температуру по концу штифта, наиболее удаленному от резервуара термометра.

Термографы. Для систематического наблюдения за температурой в течение продолжительного времени пользуются самопишущими приборами – термографами (М-16с; М- 16н) с продолжительностью одного оборота барабана соответственно 26 и 176 ч. Погрешность хода суточного часового механизма ± 5 мин. за 24 ч., недельного – ± 30 мин. за 168 ч. Воспринимающей деталью приборов является либо биметаллическая пластинка, состоящая из спаянных металлов, имеющих различный температурный коэффициент расширения, либо полая металлическая пластинка, заполненная толуолом или спиртом. При изменении температуры воздуха меняется кривизна пластинок,

зависящая от температурных коэффициентов в первом случае, либо от изменения объема толуола или спирта – во втором. Изменение кривизны пластинок передается стрелке, которая колеблется вверх и вниз, и таким образом на ленте записывается температура. Ленты разграфлены по горизонтали на недели, дни и часы, а по вертикали – на показатели температуры от минус 30 до плюс 40°C. При измерении температуры воздуха определяют:

- а) температуру воздуха в момент измерения;
- б) колебания температуры на протяжении времени (по часам и дням);
- в) температурный режим помещений, то есть показатели температуры воздуха помещения на различных уровнях и в различных направлениях по вертикали и горизонтали.

Примерная форма ведения записи температуры и обработки лент термографа дана в таблице 1А приложения.

Термограф устанавливают в помещении на требуемой высоте строго горизонтально. Перед работой диаграммную ленту укрепляют на барабане, заводят часовой механизм, а перо заполняют специальными чернилами. Первоначально перо устанавливают при помощи регулировочного винта в соответствии с показателями ртутного контрольного термометра; на диаграммной ленте записывают дату и время начала, и окончание записи.

Задание. Изучить теоретический материал и произвести измерения температуры в 9 точках животноводческого помещения

Контрольные вопросы:

1. Укажите точки помещения, в которых измеряют температуру воздуха
2. Как производится измерение температуры минимальным термометром?
3. Как называется прибор для систематического наблюдения за температурой в течение продолжительного времени?

ТЕМА 3: КОНТРОЛЬ ЗА ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИЯХ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ

Цель занятия: ознакомиться с приборами для контроля влажности в помещениях для животных. Приобрести навыки работы с психрометрами, гигрометрами, гигрографами. Научиться проводить расчеты влажностных характеристик по данным психрометров

Приборы и материалы: психрометры статический и аспирационный, гигрографы, диаграммные ленты к ним.

Содержание занятия. Для определения относительной влажности воздуха помещений для содержания сельскохозяйственных животных и птицы применяют гигрометры, простые и аспирационные психрометры, а для непрерывной записи измерения относительной влажности воздуха в течении длительного промежутка времени – гигрографы.

Для определения относительной влажности воздуха применяют гигрометры (МВ-18; М-68) – приборы, действие которых основано на способности обезжиренного тонкого человеческого волоса удлиняться при повышении относительной влажности воздуха и укорачиваться при ее понижении. Принцип действия: один или несколько обезжиренных тонких волос натягивают через особые блоки между двумя точками: в одном волосы прикрепляют неподвижно, в другом – к вращающейся оси, соединенной со стрелкой на циферблате. Когда волос в зависимости от изменяющейся влажности воздуха удлиняется или укорачивается, стрелка гигрометра приводится в движение и дает на циферблате показания относительной влажности в процентах.

Психрометр Августа (статический) состоит из двух совершенно одинаковых термометров, укрепленных на особом штативе на расстоянии 4–5 см друг от друга или в открытом футляре. Резервуар одного из термометров (влажного) обернут кусочком батиста (нужно следить, чтобы материя была чистой), конец которого свернут жгутом и погружен в расширенный конец изогнутой трубки, заполненной дистиллированной водой. Уровень воды должен находиться от нижнего конца резервуара на расстоянии 2–3 см. В силу капиллярности материя постоянно смачивается, и с шарика термометра непрерывно испаряется вода. Происходит потеря тепла пропорционально скорости испарения. Испарение тем энергичней, чем суше воздух. В связи с этим и показания температуры на влажном термометре ниже, чем на рядом расположенном сухом. Разность показаний обоих термометров берут за основу расчетов.

Величину относительной влажности воздуха определяют по психрометрической таблице. Психрометр следует предохранять от влияния источников лучистой энергии и случайных движений воздуха. Продолжительность наблюдений – 10–15 мин. При температуре ниже 0°C показания психрометра становятся менее точными. Чтобы этого избежать, надо удалять слои льда с резервуара влажного термометра.

Психрометр аспирационный Ассмана МВ-4М. Принцип его действия основан на аспирации (просасывания) воздуха с определенной скоростью через сухой и влажный термометры. Прибор служит для измерения относительной влажности и температуры воздуха в стационарных условиях. Диапазон измерения относительной влажности – от 10 до 100% при температуре окружающей среды от минус 10 до плюс 40°C. Относительную влажность воздуха рассчитывают по приложению к прибору.

Принцип работы психрометрических приборов ВИТ-1 и ВИТ-2, применяемых для измерения относительной влажности воздуха, аналогичен.

При длительных наблюдениях и в случаях, когда показатели влажностного режима воздуха подвергаются частым изменениям, для контроля последних применяют гигрографы (М-21 Ас, М-21 Ан) с суточным и недельным заводом. Гигрограф состоит из датчика влажности – пучка обезжиренных человеческих волос, защищенного от повреждений специальным ограждением, регистрирующей части, состоящей из стрелки с пером и барабана с часовым механизмом.

При определении влажности воздуха учитывают следующие психрометрические величины: максимальную, относительную, абсолютную влажность; дефицит влажности; относительную сухость; точку росы.

Максимальная влажность (D) – выраженное в граммах количество водяного пара, насыщающего до предела один кубометр воздуха при определенной температуре. Для каждой температуры максимальная влажность есть величина постоянная. С повышением температуры (до определенного предела) максимальная влажность увеличивается.

Так, при температуре воздуха минус 55°C максимальная влажность равна 0; при минус 20°C – 0,87 г; при 0°C – 4,58 г, 20°C – 17,54 г, 50°C – 82,63 г.

Абсолютная влажность (d) – выраженное в граммах количество водяного пара в одном кубометре воздуха при данных температуре и барометрическом давлении.

Дефицит влажности (D) – выраженная в граммах разность между максимальной и абсолютной влажностью. Дефицит влажности рассчитывают по формуле:

$$D = D - d \quad (1)$$

Относительная влажность (φ) – выраженное в процентах соотношение между абсолютной и максимальной влажностью. Рассчитывается по формуле:

$$\varphi = \frac{d}{D} \times 100. \quad (2)$$

Относительная сухость – величина, дополняющая относительную влажность до 100%.

При расчете дефицита влажности и относительной влажности максимальную влажность (D) определяют по показаниям сухого термометра.

Точка росы (T°) – температура, при которой находящиеся в воздухе

водяные пары достигают максимального насыщения. Температуру точки росы (T°) вычисляют по таблице 2А приложения.

Пример. При температуре 18°C относительная влажность равна 63,57%. При какой температуре и том же содержании водяных паров (9,84 г) воздух будет насыщен ими, то есть будет максимальная влажность.

Подыскивая в таблице 2А приложения А подходящую цифру, находим, что 9,84 г соответствует 11°C – это температура точки росы. Другими словами, если в помещении при том же содержании водяных паров температура с 18° падает до 11° , то на поверхности конструкций предметов появится роса.

Максимальную, абсолютную влажность и дефицит влажности можно определять также по напряжению (давлению) водяного пара, тогда величина этих показателей будет выражена в миллиметрах ртутного столба. Максимальная влажность (Е) – это выраженное в миллиметрах ртутного столба напряжение водяного пара, насыщающего воздух при определенной температуре. Абсолютная влажность (е) – выраженное в миллиметрах ртутного столба напряжение водяного пара в данном месте при данной температуре и барометрическом давлении.

Максимальную влажность (D) и (Е) воздуха для данной температуры находят по таблице 3.

Таблица 3 – Плотность насыщенных водяных паров при различных температурах, г/м³

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

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

Абсолютную влажность (d) и (e) можно найти по формулам:

$$d = (D/100) \times \varphi, \quad (3)$$

$$e = (E/100) \times \varphi, \quad (4)$$

$$d = D - [\alpha \times (t^{\circ}1 - t^{\circ}2) \times B], \quad (5)$$

$$e = E - [\alpha \times (t^{\circ}1 - t^{\circ}2) \times B], \quad (6)$$

где D и E – величины максимальной влажности при температуре влажного термометра;

B – барометрическое давление в момент наблюдений;

α – психрометрический коэффициент, равный для помещений 0,0011 (при действующей вентиляции) или 0,0009, когда в помещении ощущается едва заметное движение воздуха; 0,0007 – если при определенной влажности и в наружной атмосфере наблюдается небольшое движение воздуха.

Задание. Изучить теоретический материал и произвести измерения влажности воздуха в 9 точках животноводческого помещения.

Контрольные вопросы:

1. Назовите методы определения абсолютной влажности
2. Назовите приборы, с помощью которых можно определить относительную влажность.
3. Дайте определение понятию «точка росы»

Занятие № 1 Определение температуры воздуха и атмосферного давления в животноводческих помещениях

Цель занятия: Ознакомиться с устройством, принципами работы приборов для контроля температуры в помещениях и атмосферного давления. Приобрести навыки работы с термометрами, термографами, барометрами и барографами.

Правила и порядок измерения температуры воздуха в животноводческих помещениях. Температуру воздуха в помещениях измеряют 3 раза в сутки в следующие промежутки времени, ч: I – 5-7; II – 12-14; III - 19-21. Измерять температуру рекомендуется в 2-3 зонах по вертикали, учитывая зону нахождения животных и обслуживающего персонала. Обычно температуру определяют в помещениях для телят на высоте 0,3, 0,7 и 1,5 м от пола; в помещениях для взрослого крупного рогатого скота, молодняка старшего возраста и лошадей - на высоте 0,6 и 1,5 м от пола; в помещениях для молодняка свиней и овец на высоте 0,2, 0,4 и 1,5 м от пола; в помещениях для взрослых животных разных видов - на высоте 0,4, 0,7 и 1,5 м от пола. Замеры температуры воздуха проводят в зонах лежания, стояния животных и нахождения обслуживающего персонала.

В птичниках с использованием напольного содержания измерения проводят на высоте до 0,3 м и 1,5 м от пола, а в помещениях, оборудованных насестами и гнездами, - на 0,5 м выше наиболее приподнятых насестов и гнезд; при клеточном содержании температуру измеряют на уровне каждого яруса батареи (в центре клеток).

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

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

Показатели воздуха помещения, в частности температуры, зависят от метеорологических условий окружающей атмосферы. При измерении температуры наружного воздуха резервуар термометра нужно защищать от влияния солнечной радиации и холодных ветров. Для этого используют защитные ширмы из картона или фанеры.

Задание №1. Изучить устройство и принцип работы максимального и минимального термометров (рис. 1).

Максимальный термометр – это ртутный термометр, который показывает самую высокую температуру, имевшую место в период наблюдения. Он может сохранить своё показание, несмотря на последующее понижение температуры. Возвращение ртути к нулевым показателям достигается встряхиванием термометра.

Принцип работы максимального термометра заключается в сохранении показаний максимальных значений температуры благодаря наличию в резервуаре штифта и вакуума в капилляре над ртутью. При повышении температуры избыток ртути из резервуара вытесняется в капилляр через узкое кольцообразное отверстие между штифтом и стенками капилляра и остаётся там и при понижении температуры. Таким образом, положение конца столбика ртути относительно шкалы соответствует значению максимальной температуры.

Минимальный термометр обычно бывает спиртовым. Внутри его капиллярной трубки, заполненной спиртом, находится небольшой подвижный штифт, изготовленный из тёмного стекла и имеющий на концах утолщения в виде булавочных головок. При повышении температуры спирт, расширяясь, свободно проходит мимо штифта, а при понижении температуры, напротив, столбик спирта уменьшается, и поверхностная плёнка увлекает за собой штифт вниз, к резервуару, и останавливается в положении, соответствующем минимуму наблюдавшейся температуры.

Принцип работы минимального термометра заключается в сохранении минимальных значений температуры благодаря находящемуся в капилляре внутри спирта штифту — указателю. Утолщения штифта меньше внутреннего диаметра капилляра, поэтому при повышении температуры спирт, поступающий из резервуара в капилляр, обтекает штифт, не смещая его. При понижении температуры штифт после соприкосновения с мениском столбика спирта перемещается вместе с ним к резервуару и остаётся в ближайшем к резервуару положении. Положение конца штифта, ближайшего к мениску спирта, указывает минимальную температуру, а мениск — температуру в настоящий момент.

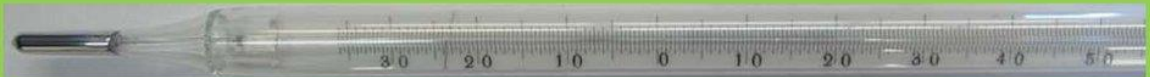


Рисунок 1 – Максимальный и минимальный термометры

Максимальный термометр ТМ-1

Измеряет максимальную температуру от -35 до $+70^{\circ}\text{C}$ между сроками.

Способность измерять максимальную температуру обусловлена особенностью строения резервуара термометра. В его дно впаян узкий конический стеклянный штифт. Конец штифта входит в начало капилляра, сужая его поперечное сечение, что затрудняет в этом месте свободный проход ртути при изменении температуры. При повышении температуры ртуть вытесняется в капилляр с достаточным для преодоления этого сужения усилием. При понижении же температуры сил внутреннего сцепления ртути недостаточно для преодоления повышенного трения в месте сужения отверстия капилляра, ртутный столбик мгновенно разрывается на две части — одна быстро уходит в резервуар, а вторая часть остается в капилляре, заполняя его от деления, при котором началось понижение температуры, до места обрыва. Таким образом, максимальный термометр фиксирует наибольшее значение температуры между сроками наблюдений. Для того чтобы оторвавшийся столбик ртути соединить с той частью, которая находится в резервуаре, термометр следует энергично встряхнуть, держа его в руке резервуаром вниз.



Минимальный термометр ТМ-2

Предназначен для измерения минимальной температуры воздуха и почвы между сроками наблюдений. Диапазон измеряемых температур находится в пределах от -70 до $+40^{\circ}\text{C}$. Это спиртовой термометр, в капилляре которого в столбике спирта находится стеклянный штифт с головками на концах. По положению штифта и определяется минимальная температура между сроками. Минимальный термометр ТМ-2 при измерении устанавливается горизонтально, а конец штифта (головка) подводится к краю спирта в капилляре. При понижении температуры столбик укорачивается, поверхностная пленка спирта приходит в соприкосновение с головкой штифта и увлекает его в сторону уменьшения показаний. Когда же вследствие повышения температуры столбик спирта удлиняется, штифт остается на месте. Следовательно, при горизонтальном положении термометра тот конец штифта, который находится ближе к поверхности столбика спирта, показывает самую низкую температуру со времени последней установки штифта.



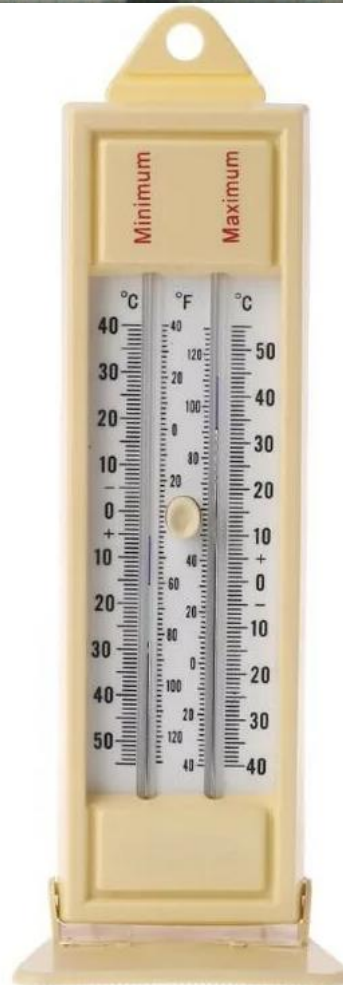
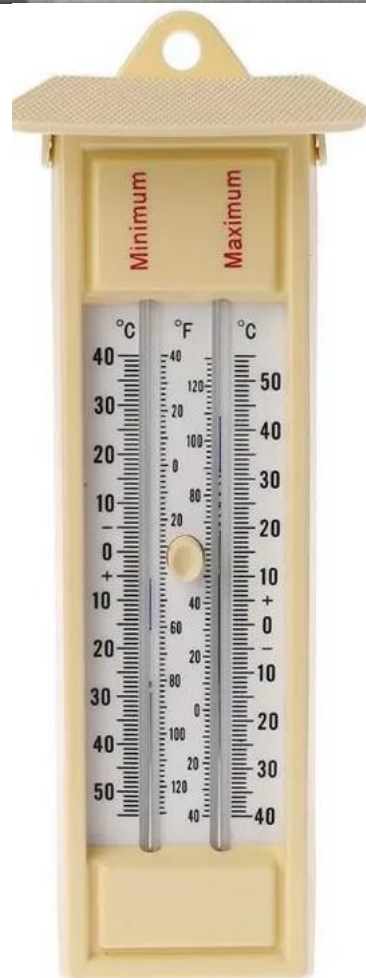
ТЕРМОМЕТРЫ МИНИМАЛЬНЫЙ И МАКСИМАЛЬНЫЙ

21

Минимальный термометр фиксирует самую низкую температуру воздуха за определенный период. В спиртовом столбике капилляра находится легкий штифтик, который не может прорвать пленку поверхностного натяжения спирта и, когда температура понижается, вместе с пленкой продвигается вниз, к резервуару, а при повышении температуры остается на месте, так как спирт обтекает его.



Максимальный термометр показывает наивысшую температуру воздуха за тот же период. Он устроен так, что при повышении температуры ртуть в капилляре поднимается, а при понижении — не опускается.



ТЕРМОМЕТР СПИРТОВОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ

НИЗКОГРАДУСНЫЙ ТМ-9

- предназначен для измерения низких температур окружающего воздуха
- принцип действия основан на зависимости

объема жидкости (спирта этилового ректификата), заполняющей резервуар и капилляр, от температуры измеряемой среды

24



ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ

Пределы измерения температуры, °С . от -75 до +25;	при температуре -30 °С ±0,8
от -65 до +25	при температуре -40 °С ±1,0
Цена деления шкалы, °С 0,5	при температуре -50 °С ±1,5
Погрешность измерения термометра, °С:	при температуре -60 °С ±2,0
в интервале температур	при температуре -70 °С ±2,5
от -20 до +25 °С ±0,5	Габаритные размеры, мм Ø 17×430

КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Термометр
Футляр

Комплект технической
документации

Измерение температуры

Все исследования по определению относительной плотности следует проводить точно при температуре 20°C. Для измерения температуры существуют различные приборы. Обычно измерение температуры производят термометрами. По принципу своего действия термометры бывают различными. Так, для измерения температуры чаще всего применяют дилатометрические термометры, представляющие собой стеклянные трубки с капилляром внутри и с резервуаром, заполненным различными жидкостями (ртутью, этиловым спиртом, толуолом, пентаном).

Наиболее употребительными и распространенными являются *ртутные трубчатые и палочковые термометры*. У трубчатых термометров капилляр расположен на поверхности фарфоровой пластинки, где нанесена шкала в градусах, а у палочковых термометров шкала расположена снаружи, так как палочковые термометры имеют капилляр внутри. Химические термометры применяют для измерения температуры от —30 до +360°C. Шкала делений может быть от 0 до 100, 150, 200, 250, 300 и 360°C. Расстояние между крупными делениями разделено на равные части, и цена каждого деления может быть 1, 0,5, 0,2 и 0,1°C.

Спиртовые термометры менее точные, потому что при нагревании спирт расширяется неравномерно, так как точка его кипения лежит низко (+78,3°). Спиртовые термометры успешно применяют для измерения очень низких температур до -130°C, для которых ртутные термометры не могут быть использованы в связанном ртуть замерзает при - 39,4°C.

В нашей стране термометры градуируются в градусах Цельсия. Расстояние между постоянными точками шкалы, точкой таяния льда и точкой кипения воды (0 и 100 °С) разделено на 100 делений. В термометрах Реомюра промежутки между постоянными точками разделены на 80 частей, а в термометрах Фаренгейта — на 180 частей, причем в последних точка замерзания обозначается числом 32, а точка кипения числом 212. Отсюда $1\text{ }^{\circ}\text{C} = 4/5\text{ }^{\circ}\text{R}$ или $9/5\text{ }^{\circ}\text{F}$, $1\text{ }^{\circ}\text{R} = 5/4\text{ }^{\circ}\text{C}$ или $9/4\text{ }^{\circ}\text{F}$, $1\text{ }^{\circ}\text{F} = 5/9\text{ }^{\circ}\text{C}$ или $4/9\text{ }^{\circ}\text{R}$. Чтобы перевести какую-нибудь температуру, выраженную в градусах Реомюра, в градусы Цельсия, следует число градусов Реомюра умножить на 5/4.

Перед началом работы, связанной с измерением температур, необходимо проверить термометры.

Проверка термометров. Для того чтобы проверить термометры, надо сравнить их с так называемым нормальным термометром, точность которого гарантируется специальным свидетельством. Испытуемые термометры вместе с контрольными (нормальными) погружают в сосуд с холодной водой, а через 5-10 минут записывают первые их показания. Прилив некоторое количество горячей воды и хорошо ее размешав, вновь определяют показания термометров. Таким способом можно установить поправку для отдельных интервалов шкалы испытуемых термометров.

Если в наличии нет нормальных термометров, то проверку можно произвести по точке кипения воды и точке таяния льда.

Для особо точных работ пользуются специальными наборами из пяти термометров.

При измерении температуры жидкостей термометр погружают в нее так, чтобы он находился на одинаковом расстоянии от стенок сосуда и не касался их. Кончик термометра должен быть полностью погружен в жидкость. При отсчете показаний по шкале глаз должен находиться на одной линии с уровнем ртути.

По окончании работы термометр охлаждают, промывают, вытирают и убирают в футляр. Если футляра нет, то термометр хранят в ящике лабораторного стола на мягкой подстилке. Если термометр монтируют в приборах (термостаты, ванны и т. д.), то его нужно прочно укреплять.

В тех случаях, когда термометр нужно вмонтировать в прибор или термостат, его следует сначала плотно укрепить в пробке (корковой или резиновой) или подвесить за ушко, находящееся (иногда) в верхней части термометра. Чтобы термометр легко прошел в отверстие пробки, его следует слегка смазать вазелиновым маслом или спиртом, или водой и вставить со стороны расширенного конца пробки. Та часть термометра, которая должна будет находиться непосредственно в приборе, должна быть непременно тщательно очищена от масла и воды любым органическим растворителем или вытерта марлевым тампоном или фильтровальной бумагой.

Для наблюдения за изменением температуры в течение опыта, например для узкого предела температур (2-5°С), применяют метастатические термометры Бекмана, шкала которых разделена всего на 5-6°С с делениями в 0,01°С. Это позволяет измерять температуру с точностью до 0,002°С.

Механизм действия различных видов термометров

Для установления максимальных и минимальных температур применяют специальные максимальные и минимальные термометры.

Максимальный термометр представляет собой ртутный термометр, который устроен таким образом, что, показав самую высокую температуру, имевшую место в период наблюдения, он может сохранить свое показание, несмотря на последующее понижение температуры. Возвращение ртути к нулевым показателям достигается встряхиванием термометра.

Минимальный термометр обычно бывает спиртовой. Внутри его капиллярной трубки, заполненной спиртом, находится небольшой подвижный штифт, изготовленный из темного стекла и имеющий на концах утолщения в виде булавоочных головок. При повышении температуры спирт, расширяясь, свободно проходит мимо штифта, а при понижении температуры, напротив, столбик спирта уменьшается, и поверхностная пленка увлекает за собой штифт вниз, к резервуару, и останавливается в положении, соответствующем минимуму наблюдавшейся температуры.

На практике для работы чаще используют комбинированный максимальный и минимальный термометр типа Сикса. Этот термометр позволяет определять как максимальную, так и минимальную температуру. Он состоит из U-образно изогнутой стеклянной трубки, запаянной с обеих концов. Нижняя часть трубки заполнена ртутью, а верхняя — спиртом. Левое колено, дополнительно изогнутое, все сплошь заполнено спиртом, а правое колено заполнено лишь до половины шарообразного расширения, верхняя его часть занята парами спирта. В каждом колене, кроме того, имеется по одному подвижному стальному указателю, которые упираются своими концами во внутренние стенки капиллярной трубки, что и удерживает их на месте. Передвинуть их может только ртуть при движении вверх или магнит, с помощью которого перед началом каждого наблюдения оба указателя устанавливаются точно над самой ртутью. Показателем температур служат уровень ртути в капиллярах или нижние концы стальных указателей. По правому колену отмечается максимум бывшей температуры, а по левому — минимум.

Механизм действия термометра заключается в том, что при повышении температуры спирт, расширяясь в левом колене (полностью заполненном), давит на ртуть и заставляет ее передвигаться в правое колено, в сторону наименьшего сопротивления, в пространство, занятое парами спирта. Ртуть поднимает металлический указатель, который благодаря своим пружинкам остается на месте при падении уровня ртути. При дальнейшем повышении температуры металлический указатель может подняться еще выше. В итоге правый указатель покажет максимум температуры, который был за период наблюдения.

При понижении температуры объем спирта в левом Дюпене уменьшается, в результате чего ртуть в нем поднимается, чему способствует напряжение спиртовых паров в шарообразном расширении правого колена. Ртуть при снижении температуры передвигается в левом колене вверх и

поднимает находившийся над ней другой показатель, который и фиксирует минимум температуры.

Следует заметить, что при исследованиях для установления максимальных и минимальных температур термометры кладут горизонтально (обычное рабочее положение).

В тех случаях, когда бывает необходимость установить не только крайние значения температур за определенный период времени, но и в промежутке его или же предел колебания температуры в продолжение какого-то отрезка времени применяют особый вид термометра – **термограф** (от греческого слова *therme* – и *grapho* – пишу). Воспринимающей температуру частью прибора служит резервуар с толуолом или биметаллическая пластинка, состоящая из двух спаянных между собой согнутых пластинок металла, имеющих различные температурные коэффициенты. Изменение кривизны пластинок, вызванное колебанием температуры, приводит к колебательным движениям.

Под действием температуры кривизна пластинок изменяется и колебательные движения их передаются на стрелку с пером, которое, то поднимаясь, то опускаясь, записывает на разграфленной ленте барабана температуру в виде кривой. Показания термографа проверяют периодически по ртутному термометру.

Все термометры должны быть поверены и иметь паспорт. Все термометры время от времени следует проверять, так как нулевая точка у них со временем смещается. Особенно осторожно следует обращаться с максимальными термометрами, так как их нельзя нагревать выше температуры, указанной на шкале. То же самое касается и термометров для определения низких температур.

Кроме дилатометрических, имеются **манометрические термометры**, принцип действия которых основан на измерении давления, меняющегося с изменением температуры в замкнутом пространстве. По принципу действия манометрические термометры могут быть разделены на два типа: газовые, жидкостные и паровые. Все виды манометрических термометров состоят из следующих основных деталей; термометрического баллона, капиллярной трубки и манометра. Манометрические термометры бывают указывающими и самопишущими на специальной ленте или диске. При измерении температуры манометрическим термометром термометрический баллон, заполненный каким-нибудь рабочим раствором (например, водно-глицериновой смесью или ртутью, спиртом, ксилолом и т. п.), вводят в испытываемую среду. Отсчет ведут по стрелке,двигающейся по шкале.

Электрические термометры предназначены для измерения температуры различных установок (печи, термостаты) и реакционных смесей. Для этих целей используют различные виды термометров, как-то: термометры сопротивления (болотметры), термоэлектрические пирометры (термопары), термисторы (проводники), оптические (радиационные и оптические пирометры), термохимические.

Термометры сопротивления работают на принципе измерения сопротивления металлов с изменениями температуры. Колебания температуры вызывают изменение сопротивления металлов. Термоэлектрические термометры представляют собой два различных проводника, спаянных, с одной стороны, друг с другом и соединенных с гальванометром. Действие таких термометров основано на изменении термоэлектродвижущей силы (ЭДС) при колебаниях температур.

Электротермометр ЭТП-М (рисунок 3) позволяет измерять температуру воздуха в диапазоне от -30°C до $+120^{\circ}\text{C}$, с разбивкой предела измерения на три поддиапазона: I поддиапазон $-30 - +20^{\circ}\text{C}$, II поддиапазон $+20 - +70^{\circ}\text{C}$, III поддиапазон $+70 - +120^{\circ}\text{C}$.

Прибор измерительного блока и подключаемого к нему датчика. В качестве датчика используется полупроводниковый термистор.

Принцип работы электротермометра основан на изменении электрического сопротивления датчика-термистора при изменении его температуры.

В электрической схеме прибора датчик – термистор включен в одно из плеч уравновешенного электрического мостика» При изменении сопротивления термистора, вследствие изменения его температуры, происходит нарушение равновесия мостика и через диагональ его протекает ток, фиксируемый микроамперметром.

Значение температуры определяется при помощи градуировочной зависимости.

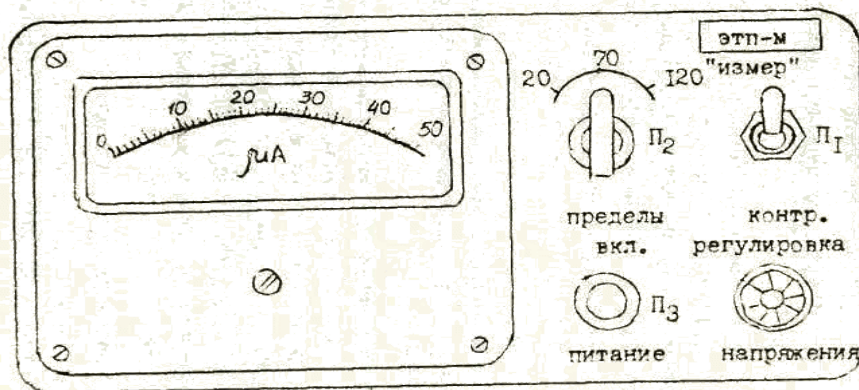


Рисунок 3 – Лицевая панель электротермометра ЭТП-М

Порядок работы с прибором ЭТП-М следующий:

- а) датчик подключается к прибору, который в процессе измерения должен находиться в горизонтальном положении;
- б) переключателем **П2** установить требуемый поддиапазон измеряемой температуры;
- в) включить напряжение переключателями **П3**;
- г) переключатель **П1** установить в положение "Контроль";
- д) ручкой "рег. напряжения" совместить стрелку микроамперметра с максимумом шкалы (произвести уравнивание электрического моста);
- е) переключатель рода работы – **П1** установить в положение "измерение";

ж) произвести отсчет по показаниям стрелки на шкале миллиамперметра;

з) определить температуру воздуха с использованием градуировочного графика (рисунок 4).

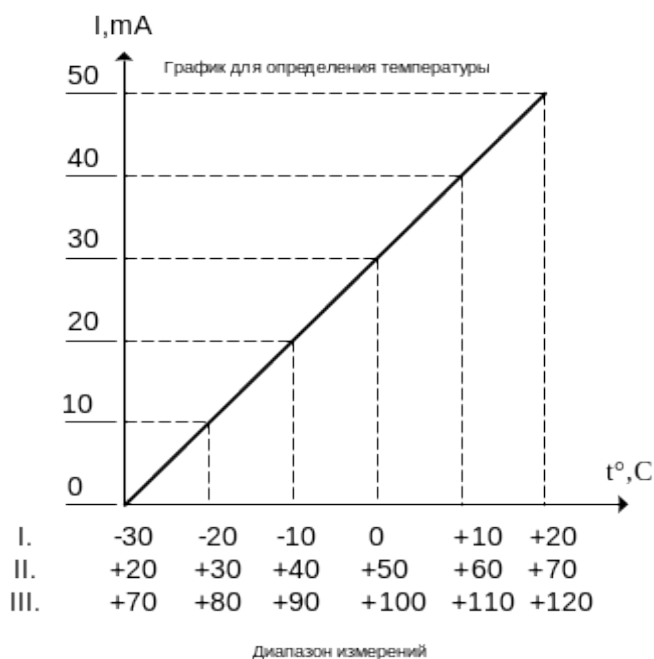


Рисунок 4 – График для определения температуры

Термохимические термометры служат для измерения температуры с помощью веществ, которые изменяют окраску при колебаниях температуры.

Для пользования указанными приборами следует руководствоваться специально прилагаемыми к ним инструкциями, содержащими подробное описание прибора и правила его эксплуатации.

Задание №2. Изучить устройство и принцип работы барометра-анероида.

Барометр-анероид – это механический прибор, предназначенный для отслеживания разницы в значениях атмосферного давления.

Устройство барометра-анероида:

1. Металлическая круглая коробка, изготовленная из закалённой стали.
2. Ребра с гофрированным покрытием для жёсткости конструкции.
3. Пружина и стрелки механизма.

Принцип работы барометра-анероида:

1. Атмосферное давление давит на стенки прибора, вследствие чего происходит сужение или расширение стенок.
2. Во время сжимания начинает прогибаться верхняя площадка, и далее она тянет закреплённую пружину вниз.

3. Во время уменьшения сжатия происходит обратное действие: верхняя площадка изгибается вверх и давит на пружину.

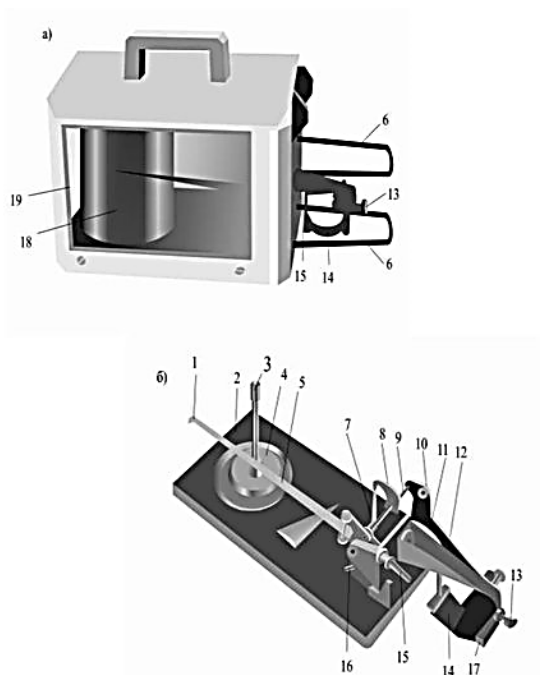
4. Через возвращающий механизм к возвратной пружинной детали закреплена стрелка, которая перемещается по шкале значений.



Задание №3. Измерить температуру воздуха в помещении спиртовым термометром.

Контрольные вопросы:

1. Порядок и правила измерения температуры и атмосферного давления в животноводческих помещениях.
2. Как устроены минимальный, максимальный и электротермометр ЭТП-М?
3. Устройство, принцип действия и порядок работы термографа.
4. Как устроен и принцип действия барометров и барографа?
5. Параметры температур в животноводческих помещениях.



Термограф метеорологический М-16АС
 а — внешний вид, б — механизм термографа
 1 — перо, 2 — основание корпуса, 3 — ось барабана,
 4 — неподвижная шестерня, 5 — стрелка пера,
 6 — защита пластины, 7 — тяга, 8, 11 — рычаги,
 9 — ось стрелки, 10, 12 — кронштейны,
 13 — установочный винт, 14 — биметаллическая пластина, 15 — отметчик времени, 16 — отвод стрелки, 17 — коромысло, 18 — барабан, 19 — откидная крышка

Термограф – это прибор, в котором тепловое изображение объекта **непосредственно ! без преобразования в электрический сигнал,** записывается на какой – либо **носитель, чаще всего бумагу,** покрытую тонким слоем вещества, меняющего свои оптические свойства под воздействием теплового излучения (**жидкокристаллические индикаторы**).



Таблица 1А. Примерная форма ведения записи температуры и относительной влажности воздуха внутри помещения

Дата иссле-дова-ния	Точки измерений												Минимум	Максимум	Общая среднесуточная
	1				2				3						
	Время замера, час			Средн. сут.	Время замера, час			Средн. сут.	Время замера, час			Средн. сут.			
	7	14	4*		7	14	4*		7	14	4*				

*-за период исследований необходимо проводить не менее 3-х раз замеры в ночное время (4 часа);

Примечание. Общая среднесуточная температура подсчитывается:

1 – в среднем за декаду исследований;

2 – в среднем за месяц исследований;

3 – в среднем за сезон исследований.