

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ОБЩЕЙ ГИГИЕНЫ

С. В. МАРАХОВСКАЯ

**ИССЛЕДОВАНИЕ И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ
ОЦЕНКА КОМПЛЕКСНОГО ВЛИЯНИЯ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА**

методические рекомендации



Минск 2007

УДК 613.11 (075.8)
ББК 51.20 я 73
М 25

Утверждено Научно-методическим советом университета
в качестве методических рекомендаций 28.03.2007 г., протокол № 7

Рецензенты: ст. преп. каф. гигиены и медицинской экологии Белорусской государственной медицинской академии последипломного образования, канд. мед. наук Е. В. Федоренко; ассист. каф. гигиены труда Белорусского государственного медицинского университета, канд. мед. наук Т. И. Петрова-Соболь

Исследование и гигиеническая оценка комплексного влияния метеорологических М 25 факторов на организм человека : метод. рекомендации / С. В. Мараховская. – Минск : БГМУ, 2007. – 19 с.

Рассматриваются методы оценки комплексного влияния метеорологических факторов на организм человека. Такая оценка достаточно важна, т.к. невозможно проследить механизм воздействия отдельного фактора микроклимата. Они всегда действуют в совокупности. Особое значение изучение методов комплексной оценки приобретает в гигиене труда, где люди работают в разных микроклиматических условиях.

Предназначено для студентов 2-го и 3-го курсов всех факультетов.

УДК 613.11 (075.8)
ББК 51.20 я 73

© Оформление. Белорусский государственный
медицинский университет, 2007

Мотивационная характеристика темы

Гигиеническая оценка микроклимата по отдельным метеорологическим показателям (температура, влажность, подвижность воздуха и лучистое тепло) не всегда дает полное представление о возможном тепловом воздействии окружающей среды на организм человека, т. к. они оказывают влияние не раздельно, а комплексно. Известно также, что одинаковое субъективное восприятие окружающей среды может наблюдаться при различных значениях и сочетаниях параметров отдельных метеорологических показателей. Поэтому, чтобы правильно оценить микроклимат, физические условия теплообмена и тепловой нагрузки на организм человека, предложены комплексные показатели, дающие возможность иметь более полное представление о состоянии организма человека, пребывающего в разных микроклиматических условиях.

Цель занятия: освоение методов комплексной оценки микроклиматического воздействия на организм человека, что даст возможность представить патологические состояния организма, возникающие под воздействием различных дискомфортных микроклиматических условий, и провести профилактические мероприятия по оптимизации микроклимата и активизации адаптационных возможностей организма.

Задачи занятия:

1. Освоить методы комплексной оценки микроклимата:
 - а) кататермометрии;
 - б) эффективных температур;
 - в) результирующих температур;
 - г) оценки физиологических реакций.
2. Научиться давать рекомендации по оптимизации микроклиматических условий для повышения работоспособности и улучшения состояния здоровья человека.

Требования к исходному уровню знаний:

Для полного освоения темы необходимо повторить:

- из *физиологии*: понятие о теплопродукции и теплоотдаче в организме человека;
- *физики*: приборы для определения температуры, влажности и скорости движения воздуха, принцип их действия; методика определения параметров микроклимата.

Контрольные вопросы из смежных дисциплин:

2. Теплопродукция и теплообмен человека с внешней средой.
3. Пути отдачи тепла организмом человека.
4. Методы изучения влияния микроклимата на организм человека.
5. Патологические явления и заболевания, обусловленные воздействием на организм дискомфортного микроклимата, их профилактика.

Контрольные вопросы по теме занятия:

1. Гигиенические требования к микроклимату закрытых помещений различного назначения.
2. Кататермометрия как метод определения охлаждающей способности воздуха.
3. Устройство и назначение кататермометра, правила его применения.
4. Оценка комплексного влияния метеофакторов на организм человека по величине охлаждения кататермометра.
5. Эффективная, эквивалентно-эффективная, коррелированная эффективная температуры и методика их определения.
6. Что такое зона и линия комфорта?
7. Определение результирующей температуры, значение и недостатки данного метода.
8. В чем заключается преимущество исследования физиологических реакций организма на комплексное воздействие метеофакторов?
9. Понятие о тепловом комфорте.

Учебный материал

Гигиенические исследования параметров микроклимата проводятся с целью определения характера их воздействия на организм. Все составляющие микроклимата — температура, влажность воздуха, лучистое тепло — оказывают на человека одномоментное и комплексное воздействие.

В основном уравнении теплового баланса, впервые предложенном еще в 1936 г. А. Jagge и С. Winslow, учтены главные факторы, влияющие на изменение содержания тепла в организме человека:

$$\pm Q = M \pm C \pm R - E,$$

где Q — тепловая нагрузка на организм; M — метаболическое тепло, составляющее 67–75 %; C — конвекционный теплообмен организма и окружающего воздуха; R — лучистый теплообмен организма с окружающей средой; E — отдача тепла организмом с испаряемым потом.

Следовательно, тепловая нагрузка определяется уровнем метаболизма, интенсивностью потоотделения и метеорологическими условиями, от которых, в свою очередь, зависят характер и степень функциональных сдвигов, предпатологических и патологических изменений в организме.

Тепловой комфорт — благоприятное самочувствие человека при определенных метеорологических условиях, обеспечивающих оптимальное функциональное состояние организма человека.

Тепловой комфорт организма в обычных условиях соответствует нулевому значению Q . Положительная тепловая нагрузка ($+Q$) ведет к развитию теплового напряжения, отрицательная ($-Q$) — к переохлаждению организма.

В комплексных показателях оценки микроклимата учтены в той или иной мере показатели основного уравнения теплового баланса (M , C , R , E), а также факторы, прямо или косвенно их отражающие (температура воздуха, влажность, средняя радиационная температура, вид одежды и характер работы, температура

кожи и др.).

Комплексные показатели теплообмена организма с внешней средой можно условно разделить на три группы:

1. *Базирующиеся на физической оценке факторов внешней среды.* В их основу положено использование приборов, моделирующих реакции организма человека на изменение метеорологических условий.

Для физической оценки суммарного воздействия метеорологических факторов (первая группа показателей) был разработан ряд специальных приборов, при конструировании которых преследовалась цель создания такого аналога человеческого тела, который мог бы охарактеризовать влияние окружающей среды на тепловое состояние организма: влажный шаровой термометр Холдена, кататермометры Хилла, Кондратьева, шаровой термометр Вернона, фригориметры Пфляйдерера, Тилениуса и Дорно, эфпатеоскоп Дафтона, фрикат Калитина, термоинтегратор Бирса. С помощью этих приборов, учитывающих влияние метеорологических факторов в различных комбинациях, можно определять скорость остывания нагретых тел и температуру в различных точках на их поверхности и внутри корпуса. Они сыграли определенную роль при исследовании физических вопросов теплообмена организма с внешней средой. Однако эти чисто физические приборы не учитывают физиологические реакции организма, характер одежды, физическую нагрузку и другие факторы, влияющие на теплообмен. Они не могут воспроизвести условий потери тепла с поверхности кожи человека.

Несмотря на это, *кататермометр* (греч. kata — движение сверху вниз) долго применялся на практике и было установлено, что оптимальное самочувствие у лиц умственного и легкого физического труда при обычной одежде в помещениях наблюдается при потере тепла с одного см² в секунду в пределах 5,5–7,0 мкал.

При более высоких значениях показателей кататермометра данные группы людей будут испытывать *холодовой дискомфорт*, при меньших — *тепловой дискомфорт*.

Для лиц, выполняющих другую работу, эти показатели, естественно изменяются. Так, при работе средней тяжести комфортным условиям соответствуют показатели кататермометра 8,4–10 мкал·см²/с; при тяжелой работе — больше 18,4 мкал·см²/с.

2. *Учитывающие физиологическое напряжение организма от воздействия окружающей среды.* В их основе лежит использование формул, номограмм, уравнений для оценки тепловых нагрузок и физиологического напряжения, возникающего в связи с этими нагрузками.

Индексы второй группы разработаны путем построения различных шкал и номограмм, отражающих отношение между определенным комплексом метеорологических факторов (иногда с учетом одежды, тяжести работы) и субъективными ощущениями или физиологическими реакциями. Так возникла методика **эффективных температур**. Она учитывала температуру и влажность воздуха, затем в этот показатель была включена скорость движения воздуха. В этом случае ее следовало бы называть **эквивалентно-эффективной темпера-**

турой, поскольку в ней учитывается и подвижность воздуха, в отличие от эффективной температуры, включающей в себя только температуру и влажность. Однако в настоящее время в общепризнанных руководствах и монографиях ее называют эффективной температурой. **Эффективная температура (ЭТ)** — условный показатель, показывающий эффект теплоощущения, создаваемый температурой, влажностью и скоростью движения воздуха, т. е. температура, создающая определенный тепловой эффект на человека при различных сочетаниях данных параметров микроклимата. Эталонами для сравнения служили теплоощущения обнаженных до пояса (основная шкала) или обычно одетых людей (нормальная шкала), выполняющих работу определенной степени тяжести в условиях неподвижного, полностью насыщенного водяными парами воздуха при его определенной температуре. Индекс ЭТ больше всего подходит к оценке таких метеорологических условий, когда радиационное тепло не играет роли, например, во влажном воздухе. Кроме того, ее использование в условиях очень высоких температуры и относительной влажности воздуха может дать неправильные результаты. Не рекомендуется ее использование и при относительной влажности менее 40 %. Таким образом, наиболее достоверные результаты эффективных температур можно получить на основании показаний сухого и влажного термометров в диапазоне от 0 до 45 °С и скорости движения от 0 до 3,5 м/с. Путем многочисленных наблюдений были разработаны показатели эффективной температуры, соответствующие тепловому комфорту.

Эффективные температуры, при которых 50 % испытуемых чувствовали себя комфортно, были отнесены к так называемой **зоне комфорта** (17,2–21,7 °ЭТ). В ее пределах установлена **линия комфорта**, при которой все лица, участвующие в исследовании, чувствовали себя комфортно (18,0–18,9 °ЭТ) (табл.).

Основными недостатками шкалы ЭТ является то, что она не учитывает радиационное тепло и основана на теплоощущениях человека. Она не учитывает также и физиологические реакции, влияющие на теплообмен. Необходимо отметить, что в последнее время шкалы ЭТ модифицированы: вместо максимально насыщенного водяными парами воздуха введена его 50%-ная относительная влажность.

Таблица

Комфортные ощущения (18,8 °ЭТ) у человека при различных сочетаниях факторов микроклимата

t, °С	Относительная влажность, %	Подвижность воздуха, м/с
18,8	100	0
22,3	50	0,5
27,0	20	3,5

С целью учета радиационного компонента микроклимата Беддфорд (1946) предложил заменить в шкале ЭТ температуру по сухому термометру на температуру по черному шаровому термометру. Полученный при этом показатель получил название **корректированной эффективной температуры (КЭТ)**. Как известно, температура по черному шаровому термометру отражает не только радиационную, но и конвекционную температуру, а также движение воздуха.

Таким образом, КЭТ учитывает все 4 основных метеорологических показателя. Индексу КЭТ присущи недостатки шкалы ЭТ. Ошибка КЭТ увеличивается при сильном ветре.

В дальнейшем была предложена шкала **результатирующих температур (РТ)**. Условия теплообмена организма с внешней средой с помощью РТ могут определяться по *основной* (для обнаженных по пояс людей в состоянии покоя) и *нормальной* (для людей одетых в обычную одежду и выполняющих легкую работу) *шкалам и по номограммам*. Этот индекс учитывает конвекционную и среднюю радиационную температуру, упругость водяных паров от 3 до 60 мм рт. ст. и скорость движения воздуха от 0,15 до 10 м/с. Комфортные условия по обоим шкалам РТ соответствуют таковым по ЭТ.

В величине РТ различают конвекционную часть, равную ЭТ и радиационную, равную $[РТ - ЭТ]$, что может иметь самостоятельное значение в гигиенической оценке микроклимата. В условиях, когда температура воздуха (конвекционная температура) равна средней температуре окружающих поверхностей (средняя радиационная температура), величина ЭТ и РТ равны друг другу.

3. *Основанные на оценке теплового обмена между телом человека и окружающей средой*. Они разработаны с учетом физических принципов теплопередачи, а потому, по мнению Комитета экспертов ВОЗ, считаются наиболее перспективными.

Гигиеническая оценка внешней физической среды в этой группе должна основываться на тех физиологических реакциях и сдвигах, которые происходят в организме под влиянием внешних факторов. Поэтому изучение реакций организма на воздействие важнейших метеорологических факторов — температуры, влажности и движения воздуха — может быть произведено с помощью основных методов клинико-физиологических исследований. К ним относятся: измерение температуры тела, веса, частоты пульса, кровяного давления, показателей газообмена и др. В дополнение к ним необходимо применять и некоторые другие физиологические исследования, способные выявить влияние среды на организм. Важнейшим среди этих методов исследований является метод, позволяющий выявить реакции со стороны центральной и вегетативной нервной системы на воздействие термических раздражителей.

Разработанный И. П. Павловым метод условных рефлексов позволил установить зависимость между тепловыми ощущениями и условными температурными раздражителями и более точно объясняет механизм приспособления организма к термическим воздействиям среды.

К этой группе исследований можно отнести и измерение температуры кожи, т. к. тепловое восприятие внешних условий осуществляется, главным образом, кожными терморцепторами.

Переработка информации о температуре различных участков тела приводит к тому, что терморегулятивная система контролирует не какой-либо определенный уровень внутренней температуры тела, например, гипоталамуса, а уровень, являющийся скорее функцией суммы различных локальных температур, воспринимаемых через рецепторы кожи → гипоталамуса → среднего мозга →

мозгового ствола → спинного мозга. Температура, воспринимаемая многими участками организма, интегрируется. На этой основе запускаются или корректируются процессы терморегуляции. Контроль и регуляции подвергается температура тела, потоотделение, кровоток и, в связи с этим, температура кожи и другие физиологические функции организма. При этом регуляция функции организма заключается, главным образом, в стремлении к гомеостазу, т. е. способности поддерживать приблизительно постоянной среднюю температуру тела, которая представляет собой функцию различных локальных температур или тот уровень средневзвешенной температуры тела, при котором включаются механизмы теплонакопления в холодных условиях (дрожательный или не дрожательный термогенез) и теплоотдачи при высокой температуре внешней среды (улучшение доставки крови к кожным покровам, увеличение теплоотдачи потоотделением, конвекцией и радиацией).

При этом смысл регуляции заключается в том, что самые минимальные сдвиги установочной температуры тела приводят к включению механизмов теплонакопления или теплоотдачи.

Несмотря на всю сложность нервно-эндокринной регуляции теплообмена, наиболее существенным для нее являются температурная чувствительность центра терморегуляции в медиальной преоптической области переднего гипоталамуса к изменениям температуры крови и температурная чувствительность кожи. Так, изменение температуры гипоталамуса у человека на $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$ соответствует изменению температуры наружного слухового прохода на $0,1 \pm 0,04\text{ }^{\circ}\text{C}$ в сторону повышения от «установочной» температуры, вызывает реакцию увеличения теплоотдачи, равную приблизительно 10 % теплопродукции основного обмена.

При гигиенической оценке окружающей среды в различных условиях труда и быта представляет интерес и изучение динамики приспособительных реакций к отдельным внешним факторам — теплу, холоду и т. д.

В качестве одного из методов изучения предложена так называемая холодовая проба, дающая возможность оценить степень приспособления организма к холодным раздражениям. В ее основе лежит изменение просвета сосудов кожи под воздействием местного охлаждения, что отражается на кожной температуре.

Стоит упомянуть и о йодокрахмальной пробе Минора, в основу которой положен тот факт, что фактор потения является известным показателем степени активности физической терморегуляции в зависимости от окружающих атмосферных условий и интенсивности физической работы.

При решении вопроса о комфортности метеорологических условий выяснение теплового самочувствия играет большое значение, хотя в ряде случаев ощущения могут и не совпадать с объективными процессами, происходящими в организме под влиянием внешних факторов.

Следует отметить, что дальнейшее развитие комплексных показателей оценки микроклимата идет по пути все более точного учета гигиенических требований, предъявляемых к ним, по следующим основным направлениям:

- учета важнейших наружных метеофакторов;

- выбора факторов, оказывающих решающее влияние на показания функционального состояния организма;
- отбор индексов, связанных с простыми методами измерения и расчета.

Задание для самостоятельной работы

1. Определить охлаждающую способность воздуха по кататермометру (прил. 1).
2. Определить эффективную температуру по шкале и номограмме и дать рекомендации по ее оптимизации (прил. 2).
3. Определить результирующую температуру по номограмме и оценить полученные результаты (прил. 3).
4. Определить с помощью электротермометра температуру кожи лба, груди, кисти и рассчитать средневзвешенную температуру кожи (прил. 4).
5. Провести холодовую пробу (прил. 4).
6. Исследовать функцию потоотделения (йодокрахмальная проба) (прил. 4).
7. Результаты исследований вносятся в протокол (прил. 5).

Самоконтроль усвоения темы

Каждый студент получает задачу для определения и оценки комплексного воздействия метеофакторов. При необходимости дает рекомендации по оптимизации микроклиматических условий.

Литература

Основная:

1. *Большаков, А. М.* Руководство к лабораторным занятиям по общей гигиене / А. М. Большаков. М. : Медицина. 2004.
2. *Лакшин, А. М.* Общая гигиена с основами экологии человека / А. М. Лакшин. М. : Медицина. 2004.
3. *Пивоваров, Ю. П.* Гигиена и основы экологии человека / Ю. П. Пивоваров, В. В. Королин, Л. С. Зиневич. М. : АСАДЕНА, 2004.
4. *Румянцев, Г. И.* Руководство к лабораторным занятиям по общей гигиене / Г. И. Румянцев, Т. А. Козлова, Е. П. Вишневская. М.: Медицина, 1980.

Дополнительная:

Новоглилов, Г. Н. Гигиеническая оценка микроклимата / Г. Н. Новоглилов, О. П. Ломов. Л. : Медицина, Ленинградское отделение.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ МИКРОКЛИМАТА КАТАТЕРМОМЕТРОМ

Принцип работы: если кататермометр нагреть до определенной температуры, которая выше температуры воздуха, то при охлаждении под воздействием метеофакторов прибор потеряет определенное количество тепла.

Ход работы.

Кататермометр (шаровой или цилиндрический) помещают в сосуд с горячей водой (65–70 °С) до тех пор, пока окрашенный спирт не заполнит половину верхнего резервуара. После этого кататермометр вытирают насухо и подвешивают на штатив. При определении в открытой атмосфере кататермометр защищают от воздействия лучистой энергии солнца. Далее с помощью секундомера определяют время в секундах, за которое столбик опустится от 38 до 35 °С. Опыт повторяют 2–3 раза и вычисляют средние показатели, на основе которых определяют величину охлаждения H .

Величину охлаждения вычисляют по формуле:

$$H = F/a, \text{ мкал}/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$$

где F — фактор прибора, постоянная величина, показывающая количество тепла, теряемое с 1 см² поверхности прибора за время его охлаждения с 38 до 35 °С. Значение фактора F обозначено на тыльной стороне каждого кататермометра; a — время охлаждения в секундах с 38 до 35 °С.

Для оценки величины охлаждения пользуются следующими рекомендациями:

- величина охлаждения от 5,5 до 7,0 мкал/см²·с для людей в обычной одежде свидетельствует о хорошем самочувствии и нормальном теплоощущении;
- для лиц, привыкших к теплу (т. е. более чувствительных к охлаждению), следует придерживаться величин, близких к 5,5; для лиц, привыкших к холоду, более подходящими будут величины, близкие к 7. При величине более 7 — холодно, менее 5,5 — душно.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Для определения эффективной температуры применяют специальные таблицы: одна из них — **нормальная шкала** — для обычно одетых людей при выполнении легкой работы, другая — **основная шкала** — для полубоноженных людей. В таблицах приведены искомые градусы эффективной температуры, которые находят по величинам температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха (м/мин), которые определяют в момент исследования.

Кроме того, возможно определение ЭТ по специальным **номограммам**. Номограмма состоит из двух вертикальных шкал, показывающих температуру сухого и влажного термометра, расположенных между ними кривых скоростей движения воздуха и поперечной шкалы эффективных температур. Определив с помощью психрометра температуру сухого и влажного термометра и с помощью кататермометра или анемометра скорость движения воздуха, соединяют линейкой обе температурные точки и в месте пересечения проведенной прямой линии с кривой линией, показывающей скорость движения воздуха, находят на проходящей в этом пункте поперечной шкале номограммы искомую эффективную температуру. Для оценки полученных данных используют величины, характеризующие так называемую зону комфорта (17,2–21,7 °ЭТ) и линию комфорта (18,1–18,9 °ЭТ). На их основании дается заключение о микроклимате помещений (комфорт, тепловой дискомфорт, холодный дискомфорт) и рекомендации по его оптимизации.

Методика определения результирующей температуры

Для определения результирующей температуры используется номограмма, которая имеет шкалы температуры и скорости движения воздуха, радиационной температуры и абсолютной влажности воздуха:

- на сетке в левой части графика отмечают точку в месте пересечения показателей температуры воздуха и скорости движения воздуха — *первая точка*;
- на шкале радиационной температуры отмечают точку, соответствующую показателю шарового термометра — *вторая точка*;
- *первую и вторую точки* соединяют прямой. В месте пересечения прямой с вертикальной линией А находят точку «сухой РТ» — *третья точка*;
- на правой вертикальной линии отмечают *четвертую точку* по найденному предварительно значению абсолютной влажности;
- соединяют *третью и четвертую точки*;
- по точке пересечения полученной прямой с номограммой на линии, соответствующей скорости движения воздуха (м/с), находят результирующую температуру, являющуюся результатом учета совместного действия температуры, влажности, подвижности воздуха и лучистого тепла.

Исследование реакций организма на воздействие метеорологических факторов

Оценка проводится по следующим показателям:

1. Характер теплоощущений.
2. Частота пульса.
3. Температура тела.
4. Средневзвешенная температура кожи.
5. Диапазон колебаний температуры кожи груди и кисти.
6. Холодовая проба.
7. Функция потоотделения (по йодокрахмальной реакции).

Характер теплоощущений оценивается по следующим градациям: холодно, комфортно, жарко.

Измерение температуры кожи:

для оценки ее динамики должно проводиться строго в определенных точках. Используются следующие точки:

- на лбу — между надбровными дугами на 0,5 см выше их верхнего края;
- на груди — у верхнего края грудины;
- на кистях — тыле кисти, между основаниями первых фаланг большого и указательного пальцев.

При ощущении комфорта температура кожи лба и груди равна 31–34 °С, кожа кисти — 30–31 °С.

Определение средневзвешенной температуры:

$$T = 0,07L + 0,5G + 0,43K,$$

где L — температура кожи лба; G — температура кожи груди; K — температура кожи кисти.

Состояние комфорта — 32–34 °С

Определение диапазона колебаний температуры кожи груди и кисти.

В комфортных условиях разница между температурой кожи груди и кисти должна составлять 3–4 °С, если она меньше 2,5 °С — это тепловой дискомфорт, больше 4 °С — холодовой дискомфорт.

Холодовая проба.

Для наблюдения выбирают ограниченные участки кожи на открытой части тела и на обычно закрытой одеждой (спина, голень). На выбранном участке кожи измеряют электротермометром кожную температуру. Помещают на это место на 20–30 с металлическую баночку, наполненную льдом. По истечении срока экспозиции баночку снимают. Измеряют кожную температуру каждые 2 мин до тех пор, пока температура кожи не достигнет исходной величины.

Возвращение кожной температуры к исходному уровню в течение 5 мин свидетельствует о хорошей адаптации к холоду, 10 мин — удовлетворительной, 15 мин и более — неудовлетворительной.

Методика исследования функции потоотделения (йодо-крахмальный метод Минора).

Небольшой участок кожи (лба) покрывают раствором, содержащим йод (10 г касторового масла, 15 г 10%-ной йодной настойки и 75 мл этилового спирта). После высыхания смазанное место припудривают картофельным крахмалом. Капельки пота в присутствии крахмала с йодом дают синее окрашивание.

Зона комфорта соответствует тем условиям, при которых потоотделение выражается в виде отдельных маленьких точек. Появление синих пятен свидетельствует о дискомфортных условиях накопления тепла в организме.

Данные, полученные при исследованиях, вносятся в таблицу.

Методика определения температуры с помощью электротермометра.

Подключить к прибору кожный датчик. Проверить положение стрелки указателя. Для этого при положении ручки переключателя в положении **В** «выключено» с помощью корректора стрелку прибора устанавливают на первом (слева) делении шкалы. Устанавливают рабочее напряжение в схеме прибора, для чего ручку прибора ставят в положение **К** «контроль» и с помощью левой ручки потенциометра устанавливают стрелку на деление шкалы +42 °С. Переключить прибор на наружный диапазон измерения переводом ручки переключателя в положения, отмеченные точками синего или красного цвета. При этом стрелка указателя устанавливается внутри температурного диапазона, соответствующего температуре окружающего воздуха. Прикладывают к тем участкам кожи, температуру которых необходимо измерить. Показания термометра снимают по верхней или нижней шкале, совпадающей по цвету с точкой положения ручки переключателя.

ИЗМЕРИТЕЛЬ ИНДЕКСА ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ СРЕДЫ (ТНС-ИНДЕКСА)

Назначение прибора: предназначен для измерения относительной влажности воздуха (**RH, %**); температуры воздуха (**Тв, °С**); температуры внутри черного шара (сферы) (**Тсф, °С**), а также отображения вычисляемых в режиме реального времени параметров ТНС-индекса (**ТНС, °С**), температуры влажного термометра (**Твл, °С**) и температуры точки росы (**Ттр, °С**). **Область применения прибора:** санитарный и технический надзор в жилых и производственных помещениях, музеях, библиотеках, архивах; аттестация рабочих мест и другие сферы деятельности.

Основные технические характеристики. Диапазоны измерений:

- относительной влажности, % от **10** до **98**
- температуры (**Тв, Тсф**) °С от **0** до **50**

Эксплуатационные параметры температуры окружающего воздуха, °С:

- нормальные рабочие условия **20 + 5**
- рабочий диапазон температур от **0** до **40**
- температура воздуха в зоне измерений от **0** до **50**

Во время эксплуатации прибора при температуре окружающего воздуха 25 °С, относительная влажность не должна превышать **95 %**.

Эксплуатационные параметры атмосферного давления, кПа — от **80** до **110**.

Устройство и принцип работы. Конструктивно прибор выполнен в виде единого блока (рис.). На лицевой стороне корпуса прибора расположены: жидкокристаллический индикатор и три кнопки **ВКЛ/ВЫКЛ, РЕЖИМ, ПОДСВЕТКА**. Зонды с датчиками измеряемых параметров установлены на верхней торцевой крышке корпуса. Для установки прибора на штатив **7** (рис.) в нижнем торце корпуса находится резьбовое гнездо **6**. Для подключения прибора к ПК имеется разъем **5** интерфейса RS232. Черный шар **4** устанавливается на зонд **№ 2** (**3** на рис.).

Принцип работы прибора заключается в преобразовании датчиками параметров микроклимата в электрические сигналы с обработкой и цифровой индикацией полученных числовых значений параметров на дисплее прибора. Для определения параметра достаточно поместить прибор в зоне измерений и считать с ЖК-дисплея измеренное значение. Включение и отключение прибора производится однократным нажатием кнопки **ВКЛ/ВКЛ**. Переключение экранов производится кнопкой **РЕЖИМ** и происходит в следующем порядке:

ТНС	ТНС Н	Тв	ТВ Н	Твл	Твл Н
RH	RH	Тсф	Тсф	Ттр	Ттр

Символ **Н** означает режим удерживания данных (HOLD).

Кнопкой **ПОДСВЕТКА** рекомендуется пользоваться только при необходимости (в условиях недостаточной освещенности).

Прибор автоматически отключается через 5 мин после последнего нажатия кнопок (кроме кнопки **ПОДСВЕТКА**).

Порядок работы:

– установить прибор на штатив, поместить в зоне измерений, снять защитные колпачки с зондов и надеть черный шар на зонд № 2;

Внимание! Запрещается прилагать значительные усилия к черному шару или допускать его падение, поскольку он выполнен из тонкостенного пластика.

– выдержать прибор в зоне измерений в течение 30 мин (рекомендуемое время); включить прибор; на дисплее появится значение напряжения питания и обратный отсчет времени, по окончании которого прибор готов к работе;

– кнопкой **РЕЖИМ** выбрать нужный параметр и считать с дисплея измеренное значение.

При выходе за пределы диапазонов измерений на дисплее появляются символы двойной размерности ($^{\circ}\text{C}^{\circ}\text{C}$, % %);

– по окончании измерений выключить прибор, снять и упаковать черный шар, надеть на зонды защитные колпачки.

ТНС-индекс вычисляется по формуле: $\text{ТНС} = 0,7\text{Твл} + 0,3\text{Тсф}$

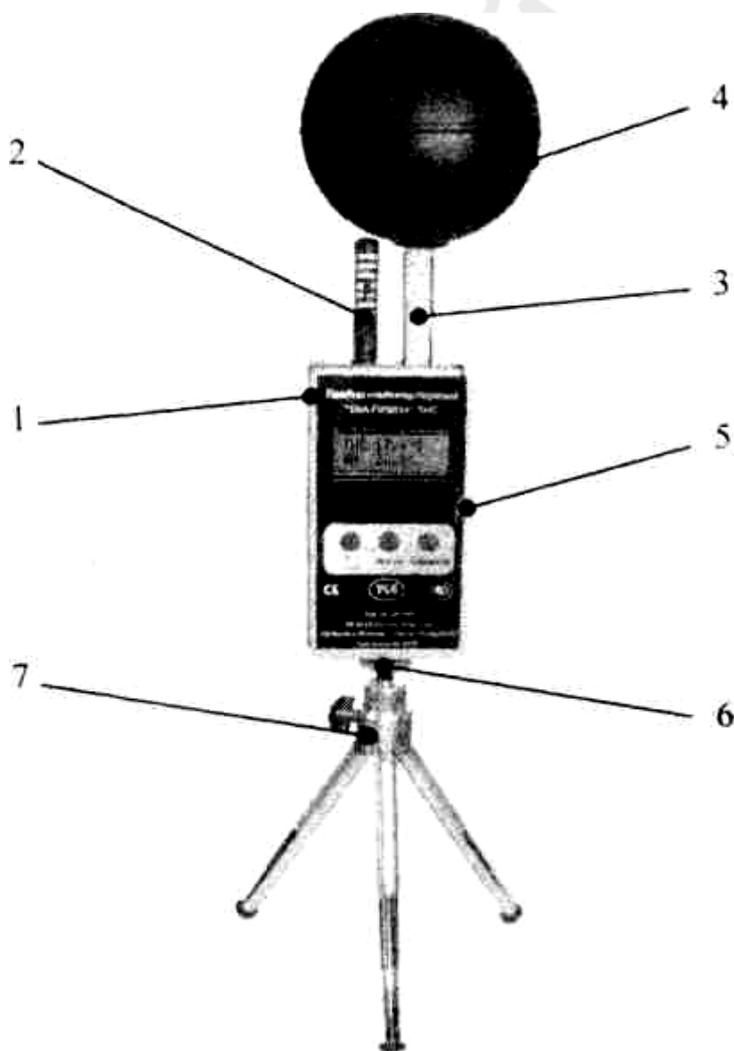


Рис. Внешний вид прибора «ТКА-ПКМ»/24:

1 — блок обработки сигналов; 2 — зонд № 1; 3 — зонд № 2; 4 — черный шар (сфера);
5 — разъем RS-232; 6 — резьбовой разъем; 7 — штатив

Протокол исследования реакций организма на воздействие метеорологических факторов

Факторы	Результаты измерений	Показатели, характеризующие комфортные условия
Средняя температура в помещении, °С		
Относительная влажность, %		
Скорость движения воздуха, м/с		
Охлаждающая способность, мкал/см ² ·с		
Эффективная температура, °ЭТ		
Результирующая температура, °РТ		
Физиологические реакции организма	Результаты измерений	Показатели, характеризующие комфортное состояние
Характер теплоощущений		комфорт
Частота пульса		60–80
Температура тела, °С		36
Температура кожи лба, °С		31–34
Температура кожи груди, °С		31–34
Температура кожи кисти, °С		30–31
Средневзвешенная температура кожи, °С		32–34
Диапазон колебания температуры кожи, груди и кисти, °С		3–4
Холодовая проба		До 15 минут
Характер потоотделения		

Заключение должно включать оценку:

1. Охлаждающей способности воздуха.
2. Эффективной температуры.
3. Результирующей температуры.
4. Физиологических реакций организма.

Оглавление

Мотивационная характеристика темы	3
Учебный материал	4
Задание для самостоятельной работы	9
Самоконтроль усвоения темы	9
Литература	9
Приложения	10

Репозиторий БГМУ

Учебное издание

Мараховская Светлана Владимировна

ИССЛЕДОВАНИЕ И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОМПЛЕКСНОГО ВЛИЯНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Методические рекомендации

Ответственная за выпуск С. В. Мараховская
Редактор А. И. Кизик
Корректор Ю. В. Киселева
Компьютерная верстка О. Н. Быховцевой

Подписано в печать 29.03.07. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Кюм Люкс».

Печать офсетная. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 0,79. Тираж 100 экз. Заказ 508.

Издатель и полиграфическое исполнение –

Белорусский государственный медицинский университет

ЛИ № 02330/0133420 от 14.10.2004; ЛП № 02330/0131503 от 27.08.2004.

220030, г. Минск, ул. Ленинградская, 6.