МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ НА РАБОТАЮЩЕГО

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ РАБОТАЮЩЕГО

МИ 1778—87

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва
1989

gost.e-ecolog.ru

УДК 331.015.11 Группа Т.58

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ГСИ. ДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ НА РАБОТАЮЩЕГО. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ РАБОТАЮЩЕГО

МИ 1778—87

ОКСТУ 0017

Настоящие методические указания устанавливают методику выполнения измерения при определении динамической нагрузки (энергетических затрат) на работающего с помощью газоанализаторов и объемного расходомера. К числу измеряемых параметров при определении динамической нагрузки относятся: объем выдыхаемого воздуха, объемные доли кислорода и углекислого газа в выдыхаемом воздухе, продолжительность эксперимента, атмосферное давление во время проведения эксперимента.

Методические указания предназначены для физиологов труда, работников санэпидстанций, служб охраны труда, специалистов, связанных с вопросами разработки научных и практических задач в области эргономики и разработки защитно-профилактических мероприятий на металлургических, горнодобывающих и других предприятиях.

Методические указания распространяются на измерение энергетических затрат работающего в условиях выраженной физической динамической нагрузки с целью определения ее уровня как в лабораторных условиях, так и в производственной деятельности.

1. НОРМЫ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

1.1. Суммарная абсолютная погрешность измерения объема выдыхаемого воздуха $\Delta_{вв}=0{,}02$ л при доверительной вероятности $P=0{,}95$.

1.2. Суммарная абсолютная погрешность измерения объемных долей кислорода в выдыхаемом воздухе $\Delta_{к}=0{,}2\%$ при доверительной вероятности $P=0{,}95$.

1.3. Суммарная абсолютная погрешность измерения объемных долей углекислого газа в выдыхаемом воздухе $\Delta_{ук}=0.2\%$ при доверительной вероятности $P=0{,}95$.

© Издательство стандартов, 1989

1.4. Суммарная относительная погрешность измерения атмосферного давления $\Delta_{ад}=0{,}1\%$ при доверительной вероятности $P=0{,}97$.

1.5. Суммарная абсолютная погрешность измерения продолжительности эксперимента $\Delta_{пр.}=1$ с при доверительной вероятности $P=0{,}97$.

2. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

2.1. При выполнении измерений могут быть применены средства измерений и вспомогательные устройства, приведенные в таблице.

Средства измерений	Параметры, измеряемые данными средствами измерений				
	Объем, л	Объемная доля, %	Атмосферное давление, Па	Продолжительность эксперимента, с	Температура воздуха, °С
Газовый счетчик для измерения объема выдыхаемого воздуха ГСБ-400	Да	Нет	Нет	Нет	Нет
Газоанализатор для измерения концентрации кислорода ММГ-16	Нет	Да	Нет	Нет	Нет
Газоанализатор для измерения концентрации углекислого газа АУХ-2	Нет	Да	Нет	Нет	Нет
Барометр для измерения атмосферного давления МБ-3-1 по ГОСТ 23696—79	Нет	Нет	Да	Нет	Нет
Секундомер С-1-2а по ГОСТ 5072—79	Нет	Нет	Нет	Да	Нет
Термометр 4-Б2 по ГОСТ 215—73Е	Нет	Нет	Нет	Нет	Да
Воздушная камера по ТУ 8.4—639—76	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет

2.2. Допускается применять средства измерений, отличные от указанных в таблице, но имеющие точностные характеристики, удовлетворяющие требования пп. 1.1—1.5.

3. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. Измерение динамической нагрузки (энергетические затраты) на работающего следует выполнять методом одновременного определения объема выдыхаемого воздуха и объемных долей кислорода и углекислого газа в выдыхаемом воздухе.

3.2. Динамическую нагрузку $Э$ (в Дж/с) рассчитывают по формуле

$$Э=\kappa \cdot V_{O_2}, \qquad (1)$$

где κ — энергетический эквивалент кислорода, соответствующий дыхательному коэффициенту RQ; V_{O_2} —объем пот-

ребляемого человеком кислорода в единицу времени, л/с.

3.2.1. Дыхательный коэффициент RQ рассчитывают по формуле

$$RQ = \frac{H_{CO_2}}{H_{O_2}}, \qquad (2)$$

где H_{CO_2} — объемная доля углекислого газа (в %) в выдыхаемом воздухе, определяемая с помощью газоанализатора типа АУХ-2; H_{O_2} — объемная доля кислорода (в %) в выдыхаемом воздухе, определяемая с помощью газоанализатора типа ММГ-16.

3.2.2. Из таблицы приложения 2 находят энергетический эквивалент К, соответствующий дыхательному коэффициенту RQ для занесения его значений в формулу (1).

3.2.3. Объем V_{O_2} потребляемого человеком кислорода в единицу времени рассчитывают по формуле

$$V_{O_2} = \frac{V'_{O_2}}{100} \cdot V_{ст}, \qquad (3)$$

где V'_{O_2} — объемная доля кислорода (в %), потребленного человеком, при эксперименте с продолжительностью τ; $V_{ст}$ — значение легочной вентиляции в стандартных условиях (сухое состояние воздуха при температуре 0°С и атмосферном давлении 101180 Па).

3.2.3.1. Значение V'_{O_2} рассчитывают по формуле

$$V'_{O_2} = H'_{O_2} - H_{O_2}, \qquad (4)$$

где H'_{O_2} — объемная доля кислорода (в %) во вдыхаемом воздухе.

Для нахождения H'_{O_2} проводят следующую процедуру:

а) определяют объемную долю азота H_{N_2} (в %) в выдыхаемом воздухе по формуле

$$H_{N_2} = 100 - H_{O_2} - H_{CO_2}, \qquad (5)$$

где за «100» принято суммарное процентное содержание всех газов в атмосфере;

б) из таблицы приложения 3 по данным, рассчитанным по формуле (5) находят значение H'_{O_2} и рассчитывают V'_{O_2}.

3.2.3.2. Значение легочной вентиляции в стандартных условиях рассчитывают по формуле

$$V_{ст} = \frac{V}{\tau} \cdot x, \qquad (6)$$

где V — объем выдыхаемого человеком воздуха (в л), измерен-

ный газовым счетчиком типа ГСБ—400; X — фактор пересчета.

Фактор пересчета X находят следующим образом:

а) во время эксперимента измеряют атмосферное давление B (в Па) барометром МБ-3-1;

б) температуру окружающего воздуха t (в°С) измеряют термометром типа 4-Б2;

в) из таблицы приложения 4 находят упругость водяного пара f (в Па), насыщающего пространство при температуре, измеренной по п. 3.2.3.2б;

г) определяют разность $(B—f)$;

д) по данным пп. 3.2.3.2 в и 3.2.3.2 г и по таблице Ландольта-Бернштейна (приложение 5) находят фактор пересчета X и, соответственно, значение $V_{ст}$ по формуле (6).

3.2.3.2.1. Продолжительность эксперимента τ, в течение которого происходит измерение объема выдыхаемого воздуха определяют секундомером типа С-1-2а.

3.2.4. По найденным $V_{ст}$ и V'_{O_2} находят значение V_{O_2} по формуле (3) и, соответственно, искомую динамическую нагрузку $Э$ по формуле (1).

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. При выполнении измерений должны быть соблюдены следующие требования безопасности

4.1.1. Перед проведением исследований необходимо продезинфицировать маску этиловым спиртом.

4.1.2. К выполнению измерений, связанных с обслуживанием аппаратуры, допускаются лица из числа работников, прошедшие инструктаж и необходимое обучение.

4.2. Заземление электроизмерительной аппаратуры следует проверить по ГОСТ 12.1.030—81.

5. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ

5.1. К выполнению измерений и обработке их результатов допускаются лица, имеющие высшее или среднее специальное образование и практический опыт работы со средствами измерений перечисленными в разд. 2.

6. УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. При выполнении измерений должны быть соблюдены нормальные условия работы средств измерений в соответствии с ГОСТ 22261—76.

6.2. Диапазоны допустимых концентраций, доз и уровней (ПДК, ПДД, ПДУ) опасных и вредных производственных фак-

торов во время измерений не должны превышать норм, определенных по ГОСТ 12.1.005—76.

6.3. Измерения могут быть выполнены в заводских и лабораторных условиях.

6.4. При выполнении измерений в лабораторных условиях испытуемому должно быть предложено в качестве теста совершать работу в определенном ритме — 30 приседаний в одну минуту.

7. ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. При подготовке к выполнению измерений проводятся следующие работы:

7.1.1. Приборы устанавливают в удобном для проведения измерений месте, производят все необходимые соединения.

7.1.2. Герметичность и целостность газовоздушной системы проверяют следующим образом: ко входу системы через вентиль-отсекатель подключают источник чистого воздуха, а к штуцеру газовыхода—U-образный манометр. В газовой схеме устанавливают давление 2000 Па (200 мм вод. ст.), затем закрывают вентиль-отсекатель и через 30 мин. измеряют спад давления. Он должен быть не более 100 Па (10 мм вод. ст.).

7.2. Порядок расположения элементов измерительной системы вместе с испытуемым должен соответствовать схеме, представленной на рис.

7.3. Опробование функционирования приборов производят после их прогрева под током.

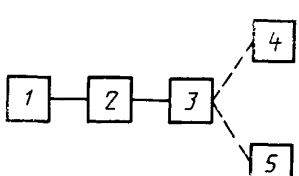
7.4. Подключение испытуемого к выполнению измерений должно быть осуществлено не ранее, чем через 1,5 ч после приема пищи.

8. ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

8.1. При выполнении измерений динамической нагрузки на работающего проводятся следующие операции.

8.1.1. На испытуемого плотно надевают респиратор и предлагают ему дышать в течение 5 мин. При этом открывают кран, соединенный с газовым счетчиком.

8.1.2. Воздух, выдыхаемый испытуемым и поступающий в газовый счетчик *2* (см. рисунок) по выходу из газового счетчика собирают в воздушной камере *3*.



8.2. Объем выдыхаемого воздуха V во время проведения эксперимента измеряют по п. 3.2.3.2. Результаты измерений округляют до 0,01 л и заносят в журнал для экспериментальных наблюдений.

8.3. Продолжительность эксперимента τ, т. е. время прохождения выдыхаемого воздуха через газовый счетчик, измеряют по п. 3.2.3.2.1. Результаты измерений заносят в журнал экспериментальных наблюдений.

8.4. Воздушную камеру транспортируют в лабораторию.

8.5. Объемные доли кислорода H_{O_2} и углекислого газа H_{CO_2} в выдыхаемом воздухе, собранные в воздушной камере, измеряют в лаборатории в соответствии с п. 3.2.1. Результаты измерений округляют до 0,1% и заносят в журнал экспериментальных наблюдений.

8.6. Атмосферное давление B (в Па) измеряют в лаборатории по п. 3.2.3.2а в момент взятия пробы для анализа на кислород и углекислый газ. Результаты измерений округляют до 10 Па и заносят в журнал для экспериментальных наблюдений.

8.7. Температуру окружающего воздуха (в °С) измеряют в лаборатории по п. 3.2.3.2б в момент взятия пробы для анализа на кислород и углекислый газ. Результаты измерений округляют до 0,1°С и заносят в журнал для экспериментальных наблюдений.

8.8. По пп. 8.2; 8.3; 8.5; 8.6; 8.7 производят однократные измерения, составляющие одну серию измерений.

8.9. Серии измерений выполняют не менее трех раз в течение смены и вычисляют среднее арифметическое значение $Э_{ср}$.

8.10. Согласно разд. 3 производят расчет динамической нагрузки (энергетических затрат). Результаты расчета заносят в журнал для экспериментальных наблюдений. За результат измерения принимают среднее значение не менее чем из трех серий измерений. Результат измерения округляют до 1 Дж/с и заносят в протокол приложения 1.

9. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

9.1. Обработка результатов измерений динамической нагрузки на работающего следует выполнять способом расчета суммарных погрешностей.

9.1.1. Суммарную погрешность измерения динамической нагрузки (в %) на работающего рассчитывают по формуле

$$\Delta=\left(\frac{2\Delta_к}{H_{O_2}}+\frac{\Delta_{ук}}{H_{CO_2}}+\frac{\Delta_{вв}}{V}+\frac{\Delta_{пр}}{\tau}+\frac{\Delta X}{X}\right)\cdot 100,$$

где $\Delta_к$ — значение по п. 1.2; $\Delta_{ук}$ — значение по п. 1.3; $\Delta_{вв}$ — значение по п. 1.1; $\Delta_{пр}$ — значение по п. 1.5; H_{O_2} — значение, полученное при измерениях по п. 3.2.1; H_{CO_2} — значение, полученное при измерениях по п. 3.2.1; V — значение, полученное при измерениях по п. 3.2.3.2; τ — значение, полученное при измерениях по п. 3.2.3.2.1; X — значение, определенное по п. 3.2.3.2; ΔX — суммарная погрешность определения X, для расчетов можно принять $\frac{\Delta X}{X}=0{,}007$.

9.1.2. Суммарная погрешность измерения динамической нагрузки рассчитывают по п. 9.1.1 при каждой серии измерений. Минимальное значение суммарной погрешности ($\Delta_н$) принимают за нижнюю, а максимальное ($\Delta_в$) за верхнюю границы погрешностей.

10. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

10.1. Результаты измерений оформляют протоколом испытаний (далее протокол), форма которого приведена в приложении 1.

10.2. В графу 1 протокола заносят номер серии испытаний; в графу 2 — значение объема V выдыхаемого воздуха, измеренное по п. 3.2.3.2; в графах 3 и 4 — соответственно значения объемных долей углекислого газа H_{CO_2} и кислорода H_{O_2} в выдыхаемом воздухе, определяемые по п. 3.2.1; в графу 5 — значение продолжительности эксперимента τ, определенное по п. 3.2.3.2.1; в графу 6 — значение температуры t окружающего воздуха, измеренное по п. 3.2.3.2б; в графу 7 — значение атмосферного давления В, измеренное по п. 3.2.3.2а; в графу 8 — значение энергетического эквивалента К, определенное по пп. 3.2.1 и 3.2.2; в графу 9 — значение объемной доли кислорода H_{O_2} во вдыхаемом воздухе, определенное по п. 3.2.3.1а и б; в графу 10 — значение фактора пересчета X — определенное по п. 3.2.3.2; в графу 11 — значение легочной вентиляции в стандартных условиях $V_{ст}$, рассчитанное по формуле (6) п. 3.2.3.2; в графу 12 — значение энергетического эквивалента $Э$, рассчитанное по формуле (1).

10.3. В протокол заносят:

значение $Э_{ср}$, определенное по п. 8.9;

минимальное и максимальное значения суммарной погрешности, определенные по п. 9.1.2;

значение разности между предельно-допустимым ($Э_{пр.доп.}$) и средним ($Э_{ср}$) значениями, значение $Э_{пр.доп.}$ находится по табл. приложения 5.

10.4. Заключение и выдачу рекомендации производит оператор, исходя из данных протокола и после консультации с руководителем подразделения или организации (предприятия).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Обязательное

ПРОТОКОЛ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

Серии испытаний	Объем выдыхаемого воздуха, V	Объемная доля углекислого газа в выдыхаемом воздухе, %	Объемная доля кислорода в выдыхаемом воздухе, %	Продолжительность эксперимента, τ, с	Температура окружающего воздуха t, °С	Атмосферное давление, B, Па	Энергетический эквивалент, K	Объемная доля кислорода во вдыхаемом воздухе, H'_{O_2}	Фактор пересчета X	Легочная вентиляция в стандартных условиях, $V_{ст}$	Энергетические затраты, Дж/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1											
2											
3											

Среднее значение динамической нагрузки $Э_{ср} = \frac{Э+Э+Э}{3}$ от ... до ... при $P=0{,}95$

Разность $(Э_{пр\ доп} - Э_{ср})$

Испытания проводились в лабораторных условиях (в производственных условиях)
(нужное подчеркнуть)

Заключение _____ превышает (не превышает) _____

_____

Рекомендации _____

_____

Оператор _____ М.П.
подпись

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Справочное

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЭКВИВАЛЕНТ КИСЛОРОДА К, СООТВЕТСТВУЮЩИЙ ДЫХАТЕЛЬНОМУ КОЭФФФИЦИЕНТУ *RQ*

Дыхательный коэффициент, *RQ*	Энергетический эквивалент, *K*, кДж/л	Дыхательный коэффициент, *RQ*	Энергетический эквивалент, *K*, кДж/л
0,71	19,65	0,86	20,42
0,72	19,70	0,87	20,47
0,73	19,75	0,88	20,53
0,74	19,80	0,89	20,58
0,75	19,85	0,90	20,63
0,76	19,90	0,91	20,68
0,77	19,95	0,92	20,73
0,78	19,96	0,93	20,78
0,79	20,06	0,94	20,83
0,80	20,116	0,95	20,89
0,81	20,166	0,96	20,93
0,82	20,23	0,97	20,99
0,83	20,27	0,98	21,042
0,84	20,32	0,99	21,05
0,85	20,37	1,00	21,14

ОБЪЕМНЫЕ ДОЛИ КИСЛОРОДА H_{O_2}, СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ОБЪЕМНОЙ ДОЛЕ АЗОТА, H_{N_2}

Азот	Кислород	Азот	Кислород	Азот	Кислород
78,00	20,65	78,65	20,83	79,30	21,00
78,01	20,66	78,66	20,83	79,31	21,00
78,02	20,66	78,67	20,83	78,32	20,74
78,03	20,56	78,68	20,83	78,33	20,74
78,04	20,67	78,69	20,84	78,34	20,74
78,05	20,67	78,70	20,84	78,35	20,75
78,06	20,67	78,71	20,84	78,36	20,75
78,07	20,67	78,72	20,85	78,37	20,75
78,08	20,68	78,73	20,85	78,38	20,76
78,09	20,68	78,74	20,85	78,39	20,76
78,10	20,68	78,75	20,85	78,40	20,76
78,11	20,68	78,76	20,86	78,41	20,76
78,12	20,69	78,77	20,86	78,42	20,77
78,13	20,69	78,78	20,86	78,43	20,77
78,14	20,69	78,79	20,86	78,44	20,77
78,15	20,69	78,80	20,87	78,45	20,77
78,16	20,70	78,81	20,87	78,46	20,78
78,17	20,70	79,00	20,92	78,47	20,78
78,18	20,70	79,01	20,92	78,48	20,78
78,19	20,70	79,02	20,92	78,49	20,78
78,20	20,71	79,03	20,93	78,50	21,05
78,21	20,71	79,04	20,93	79,51	21,05
78,22	20,71	79,05	20,93	79,52	21,06
78,23	20,72	79,06	20,94	79,53	21,06
78,24	20,72	79,07	20,94	79,54	21,06
78,25	20,72	79,08	20,94	79,55	21,06
78,26	20,72	79,09	20,94	79,56	21,07
78,27	20,73	79,10	20,95	79,57	21,07
78,28	20,73	79,11	20,95	79,58	21,07
78,29	20,73	79,12	20,95	79,59	21,08
78,30	20,73	79,13	20,95	79,60	21,08
78,31	20,74	79,14	20,96	79,61	21,08
78,50	20,79	79,15	20,96	79,62	21,08
78,51	20,79	79,16	20,96	79,63	21,09
78,52	20,79	79,17	20,96	79,64	21,09
78,53	20,79	79,18	20,97	79,65	21,09
78,54	20,80	79,19	20,97	79,66	21,09
78,55	20,80	79,20	20,97	78,82	20,87
78,56	20,80	79,21	20,98	78,83	20,74
78,57	20,81	79,22	20,98	78,84	20,88
78,58	20,81	79,23	20,98	78,85	20,88
78,59	20,81	79,24	20,98	78,86	20,88
78,60	20,81	79,25	20,99	78,87	20,89
78,61	20,82	79,26	20,99	78,88	20,89
78,62	20,82	79,27	20,99	78,89	20,89
78,63	20,82	79,28	20,99	78,90	20,89
78,64	20,82	79,29	21,00	78,91	20,90

Продолжение

Азот	Кислород	Азот	Кислород	Азот	Кислород
78,92	20,90	80,51	21,32	80,24	21,25
78,93	20,90	80,52	21,32	80,25	21,25
78,94	20,90	80,53	21,32	80,26	21,25
78,95	20,91	80,54	21,33	80,27	21,26
78,96	20,91	80,55	21,33	80,28	21,26
78,97	20,91	80,56	21,33	80,29	21,26
78,98	20,91	80,57	21,33	80,30	21,26
78,99	20,92	80,58	21,34	80,31	21,27
79,97	21,18	80,59	21,34	80,32	21,27
79,98	21,18	80,60	21,34	80,33	21,27
79,99	21,18	79,67	21,10	80,34	21,27
80,00	21,18	79,68	21,10	80,35	21,28
80,01	21,19	79,69	21,10	80,36	21,28
80,02	21,19	79,70	21,10	80,37	21,28
80,03	21,19	79,71	21,11	80,38	21,28
80,04	21,19	79,72	21,11	80,39	21,29
80,05	21,20	79,73	21,11	80,40	21,29
80,06	21,20	79,74	21,12	80,41	21,29
80,07	21,20	79,75	21,12	80,42	21,30
80,08	21,21	79,76	21,12	80,43	21,30
80,09	21,21	79,77	21,12	80,61	21,35
80,10	21,21	79,78	21,13	80,62	21,35
80,11	21,21	79,79	21,13	80,63	21,35
80,12	21,22	79,80	21,13	80,64	21,35
80,12	21,22	79,81	21,13	80,65	21,36
79,32	21,00	79,82	21,14	80,66	21,36
79,33	21,01	79,83	21,14	80,67	21,36
79,34	21,01	79,84	21,14	80,68	21,36
79,35	21,01	79,85	21,14	80,69	21,37
79,36	21,02	79,86	21,15	80,70	21,37
79,37	21,02	79,87	21,15	80,71	21,37
79,38	21,02	79,88	21,15	80,72	21,37
79,39	21,02	79,89	21,15	80,73	21,38
79,40	21,03	79,90	21,16	80,74	21,38
79,41	21,03	79,91	21,16	80,75	21,38
79,42	21,03	79,92	21,16	80,76	21,39
79,43	21,03	79,93	21,17	80,77	21,39
79,44	21,04	79,94	21,17	80,78	21,39
79,45	21,04	79,95	21,17	80,79	21,39
79,46	21,04	79,96	21,17	80,80	21,40
79,47	21,04	80,14	21,22	80,81	21,40
79,46	21,05	80,15	21,22	80,82	21,40
79,49	21,05	80,16	21,23	80,83	21,40
80,44	21,30	80,17	21,23	80,84	21,41
80,45	21,30	80,18	21,23	80,85	21,41
80,46	21,31	80,19	21,23	80,86	21,41
80,47	21,31	80,20	21,24	80,87	21,41
80,46	21,31	80,21	21,24	80.88	21,42
80,49	21,31	80,22	21,24	80,89	21,42
80,50	21,32	80,23	21,24	80,90	21,42

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Справочное

УПРУГОСТЬ ВОДЯНОГО ПАРА *f*

Температура воздуха *t*, °С	Упругость насыщенных паров, *f*, Па	Температура воздуха *t*, °С	Упругость насыщенных паров, *f*, Па	Температура воздуха *t*, °С	Упругость насыщенных паров, *f*, Па
—20,0	125,02	+18,0	2054,40	+50,0	12303,80
—19,0	136,90	+18,5	2124,10	+55,0	15699,30
—18,0	148,96	+19,0	2191,40	+60,0	19867,50
—17,0	162,26	+19,5	2260,80	+65,0	24942,80
—16,0	175,56	+20,0	2358,70	+70,0	31082,10
—15,0	191,51	+20,5	2405,30	+75,0	38450,30
—14,0	207,48	+21,0	2480,40	+80,0	47228,30
—13,0	224,77	+21,5	2557,70	+ 5,0	870,30
—12,0	244,72	+22,0	2636,90	+ 5,5	901,10
—11,0	264,67	+22,5	2718,50	+ 6,0	944,70
—10,0	285,95	+23,0	2804,70	+ 6,5	965,40
— 9,0	309,89	+23,5	2887,90	+ 7,0	999,30
— 8,0	333,83	+24,0	2976,10	+ 7,5	1034,00
— 7,0	361,76	+24,5	3066,90	+ 8,0	1069,90
— 6,0	389,69	+25,0	3159,50	+ 8,5	1106,90
— 5,0	420,28	+25,5	3254,60	+ 9,0	1144,90
— 4,0	453,53	+26,0	3352,70	+ 9,5	1184,30
— 3,0	488,11	+26,5	3453,20	+10,0	1224,80
— 2,0	525,35	+34,5	5456,20	+10,5	1266,30
— 1,0	566,58	+35,0	5609,30	+11,0	1309,20
0	609,0	+35,0	5766,20	+11,5	1353,40
+ 1,0	655,20	+36,0	5826,80	+12,0	1398,90
+ 1,5	673,20	+36,5	6091,20	+27,0	3556,30
+ 2,0	704,10	+37,0	6059,10	+27,5	3662,60
+ 2,5	729,60	+37,5	6432,40	+28,0	3769,70
+ 3,0	756,10	+38,0	6609,03	+28,5	3881,30
+ 3,5	783,20	+38,5	6789,30	+29,0	3995,70
+ 4,0	811,40	+39,0	6974,80	+29,5	4113,50
+ 4,5	840,40	+39,5	7164,30	+30,0	4234,90
+12,5	1445,70	+40,0	7358,10	+30,5	4355,40
+13,0	1493,70	+40,5	7555,70	+31,0	4481,40
+13,5	1543,30	+41,0	7759,20	+31,5	4610,80
+14,0	1594,30	+41,5	7966,70	+32,0	4743,10
+14,5	1646,80	+42,0	8179,50	+32,5	4878,90
+15,0	1700,80	+42,5	8396,30	+33,0	5017,90
+15,5	1756,20	+43,0	8618,40	+33,5	5160,50
+16,0	1813,30	+43,5	8845,80	+34,0	5306,40
+16,5	1868,10	+44,0	9078,50	+85,0	57668,80
+17,0	1932,50	+44,5	9316,60	+90,0	69926,68
+17,5	1994,60	+45,0	9560,00	+95,0	84308,70
				+100,0	101080,00

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Справочное

ФАКТОР ПЕРЕСЧЕТА X, СООТВЕТСТВУЮЩИЙ ТЕМПЕРАТУРЕ t И РАЗНОСТИ $B—f$

Температура окружающей среды t, °С	Барометрическое давление ($B—f$), Па				
	95760	96026	96292	96558	96824
	Фактор пересчета, X				
10	0,914	0,916	0,919	0,921	0,924
12	0,907	0,909	0,912	0,915	0,918
14	0,901	0,904	0,906	0,909	0,911
16	0,895	0,897	0,900	0,902	0,905
18	0,889	0,891	0,894	0,896	0,899
20	0,883	0,885	0,888	0,890	0,892
22	0,877	0,879	0,881	0,884	0,886
24	0,871	0,873	0,876	0,880	0,882
26	0,865	0,867	0,870	0,872	0,874
28	0,860	0,861	0,864	0,866	0,869
30	0,853	0,856	0,858	0,860	0,863

Продолжение

Температура окружающей среды t, °С	Барометрическое давление ($B—f$), Па				
	97090	97356	97622	97888	98154
	Фактор пересчета, X				
10	0,926	0,929	0,930	0,934	0,937
12	0,920	0,923	0,925	0,928	0,930
14	0,914	0,916	0,919	0,921	0,924
16	0,907	0,910	0,912	0,915	0,917
18	0,901	0,903	0,906	0,908	0,911
20	0,895	0,897	0,900	0,902	0,905
22	0,889	0,891	0,894	0,896	0,899
24	0,883	0,885	0,888	0,890	0,892
26	0,877	0,879	0,882	0,884	0,896
28	0,871	0,873	0,876	0,878	0,881
30	0,865	0,868	0,870	0,872	0,876

Продолжение

Температура окружающей среды t, °С	Барометрическое давление (B—f), Па				
	98420	98686	98952	99218	99484
	Фактор пересчета, X				
10	0,940	0,943	0,946	0,948	0,950
12	0,933	0,935	0,938	0,940	0,943
14	0,926	0,929	0,931	0,922	0,936
16	0,920	0,922	0,925	0,927	0,930
18	0,913	0,916	0,918	0,921	0,923
20	0,907	0,905	0,912	0,914	0,917
22	0,901	0,903	0,906	0,908	0,911
24	0,895	0,897	0,900	0,902	0,905
26	0,889	0,891	0,894	0,896	0,898
28	0,883	0,885	0,888	0,890	0,895
30	0,877	0,880	0,882	0,884	0,887

Продолжение

Температура окружающей среды t, °С	Барометрическое давление (B—f), Па				
	99750	10016	100282	100548	100814
	Фактор пересчета, X				
10	0,952	0,951	0,957	0,960	0,962
12	0,945	0,948	0,950	0,953	0,955
14	0,939	0,940	0,942	0,946	0,949
16	0,932	0,935	0,937	0,940	0,942
18	0,926	0,928	0,931	0,933	0,936
20	0,920	0,922	0,924	0,927	0,930
22	0,913	0,916	0,918	0,920	0,923
24	0,907	0,910	0,912	0,914	0,917
26	0,901	0,903	0,906	0,908	0,910
28	0,895	0,877	0,900	0,902	0,905
30	0,889	0,891	0,894	0,896	0,898

Продолжение

Температура окружающей среды t, °С	Барометрическое давление (B—f), Па					
	101080	101346	101612	101878	102144	102410
	Фактор пересчета, X					
10	0,965	0,867	0,870	0,972	0,975	0,977
12	0,958	0,960	0,963	0,965	0,968	0,970
14	0,951	0,954	0,956	0,959	0,964	0,966
16	0,945	0,947	0,950	0,952	0,954	0,957
18	0,938	0,941	0,943	0,945	0,948	0,950
20	0,932	0,934	0,937	0,939	0,941	0,944
22	0,925	0,928	0,930	0,933	0,935	0,937
24	0,920	0,921	0,924	0,926	0,929	0,931
26	0,913	0,915	0,918	0,920	0,923	0,925
28	0,907	0,910	0,912	0,914	0,916	0,919
30	0,901	0,903	0,906	0,908	0,911	0,913

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Справочное

ЗАВИСИМОСТИ ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫХ ВЕЛИЧИН ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ $Э_{пред\ доп}$ ОТ ВИДА РАБОТЫ МЫШЦ

Виды работы мышц	$Э_{пред.доп}$, кДж/с при продолжительности работы $т$, ч			
	1—2	3—4	5—6	7—8
Общая	0,625	0,521	0,417	0,292
Региональная	0,417	0,291	0,243	0,195
Локальная	0,195	0,174	0,150	0,118

Примечания:

1. Продолжительность работы, равная 1; 3 и 5 ч принимается для женщин; 2; 4 и 6 — для мужчин; 7 и 8 ч — для тех и других. Энергетические затраты даны для людей весом 70 кг. Для приведения полученных данных к табличным значениям $Э_{пред.доп.}$ расчетные данные $Э_{расч}$ надо разделить на средний вес испытуемого и умножить на 70.

2. Общая работа мышц — работа с участием обширных мышечных групп; региональная работа — работа плечевого пояса и верхних конечностей; локальная — работа мышц предплечья и кисти.

РАЗРАБОТАНЫ И ВНЕСЕНЫ:
Всесоюзным научно-исследовательским институтом охраны труда ВЦСПС (г. Тбилиси)

Директор **Ю. Д. Цинцадзе**
Исполнители: **К. Д. Мгалоблишвили, В. В. Лукианов** (руководители темы), **Э. А. Зедгинидзе, Л. П. Чихрадзе, Е. Г. Кузницкая**

Всесоюзным научно-исследовательским институтом автоматизации средств метрологии

Директор **Н. В. Гелашвили**
Исполнители: **Г. Г. Мучаидзе** (руководитель темы), **И. В. Цаава**

Научно-исследовательским институтом гигиены труда и профзаболеваний (г. Свердловск)

Директор **С. Г. Домнин**
Исполнители: **З. М. Кузнецова** (руководитель темы), **С. Е. Устьянцев**

УТВЕРЖДЕНЫ
Всесоюзным научно-исследовательским институтом автоматизации средств метрологии (протокол № 1 от 25.02.87)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

ДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ НА РАБОТАЮЩЕГО

Методика выполнения измерений энергетических затрат работающего

МИ 1778—87

Редактор *Н. А. Еськова*
Технический редактор *Г. А. Теребинкина*
Корректор *Л. В. Сницарчук*

Сдано в наб. 14 04 89 Подп. в печ. 14.11 89 Формат 60×90$^{1}/_{16}$. Бумага тип. № 1 Гарнитура литературная Печать высокая 1,0 усл. п. л. 1,13 усл. кр.-отт 0,95 уч.-изд. л. Тир. 6000 экз. Цена 5 к. Зак. 1085 Изд. № 10201/04

gost.e-ecolog.ru

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, ГСП, Новопресненский пер., д. 3.
Вильнюсская типография Издательства стандартов, ул. Даряус и Гирено, 39.