

## НОВЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ НАПРЯЖЕННОСТИ ТРУДА

С.Л. Устьянцев

ЕМНЦ профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий

Известны физиологический и эргометрический методы оценки напряженности труда работников. Физиологический метод основывается на различных показателях функционирования ЦНС. Эргометрический метод заключается в определении сочетанного влияния на работника интеллектуальных, сенсорных, эмоциональных, монотонных и режимных нагрузок по ряду производственных показателей, имеющих качественную и количественную выраженность. Например, в методе З.М. Золиной [5] напряженность труда оценивается по 12 эргометрическим показателям, а в его усовершенствованном варианте, представленном в Руководстве Р 2.2.755-99, учитываются 22 таких показателя. Однако отсутствие общепринятой интерпретации количественной выраженности физиологических показателей, отражающих деятельность ЦНС, а также невозможность учета возрастных, личностных, типологических качеств работника и его функциональных возможностей при эргометрическом исследовании трудовых процессов снижает точность оценки напряженности труда указанными методами [7, 11]. Таким образом, для решения актуальной задачи медицины труда по получению репрезентативных результатов исследования напряженности трудового процесса необходим поиск более информативных методических технологий. Предпосылкой для усовершенствования методики определения напряженности труда явилось известное положение о том, "... что энергетический обмен – одно из важнейших проявлений деятельного состояния организма, и он достаточно чувствителен к отягощению и облегчению условий труда. Но надо найти такие методы его исследования, которые дали бы толчок к раскрытию новых важных критериев состояния организма и его изменений и, в конечном счете, – к более полной и точной формулировке общих закономерностей энергетики организма в различных условиях его деятельности" [3].

Целью исследований являлось повышение точности оценки напряженности труда. Для достижения указанной цели решалась задача по определению энерготрат, приходящихся на деятельность ЦНС.

Указанная задача решалась тем, что энерготраты от деятельности ЦНС определяли по разности между интенсивностью общих энерготрат работником и интенсивностью его общих мышечных энерготрат. Напряженность труда оценивали путем сравнения полученной разности энерготрат с нормируемой и регламентируемой их интенсивностью сверх основного обмена при фактической величине работающей мышечной массы.

Интенсивность общих энерготрат работником при исследуемом виде деятельности определяли по энергетической стоимости изменения ЧСС к уровню покоя. Для этого нами обобщены известные данные о соотношении категорий работ по уровню энерготрат организмом с интенсивностью функционального напряжения по показателю ЧСС [9, 10, 13] и составлена

таблица 1. По данным, представленным в таблице 1, найдена энергетическая стоимость изменения ЧСС на 1 уд/мин, которая равна  $1,72 \pm 0,06$  Вт/м<sup>2</sup> для мужчин и  $1,43 \pm 0,01$  Вт/м<sup>2</sup> – для женщин.

Таблица 1

**Разграничение работ на категории по интенсивности  
энерготрат организмом**

Категория работ	Энерготраты при работе по показателям				
	физиологическим		эргометрическим, Вт/м <sup>2</sup>		
	ЧСС, уд/мин	потребление кислорода, л/мин	общие	(сверх основного обмена)	
Ia	м	>85 - ≤90	>0,26 - ≤0,59	>72,3 - ≤80,3	>26,3 - ≤34,3
	ж			>54,6 - ≤61,8	>11,6 - ≤18,8
Iб	м	>90 - ≤100	>0,59 - ≤0,80	>80,3 - ≤97,4	>34,3 - ≤51,4
	ж			>61,8 - ≤76,2	>18,8 - ≤33,2
IIa	м	>100 - ≤120	>0,80 - ≤1,20	>97,4 - ≤132	>51,4 - ≤85,7
	ж			>76,2 - ≤105	>33,2 - ≤62,0
IIб	м	>120 - ≤135	>1,20 - ≤1,60	>132 - ≤160	>85,7 - ≤114
	ж			>105 - ≤126	>62,0 - ≤83,5
III	м	>135	>1,60 - 2,20	> 160	> 114
	ж			> 126	> 83,5

Интенсивность общих мышечных энерготрат оценивали с использованием эргометрического метода определения тяжести труда, представленного в руководстве Р.2.2.755-99, известных данных о величине основного обмена [9], представленных в таблице 2, и взаимосвязях между единицами измерения энергии, работы и ее мощности [1].

Таблица 2

**Интенсивность основного обмена, Вт/м<sup>2</sup> (по данным Benedict, 1938)**

Пол	Возраст, лет						
	9-10	14-16	20-30	40-50	50-60	60-70	70-80
Мужской	48,8	53,5	46,0	44,2	43,6	42,0	41,3
Женский	46,5	50,0	43,0	42,0	41,0	39,5	38,4

Нормируемая и регламентируемая интенсивность энерготрат сверх основного обмена при фактической величине работающей мышечной массы (М) представлена в известной литературе [12].

Физиолого-эргометрическая методика оценки напряженности труда осуществлялась следующим образом. У работников в процессе исследуемого вида деятельности по известной методике [12] определяли характер труда по величине работающей мышечной массы (М), интенсивность общих мышечных энерготрат и прирост частоты сердечных сокращений (ΔЧСС) по отношению к уровню покоя, находили величину произ-

ведения  $\Delta$ ЧСС на известную энергетическую стоимость изменения ЧСС сверх уровня покоя. К величине указанного произведения прибавлялась интенсивность энерготрат от основного обмена (см. табл. 2), что в итоге равнялось интенсивности общих энерготрат организмом. Из интенсивности общих энерготрат организмом вычитали интенсивность общих мышечных энерготрат. Напряженность труда оценивалась путем сравнения полученной разности энерготрат с нормируемой и регламентируемой их величиной сверх основного обмена при фактической М.

Проведена апробация физиолого-эргометрической методики оценки напряженности труда и охарактеризована ее информативность в сравнении с традиционными методиками на широко представленном в литературе производственном материале, полученном другими авторами. Использованный ретроспективный материал включал исследования труда машинистов метрополитена, научных работников, водителя грузового автотранспорта, мастеров сборочных цехов шинных заводов [2, 4, 5, 6] и служил основой для выделения З.М. Золиной известных 5 групп конвейерных видов работ [5]. Критерием информативности сравниваемых методик служила сила связи получаемых с их помощью оценок напряженности труда с динамикой изменения физиологических показателей состояния ЦНС в трудовом процессе. Результаты апробации частично представлены на рис. 1 и 2.



Рисунок 1. Информативность методик оценки напряженности труда по связи этой оценки с динамикой изменения физиологического показателя состояния работников конвейерного труда за трудовую смену (использованы материалы исследований З.М. Золиной, 1983): 4 – физиолого-эргометрическая; 5 – эргометрическая (по З.М. Золиной, 1983); 6 – эргометрическая (по Р 2.2.755-99); 8 – снижение лабильности зрительного анализатора, %



Рисунок 2. Информативность методик оценки напряженности труда по связи этой оценки с физиологическими показателями функционального состояния 51 мастера сборочных цехов шинных заводов в динамике трудовой смены (использованы материалы исследований И.И. Быкова, 1978): 3 – физиолого-эргометрическая; 4 – эргометрическая (по Р 2.2.755-99); 1 – скорость переработки информации, бит/с; 2 – количество просмотренных знаков по таблице Анфимова

Корреляционный анализ полученного материала (см. рис. 1 и 2) позволил установить, что наибольшую информацию о влиянии фактора напряженности труда на функциональное состояние организма имеет физиолого-эргометрическая методика. Полученные с ее помощью результаты имеют наибольшие коэффициенты корреляции с динамикой изменения показателей функционального состояния работников за трудовую смену. Методика оценки напряженности труда по Р 2.2.755-99 имеет меньшую информативность.

Вывод: применение физиолого-эргометрической методики изучения напряженности трудовых процессов в ретроспективном анализе широко представленного в литературе материала исследований труда в различных профессиях показало, что по сравнению с другими методиками она позволяет дать объективную и более точную оценку фактору напряженности, определить размер вклада мышечных и нервно-эмоциональных нагрузок в условия труда, обусловленных комплексом экзогенных и эндогенных факторов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аулик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте // М., 1979. - 284 с.
2. Быков И.И. Физиолого-гигиенические и психологические аспекты оптимизации условий труда мастеров шинной промышленности: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М., 1978. - 20 с.
3. Виноградов М.И. В кн.: Физиология трудовых процессов // М., 1966. - С. 119.
4. Горшков С.И. В кн.: Психофизиологические и эстетические основы НОТ // М., С. 171 – 178.

5. Золина З.М. в кн.: Руководство по физиологии труда / Под ред. З.М. Золиной и Н.Ф. Измерова // М., 1983. - С. 280 – 326.
6. Зыбковец Л.Я., Навакатилян А.О. в кн.: Руководство по физиологии труда / Под ред. З.М. Золиной и Н.Ф. Измерова // М., 1983. - С. 251 – 279.
7. Матюхин В.В. // Мед. труда и пром. экология. - 1998. - № 7. - С. 8 – 14.
8. Морфология человека. Учебное пособие / Под ред. Б.А. Никитюка и В.П. Чтецова // М., 1983. - 320 с.
9. Обмен веществ и энергия // Большая медицинская энциклопедия. М., 1981. - Изд. 3. - Том 17. - С. 345 – 369.
10. Оценка тяжести труда и его физиологическое нормирование. Методические рекомендации // М., 1975. - 21 с.
11. Романов В.В., Седов Ю.И., Пузырев Н.М. // Успехи и перспективы физиологии труда в третьем тысячелетии. Материалы 10-й Всероссийской конференции по физиологии труда. М., 2001. - С. 110 – 112.
12. Устьянцев С.Л. Физиолого-гигиенические основы оценки индивидуального профессионального риска при физическом труде: Дисс. ... докт. мед. наук. М., 2001. - С. 125 – 131, 228 – 236.
13. Физиологические нормы напряжения организма при физическом труде. Методические рекомендации // М., 1980. - 6 с.

### **ОСОБЕННОСТИ КЛИНИКИ ПЫЛЕВОЙ ПАТОЛОГИИ ЛЕГКИХ У ПЛАВИЛЬЩИКОВ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ**

**Н.А. Рослая, Е.И. Лихачева, Е.Р. Вагина, О.Ф. Рослый, А.Л. Ярина,  
И.Н. Фомин, Е.Л. Базарова**

**ЕМНЦ профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий**

Верхнесалдинское металлургическое производственное объединение (ОАО ВСМПО) является крупнейшим национальным производителем титановых сплавов и продукции из них. В технологическом цикле предприятия задействованы сотни профессий, основной из которых является плавильщик титановых сплавов – это несколько сотен работающих, которые подвергаются воздействию вредных производственных факторов: промышленных аэрозолей, вредных газов, неблагоприятного микроклимата, шума и вибрации, электромагнитных полей в условиях тяжелого физического труда классов 3.1 – 3.2 по Р 2.2.755-99 [1] и др.

Ведущим вредным производственным фактором, воздействующим на плавильщиков, является пыль сложного химического состава, обладающая фиброгенным, токсическим, канцерогенным действием. Концентрации промышленных аэрозолей в воздухе рабочей зоны близки к санитарным нормам. Однако при выполнении вспомогательных технологических операций (чистка камеры печи, уборка рабочего места и др.), занимающих до 10 % рабочего времени, рабочие подвергаются воздействию