· ВЦСПС ·
ВСЕСОЮЗНЫЙ ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОХРАНЫ ТРУДА

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗРИТЕЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

(Методические рекомендации)

МОСКВА 1986

gost.e-ecolog.ru

УДК 628.93

Методические рекомендации содержат физиологические методы определения показателей зрительной работоспособности для оценки напряженности зрительных работ при выполнении производственных операций, а также условия, порядок проведения измерений и обработки полученных результатов.

Рекомендации предназначены для специалистов в области улучшения условий и охраны труда работающих. Применение их будет способствовать оптимизации условий зрительных работ, снижению утомления и повышению эффективности труда.

Разработчики: И.В.Белицкий, И.Г.Коваленко, Д.Д.Смарагдов (ВЦНИИОТ ВЦСПС, г.Москва); Ю.Д.Жилов, Е.Н.Назарова (ВНИПИтруда в строительстве Госстроя СССР, г.Москва); А.Д.Лиман, Э.П. Будянская (НИИ гигиены труда и профзаболеваний Минздрава УССР, г.Харьков)

У Т В Е Р Ж Д А Ю :
Заместитель Главного государственного санитарного врача СССР

Заиченко А.И.

12 декабря 1985 г.
№ 4052-85

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие Методические рекомендации разработаны в развитие норм проектирования искусственного освещения главы "Естественное и искусственное освещение" Строительных норм и правил (СН и П 11-4-79).

1.2. Рекомендации включают физиологические методы определения зрительной работоспособности при выполнении производственных операций, порядок и условия проведения исследований, методы измерения показателей, обработки и оценки результатов измерений.

1.3. Методические рекомендации направлены на совершенствование условий труда при выполнении напряженных зрительных работ. Они могут использоваться санитарными врачами, работниками службы НОТ, специалистами научно-исследовательских организаций для оценки характера и условий зрительных работ при разработке оздоровительных мероприятий в целях профилактики зрительного утомления и повышения производительности труда.

2. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗРИТЕЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ. ПОРЯДОК И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Для проведения исследований в условиях производства используют следующие методы: определение временного порога функциональной устойчивости зрения (адиспаропии), видимости, пропускной способности зрительного анализатора, критической частоты слияния

© ВЦНИИОТ ВЦСПС, 1986

световых мельканий, латентного периода зрительно-моторной реакции.

Эти методы являются информативными для выявления физиологических сдвигов в зависимости от характера и условий зрительных работ, они просты и доступны для широкого применения.

2.2. Для исследований привлекаются практически здоровые лица с остротой зрения не менее единицы без коррекции и без патологических изменений органа зрения (в количестве не менее 10 чел.), имеющих стаж работы не менее двух лет. Перед проведением исследований испытуемые проходят тренировку по методам до получения устойчивых исходных показателей.

2.3. Исследования должны проводиться в специально отведенном помещении, расположенном в непосредственной близости от рабочих мест. Помещение должно быть без естественного света с постоянными условиями искусственного освещения, уровень освещенности от общего освещения 200–300 лк. Уровни освещенности на тест-объектах, указанные в разд. 3, должны быть неизменными в течение всего периода проведения исследований.

2.4. Для установления величины изменения физиологических показателей в динамике работы их измерения проводятся (для 8-часового рабочего дня) через один час от начала работы, перед обеденным перерывом, за 2,0–2,5 часа до окончания работы и в конце рабочего дня. Для получения статистически значимых результатов исследования должны проводиться ежедневно в течение 5–6 дней. Общее время, затрачиваемое на определение исследуемых показателей у каждого испытуемого, не должно превышать 15 мин.

3. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗРИТЕЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

3.1. Измерение временно́го порога адиспаропии.

Для определения временно́го порога адиспаропии применяют специальный тест-объект и секундомер. Тест-объект представляет собой круг диаметром 40 мм, состоящий из ахроматических или цветных контрастирующих полуполей с вертикальной границей и контрастом между полуполями 0,05; коэффициенты отражения каждого из полуполей должны быть в пределах 0,5–0,7.

Тест-объект выполняют путем засветки матовой фотографической бумаги с различной выдержкой для получения требуемого коэффициента отражения и контраста. Для получения границы между полями засветку осуществляют с помощью шторки из черной бумаги, которой закрывают

часть фотографической бумаги. Затем проводят измерение коэффициентов отражения полуполей на фотометре ФМШ-58 и вычисляют контраст по формуле:

$$K = \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1},$$

где ρ_1 – больший из коэффициентов отражения;

ρ_2 – меньший из коэффициентов отражения.

Тест-объект укрепляют на подложке из картона и закрывают листом ватмана размером 210x150 мм, имеющим отверстие диаметром 40 мм. Граница полуполей должна располагаться вертикально точно посередине круга.

Тест-объект устанавливают на столе перпендикулярно линии зрения на расстоянии 450 мм от глаз; освещенность на тест-объекте 150-200 лк. Голова испытуемого фиксируется с помощью подбородника или с упором на руки.

По сигналу экспериментатора испытуемый бинокулярно фиксирует тест-объект; при наблюдении тест-объекта не допускаются моргания, движения глазами, головой и туловищем. В момент фиксации тест-объекта включается секундомер. Испытуемый наблюдает тест-объект до момента возникновения ощущения слияния его полуполей, которое он отмечает условным сигналом, например словом "есть". В этот момент экспериментатор выключает секундомер.

Время от начала фиксации глазом тест-объекта до появления эффекта слияния его полуполей характеризует временной порог адиспаропии. Определение показателя производится три-четыре раза с интервалом в 20-30 с, во время которого испытуемому разрешается свободно двигать глазами и моргать.

Временной порог адиспаропии определяется как среднее арифметическое значение из полученных результатов измерений.

3.2. И з м е р е н и е в и д и м о с т и .

Для измерения видимости применяют монокулярный поляризационный измеритель видимости М-53А* (далее - измеритель видимости) и тест-объект, представляющий собой точку диаметром 0,3-0,5 мм, выполненную черной тушью на листе ватмана размером 100x100 мм; ос-

*Выпускается Белорусским оптико-механическим объединением (Завод им. С.И.Вавилова, г.Минск)

вещенность на тесте 300–400 лк. Измеритель видимости жестко фиксируется относительно тест-объекта на расстоянии 350 мм.

Наблюдение тест-объекта через окуляр измерителя видимости должно осуществляться ведущим глазом (при измерении отрывать глаз от окуляра прибора не допускается). Испытуемый должен медленно вращать маховичок прибора до момента исчезновения изображения тест-объекта, что соответствует порогу его видимости. Экспериментатор считывает показания по шкале прибора и затем устанавливает их в нулевое положение. Измерения проводят 4–5 раз до получения трех близких значений (разница между двумя крайними значениями должна составлять не более четырех делений шкалы).

Для определения видимости следует перевести каждое значение видимости, полученное в единицах шкалы измерителя (в пороги по контрасту) (Приложение 1). За результат принимается среднее арифметическое из полученных значений видимости в порогах по контрасту

3.3. Определение пропускной способности зрительного анализатора.

Для определения пропускной способности зрительного анализатора применяется таблица с кольцами Ландольта, имеющими разрыв в одном из восьми направлений, расположенных в таблице по закону случайных чисел, и секундомер. Таблица должна иметь форму квадрата и содержать 256 колец; разрыв кольца и его толщина – составлять 0,3 мм, диаметр 1,5–2,0 мм. Расстояние между кольцами должно быть равно их наружному диаметру, количество колец каждого вида – одинаковым.

Испытуемому предлагается таблица, на лицевой стороне которой обозначены ориентация таблицы и положение разрывов колец, подлежащих вычеркиванию, на обратной стороне – фамилия и инициалы испытуемого, дата, время и порядковый номер проводимого исследования. Освещенность на таблице 300 лк. Затем ему дается задание в возможно короткое время просмотреть таблицу и подчеркнуть кольца с двумя определенными диаметрально противоположными косыми направлениями разрыва. Наблюдение ведется с расстояния 350 мм. С помощью секундомера экспериментатор фиксирует время выполнения задания и определяет количество допущенных ошибок отдельно по видам (пропущенные кольца и ошибочно подчеркнутые).

Так как количество ошибочно подчеркнутых колец обычно составляет не более 1–2, то они не учитываются и расчет пропускной способности зрительного анализатора проводят по формуле:

$$S = \frac{0{,}5436 \cdot N - Z \cdot n}{T} \text{ бит/с},$$

где T – время, затраченное на просмотр таблицы, с;
N – общее количество колец в таблице;
n – число пропущенных колец;
Z – теряемая информация, рассчитываемая по формуле:

$$Z = 3 - \frac{0{,}5436 \cdot N - 3 \cdot N_{полез}}{N - N_{полез}},$$

где $N_{полез}$ – количество колец, подлежащих подчеркиванию.

3.4. Измерение критической частоты слияния световых мельканий.

Измерения проводят на специальном приборе[1/], генерирующем световые сигналы, которые подаются при помощи неоновой лампочки или светодиодов и регулируются по частоте мельканий в диапазоне от 0 до 100 Гц. За источником световых мельканий наблюдают через тубус на расстоянии 350 мм.

По сигналу экспериментатора наблюдатель фиксирует источник световых мельканий. Световые импульсы подаются с постепенным нарастанием частоты до момента слияния мельканий, который испытуемый отмечает сигналом "есть"; при этом экспериментатор регистрирует показания прибора. Исследования повторяют 3–4 раза до получения трех близких по значению результатов. Критическая частота слияния световых мельканий определяется как среднее арифметическое значение результатов измерений.

3.5. Измерение латентного периода зрительно-моторной реакции.

Прибором для измерения латентного периода зрительно-моторной реакции служит хронорефлексометр[2/]; раздражителями являются световые сигналы разного цвета, которые подает экспериментатор. Блок сигналов устанавливают перед испытуемым, блок управления – на некотором расстоянии от испытуемого таким образом, чтобы исключить возможность наблюдения им последовательности подачи сигналов и звуковое воздействие при переключении. Перед началом исследова-

---

1/ Изготавливается экспериментальными мастерскими ВНИИ железнодорожной гигиены (г.Москва).

2/ Изготавливается экспериментальными мастерскими ВНИИ железнодорожной гигиены (г.Москва) и Московского НИИ гигиены им. Ф.Ф.Эрисмана.

ния экспериментатор инструктирует испытуемого о том, на какой по цвету сигнал нужно реагировать нажатием на кнопку (ключ, клавиша).

Предъявляется не менее 10 сигналов, на которые надо реагировать (положительные сигналы), и не менее 3, на которые реагировать не надо (отрицательные сигналы).

Время латентного периода зрительно-моторной реакции рассчитывается как среднее арифметическое из полученных результатов измерений времени реакции на положительные сигналы.

4. ОБРАБОТКА ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

4.1. Полученные результаты подвергают статистической обработке путем проверки соответствия действительного распределения полученных результатов с нормальным по критерию в соответствии с ГОСТ 11.006-74 "Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим".

4.2. В случае если полученные результаты подчиняются закону нормального распределения, определяют параметры и доверительные границы по совокупности экспериментальных данных в соответствии с ГОСТ 11.004-74 "Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров нормального распределения". Порядок проведения обработки данных приведен в Приложении 2.

4.3. В случае если полученные данные не подчиняются закону нормального распределения, следует использовать непараметрические критерий знаков, критерий Смирнова, критерий Вилкоксона.

4.4. В случае когда индивидуальные сдвиги имеют различную направленность, следует группировать данные отдельных испытуемых по признакам сходства, выделяя две группы или более в зависимости от типов наблюдаемых изменений, с проведением соответствующей статистической обработки.

4.5. Оценку напряженности зрительных работ проводят по величине максимальных относительных изменений исследованных показателей, выраженных в процентах к их исходной величине, (табл.1) при соблюдении условий в соответствии с "Методическими рекомендациями по установлению уровней освещенности (яркости) для точных зрительных работ с учетом их напряженности", утвержденными Минздравом СССР (№ 3863-85 от 05.05.1985).

Таблица 1

Оценка напряженности зрительных работ по физиологическим показателям

Показатель	Категория напряженности зрительной работы		
	I (очень напряженная)	II (напряженная)	III (умеренно напряженная)
Временной порог адаптации	от 36 до 27	от 26 до 17	менее 17
Видимость	от 40 до 30	от 29 до 20	менее 20
Пропускная способность зрительного анализатора	от 20 до 15	от 14 до 10	менее 10
Критическая частота слияния световых мельканий	от 15 до 11	от 10 до 7	менее 7
Латентный период зрительно-моторной реакции	от 23 до 17	от 16 до 11	менее 11

Приложение 1

Таблица перевода значений видимости в единицах шкалы измерителя видимости М-53А в величины порогов по контрасту

Единицы шкалы	Пороги	Единицы шкалы	Пороги	Единицы шкалы	Пороги
60,5	2,958	70,5	5,001	80,5	10,964
61,0	3,020	71,0	5,151	81,0	11,569
61,5	3,095	71,5	5,340	81,5	12,225
62,0	3,163	72,0	5,510	82,0	12,846
62,5	3,238	72,5	5,690	82,5	12,616
63,0	3,321	73,0	5,920	83,0	14,348
63,5	3,400	73,5	6,138	83,5	15,129
64,0	3,485	74,0	6,348	84,0	16,129
64,5	3,569	74,5	6,575	84,5	17,217
65,0	3,670	75,0	6,818	85,0	18,419
65,5	3,760	75,5	7,110	85,5	19,578
66,0	3,860	76,0	7,384	86,0	21,042
66,5	3,962	76,5	7,673	86,5	22,674
67,0	4,050	77,0	8,025	87,0	24,267
67,5	4,190	77,5	8,353	87,5	27,412
68,0	4,310	78,0	8,702	88,0	28,596
68,5	4,350	78,5	9,127	88,5	30,864
69,0	4,550	79,0	9,526	89,0	33,802
69,5	4,720	79,5	10,010	89,5	37,180
70,0	4,860	80,0	10,473	90,0	41,091

Приложение 2

Порядок проведения статистической обработки данных для случаев нормального распределения

Предварительно проводят исключение сильно отклоняющихся вариант в совокупности. Для определения принадлежности максимальной варианты к совокупности применяется критерий τ' :

$$\tau' = \frac{X_N - X_{N-1}}{X_N - X_2},$$

где X_N – максимальная варианта;

X_{N-1} – варианта, следующая по величине за максимальной;

X_2 – варианта, стоящая в ранжированном ряду рядом с минимальной.

Для определения принадлежности минимальной варианты к совокупности применяют критерий τ'' :

$$\tau'' = \frac{X_2 - X_1}{X_{N-1} - X_1},$$

где X_2 – варианта, стоящая рядом с минимальной;

X_1 – минимальная варианта;

X_{N-1} – вторая по значению варианта после максимальной.

Вычисленные величины τ' и τ'' сопоставляют со значениями табл. 1 на уровне значимости 0,05. Если вычисленные значения превышают величины, приведенные в табл. 1, то такие варианты отбрасываются.

Далее рассчитываются следующие статистические показатели:

средняя арифметическая M :

$$M = \frac{\Sigma X}{N},$$

Таблица 1

N	τ	N	τ	N	τ
4	0,991	13	0,520	22	0,414
5	0,916	14	0,502	23	0,407
6	0,815	15	0,486	24	0,400
7	0,740	16	0,472	25	0,394
8	0,683	17	0,460	26	0,389
9	0,635	18	0,449	27	0,383
10	0,597	19	0,439	28	0,378
11	0,566	20	0,430	29	0,374
12	0,541	21	0,421	30	0,369

Таблица 2

Число степеней свободы	t	Число степеней свободы	t	Число степеней свободы	t
1	12,71	12	2,18	23	2,07
2	4,30	13	2,16	24	2,06
3	3,18	14	2,14	25	2,06
4	2,78	15	2,13	26	2,06
5	2,57	16	2,12	27	2,05
6	2,45	17	2,11	28	2,05
7	2,36	18	2,10	29	2,04
8	2,31	19	2,09	30	2,04
9	2,26	20	2,09	40	2,02
10	2,23	21	2,08	60	2,00
11	2,20	22	2,07	120	1,98

где ΣX – сумма всех вариант ряда;

N – объем выборки;

среднее квадратическое отклонение σ:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma (X - M)^2}{N - 1}},$$

где X – варианты совокупности;

ошибка средней арифметической m_M:

$$m_M = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

доверительный интервал средней арифметической:

$$M - t \cdot m_M < \text{истинное значение} < M + t \cdot m_M,$$

где t – критерий Стьюдента, который для доверительного уровня 95% или уровня значимости 0,05 и достаточно больших выборок ($N > 30$) принимается равным 2 (табл. 2);

коэффициент вариации V :

$$V = \frac{\sigma}{M} \cdot 100\% .$$

В зависимости от величины коэффициента вариации варьирование данных считают небольшим (0–10%), средним (11–20%) и большим ($V > 20\%$).

Показатель точности опыта P :

$$P = \frac{m_M}{M} \cdot 100\%.$$

Точность опыта считается удовлетворительной, если P не превышает 5%.

Для установления статистической достоверности различий между результатами эксперимента сравнивают совокупности по средней арифметической абсолютных или относительных значений и по их вариабельности.

Для больших выборок ($N > 20$) с равными или близкими объемами средние сравнивают по формуле:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}},$$

где M_1, M_2 – сравниваемые средние арифметические.

m_1, m_2 – ошибки сравниваемых средних арифметических.

Далее определяют число степеней свободы $f = N_1 + N_2 - 2$ и соответствующее этому числу значение критерия t на 95%-ном доверительном уровне (см. табл. 2). Если вычисленное значение больше, делается вывод о достоверности различия сравниваемых величин. Доверительному уровню 95% соответствует выраженный в долях единицы уровень значимости $W_1 = 0{,}05$.

Сравнение дисперсий осуществляется по критерию F:

$$F = \sigma_1^2 / \sigma_2^2,$$

где σ_1, σ_2 – дисперсия сравниваемых выборок (в числителе всегда берется большая дисперсия).

Для установления достоверности различия дисперсий определяется число степеней свободы для каждой из них $f_1 = N_1 - 1$ и $f_2 = N_2 - 1$. Далее вычисленное значение сопоставляется со значением, приведенным в табл. 3 на доверительном уровне 95%.

Таблица 3

f_2 \ f_1	1	2	3	4	5	6	8	12	24	∞
3	10,1	9,6	9,3	9,1	9,0	8,9	8,8	8,7	8,6	8,5
4	7,7	6,9	6,6	6,4	6,3	6,2	6,0	5,9	5,8	5,6
5	6,6	5,8	5,4	5,2	5,1	5,0	4,8	4,7	4,5	4,4
6	6,0	5,1	4,8	4,5	4,4	4,3	4,1	4,0	3,8	3,7
7	5,6	4,7	4,4	4,1	4,0	3,9	3,7	3,6	3,4	3,2
8	5,3	4,5	4,1	3,8	3,7	3,6	3,4	3,3	3,1	2,9
9	5,1	4,3	3,9	3,6	3,5	3,4	3,2	3,1	2,9	2,7
10	5,0	4,1	3,7	3,5	3,3	3,2	3,1	2,9	2,7	2,5
12	4,8	3,9	3,5	3,3	3,0	3,0	2,9	2,7	2,5	2,3
14	4,6	3,7	3,3	3,1	3,0	2,9	2,7	2,5	2,3	2,1
16	4,5	3,6	3,2	3,0	2,9	2,7	2,6	2,4	2,2	2,0
18	4,4	3,6	3,2	2,9	2,8	2,7	2,5	2,3	2,1	1,9
20	4,4	3,5	3,1	2,9	2,7	2,6	2,4	2,3	2,1	1,8
25	4,2	3,4	3,0	2,8	2,6	2,5	2,4	2,2	2,0	1,7
30	4,2	3,3	2,9	2,7	2,5	2,4	2,3	2,1	1,9	1,6
35	4,1	3,3	2,9	2,6	2,5	2,4	2,2	2,0	1,8	1,5
40	4,1	3,2	2,8	2,6	2,4	2,3	2,2	2,0	1,8	1,5
50	4,0	3,2	2,8	2,6	2,4	2,3	2,1	1,9	1,7	1,4
60	4,0	3,1	2,8	2,5	2,4	2,2	2,1	1,9	1,7	1,4
80	4,0	3,1	2,7	2,5	2,3	2,2	2,0	1,9	1,6	1,3
100	3,9	3,1	2,7	2,5	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,3
∞	3,8	3,0	2,6	2,4	2,2	2,1	1,9	1,7	1,5	1,0

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения 1

2. Методы определения зрительной работоспособности. Порядок и условия проведения исследований 1

3. Методы измерения показателей зрительной работоспособности 2

4. Обработка полученных результатов 6

Приложения:

1. Таблица перевода значений видимости в единицах шкалы измерителя видимости М-53А в величины порогов по контрасту 7

2. Порядок проведения статистической обработки данных для случаев нормального распределения 8

Методы определения
показателей зрительной
работоспособности

(Методические рекомендации)

Редактор В.М.Морозова
Технический редактор А.В.Ушкова

Подп. в печать 10.03.86 | Формат 60x84/16 | Тираж 3095 экз.
Усл.печ.л. 0,7 | Уч.-изд.л. 0,6 | Заказ № 56
Л 88195 | Цена 10 коп.

ВЦНИИОТ ВЦСПС, 119829, Москва, Оболенский пер., 10.
Ротапринт ВЦНИИОТ ВЦСПС. 119829, Москва, Оболенский пер., 10.

gost.e-ecolog.ru