

К ДИАГНОСТИКЕ ДИНАМИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Плотников В. В., Ицекотихина Г. Н.

ВНИИ охраны труда, Орел

Анализируются динамика объективных психометрических показателей в условиях переключаемости внимания и субъективные показатели состояния организма человека в процессе деятельности. Выделена особая стадия работоспособности, условно названная стадией первичной диссоциации.

Ключевые слова: переключаемость, внимание, работоспособность, самочувствие, активность.

В настоящее время известны различные подходы к решению проблемы диагностики функциональных состояний (ФС) человека. Регистрируются изменения состояния физиологических систем [3, 7, 15, 19, 21, 28], динамика эффективности деятельности и выполнения различных психометрических тестов [5, 8, 9, 16], применяются различные способы прямого субъективного шкалирования и опросники [6, 13, 23—25, 27]. Используемые методы, однако, далеко не всегда обеспечивают надежную диагностику ФС человека [2—4, 7, 15, 19].

Многие исследователи считают важным на данном этапе поиск и создание комплексных методов диагностики ФС, сочетающих в себе достоинства различных существующих подходов [10, 14, 22, 26, 27].

С целью поиска комплексных критериев ФС, соответствующих различным стадиям динамики работоспособности, в нашей статье сделана попытка проанализировать динамику соотношений объективных психометрических показателей переключаемости внимания и субъективных показателей состояния человека в процессе деятельности.

МЕТОДИКА

Переключаемость внимания исследовалась специально разработанной методикой. В ситуации измерения латентных периодов двигательных реакций на зрительные стимулы за 400—500 мс до предъявления стимула (вспышка белой лампы длительностью 300—400 мс) в случайном порядке подавался один из двух предупредительных сигналов — зажигание либо зеленой, либо красной индикаторных лампочек. Предупредительные сигналы требовали непрерывного чередования предварительных установок к двигательным реакциям на зрительный стимул: при появлении красного предупредительного сигнала следовало совершать двигательную реакцию на появление (включение) вслед за ним зрительного стимула, а при появлении зеленого предупредительного сигнала — на прекращение (выключение) зрительного стимула. Показателем переключаемости внимания было среднее время двигательных реакций на включение и выключение зрительного стимула: чем более легко испытуемые создавали установки к двигательным реакциям и чем более легко они изменяли их в соответствии с качеством предупредительного сигнала, тем более коротким было латентное время двигательных реакций.

Порядок исследования был таким. Испытуемый удобно садился перед вертикальной панелью прибора, на которой в 10° от поля зрения размещались три лампочки: две (красная и зеленая) — для подачи предупредительных сигналов и одна (белая) — для предъявления зрительного стимула. В правой руке испытуемый удерживал кнопку для

двигательных реакций. По инструкции при появлении красного предупредительного сигнала следовало ожидать вспышку вслед за ним белой лампы и быстро нажимать на реактивную кнопку. При появлении зеленого предупредительного сигнала необходимо было нажимать на кнопку в момент исчезновения белого света. Длительность периода между предупредительными сигналами и зрительным стимулом 400—500 мс, длительность зрительного стимула 300—400 мс. Предупредительные сигналы чередовались случайным образом. Использовалась установка, включающая измеритель последовательных реакций ИПР-01, которая позволяла с точностью до 1 мс автоматически измерять после подачи красного предупредительного сигнала отрезки времени от момента появления зрительного стимула до начала двигательной реакции, а при подаче зеленого предупредительного сигнала — от момента прекращения зрительного стимула до начала двигательной реакции. Исследованию предшествовала тренировка испытуемых для автоматизации навыков реакции, затем проводилось 15 контрольных замеров. Вычислялось среднее время двигательных реакций.

Динамика субъективного состояния исследовалась с помощью опросника САН [6], количественно характеризующего (в баллах) субъективное состояние испытуемых в момент исследования и его составляющие (самочувствие, активность, настроение).

В исследовании приняли участие 30 работниц участка сборки часов ПО «Янтарь» в возрасте 20—25 лет, со средним образованием. Их деятельность протекала в условиях, близких к комфортным (невысокий уровень шума, достаточная освещенность, благоприятный микроклимат). В то же время она требовала концентрации и переключаемости зрительного внимания, точно координированных действий при общей гипокинезии. Переключаемость внимания и субъективное состояние работниц исследовались в течение смены 3 раза: утром, в обед и в конце смены.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты исследования переключаемости внимания в динамике смены суммированы в табл. 1, из которой следует, что в целом по группе в динамике смены проявляется тенденция к улучшению показателей переключаемости внимания ($M_1=336,5$ мс; $M_2=311,0$ мс; $M_3=300,0$ мс), не достигающая, однако, первого порога статистической значимости ($p>0,05$). Индивидуальный анализ показал, что указанная тенденция обусловлена в основном улучшением переключаемости внимания в течение смены у тех работниц, которые характеризовались низкими исходными показателями этой функции. Так, у 20 работниц с относительно высокой и средней переключаемостью внимания утром ($M_1<350,0$ мс) к обеду произошли разнонаправленные изменения: у половины работниц (10 человек) показатели ухудшились в среднем на 45,5 мс, а у другой половины — улучшились в среднем на 43,0 мс. У 8 работниц из 10 с невысокими показателями переключаемости внимания ($M>350,0$ мс) к обеду показатели улучшились, причем в количественном отношении сдвиг был выражен более сильно, чем в первой группе: латентные периоды двигательных реакций сократились в среднем на 124,4 мс. Аналогичная направленность изменений наблюдалась и в конце смены. Из 20 работниц с высокой и средней скоростью переключаемости внимания утром ($M<350,0$ мс) у 12 к концу смены показатели ухудшились в среднем на 41,9 мс, а у 8 — улучшились в среднем на 73,6 мс. У работниц с невысокой исходной переключаемостью внимания ($M>350,0$ мс) к концу смены тенденция к улучшению показателей нарастала: они улучшились в среднем на 141,1 мс.

Результаты исследования субъективного состояния работниц в динамике смены сгруппированы в табл. 2.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что в динамике смены у работниц закономерно ухудшается как субъективное состояние в целом, так и отдельные его составляющие (самочувствие, активность, настроение). Эти изменения к концу смены по большинству показателей (суммарное состояние, самочувствие, активность) достигают первого порога статистической значимости ($p<0,05$). Изменения настроения в динамике смены выражены меньше и не достигают порога статистической значимости ($p>0,05$). При индивидуальном анализе изменений субъективного состояния и его составляющих в динамике смены выяснилось, что далеко не у всех работниц показатели изменяются однонаправ-

Таблица 1

Показатель переключаемости внимания в динамике смены у работниц
ПО «Янтарь», мс *

Утро		Обед		Конец смены	
границы классов	частоты	границы классов	частоты	границы классов	частоты
188—275	11	156—215	4	156—226	8
276—363	9	216—275	10	227—297	5
364—451	5	276—335	4	298—368	12
452—539	3	336—395	6	369—439	4
540—627	1	396—455	4	440—510	—
628—715	1	456—515	2	511—581	1
$M_1=336,5$		$M_2=311,0$		$M_3=300,0$	

* Достоверность различий $p > 0,05$.

ленно. Так, к обеду субъективное состояние ухудшилось у 18 работниц, у 12 — улучшилось. К концу смены ухудшение субъективного состояния наблюдалось уже у 23 работниц, но у 7 оно улучшилось.

Сопоставление изменений в динамике смены переключаемости внимания и субъективного состояния работниц по группе в целом не обнаружило статистически значимых совпадений: коэффициент ранговой корреляции показателей в обед составил $\rho = -0,2$ ($p > 0,05$), а в конце смены $\rho = 0,16$ ($p > 0,05$). При индивидуальном сопоставлении направленности изменений переключаемости внимания и субъективного состояния выявились четыре варианта соотношения показателей: 1) к обеду улучшились и переключаемость внимания, и субъективное состояние (9 работниц); к концу смены эта группа сократилась до 4 человек; 2) переключаемость внимания к обеду улучшилась, но ухудшилось субъективное состояние (9 работниц); в конце рабочего дня в эту группу входили 13 человек; 3) переключаемость внимания и субъективное состояние к обеду ухудшились (9 работниц), в конце смены в этой группе было 10 человек; 4) переключаемость внимания к обеду ухудшилась, но улучшилось субъективное состояние (3 работницы); к концу смены эта группа численно не изменилась, но в нее вошли другие работницы.

При анализе вариантов соотношений объективных психометрических и субъективных показателей состояния в динамике смены выявилась определенная зависимость вариантов соотношений показателей от исходных характеристик переключаемости внимания. Так, к концу смены улучшение и внимания, и субъективного состояния обнаруживали лишь работницы со средними исходными показателями внимания ($M = 294,0—400,0$ мс). В эту группу не вошло ни одной работницы с относительно высокими ($M = 188,0—290,0$ мс) и относительно низкими ($M = 410,0—713,0$ мс) показателями внимания. Одновременное ухудшение внимания и субъективного состояния имело место у работниц с высокими и средними показателями внимания ($M < 400,0$). Улучшение внимания при ухудшении состояния встречается у работниц как с относительно высокими, так и средними исходными показателями внимания. Однако основную часть этой группы составили работницы с низкими исходными характеристиками внимания. В конце смены они давали, с одной стороны, наиболее значительное улучшение внимания, а с другой — резкое ухудшение субъективного состояния. Так, у 5 работниц с исходными показателями переключаемости внимания $M > 450,0$ мс субъективное состояние ухудшилось в среднем к концу смены на 3,4 балла (в то время как в целом по группе снижение составило 1,9 балла), а показатели внимания улучшились в среднем на 44,7%.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Исследование переключаемости внимания работников в динамике смены обнаружило разнонаправленные изменения: у одних переключаемость внимания возрастала, у других — уменьшалась. Это согласуется с мнением ряда исследователей об отсутствии однозначных зависимостей между динамикой ФС человека и показателями психического функционирования [5, 8, 9, 16]. Одновременно выявилась определенная тенденция ко взаимосвязи направленности изменений психометрических показателей с их исходными характеристиками: у работников с низкой переключаемостью внимания в начале смены происходило закономерное улучшение показателей в процессе деятельности, что согласуется с литературными данными [1].

Субъективное состояние работников в динамике смены изменялось более однотипно: по мере деятельности статистически достоверно ($p < 0,05$) ухудшалось как субъективное состояние в целом, так и отдельные его составляющие (самочувствие, активность). Индивидуальный анализ направленности изменений субъективного состояния выявил, однако, что и этот показатель у работников в процессе деятельности изменяется далеко не однозначно: у большинства он ухудшается, у некоторых, наоборот, улучшается. Иными словами, изолированное исследование как субъективных, так и объективных психометрических показателей не обеспечивает, по-видимому, вполне однозначную информацию о реальной динамике ФС человека [2—4, 5, 7, 15, 16].

Получение более информативных данных можно было ожидать при сопоставлении динамики субъективных и объективных психометрических показателей состояния. Однако в известных нам работах [6, 13, 22—27] исследователи акцентировали внимание лишь на выяснении вопроса о том, коррелируют ли субъективные и объективные оценки состояния, и

Таблица 2

Результаты исследования опросником САН субъективного состояния работников ПО «Янтарь» в динамике смены, баллы *

Время исследования	Самочувствие		Активность		Настроение		Суммарный балл	
	границы классов	частота	границы классов	частота	границы классов	частота	границы классов	частота
Утро	1,7—2,5	1	2,1—2,8	1	1,3—2,2	1	5,3—7,7	1
	2,6—3,4	3	2,9—3,6	2	2,3—3,2	2	7,8—10,2	2
	3,5—4,3	2	3,7—4,4	4	3,3—4,2	4	10,3—12,7	2
	4,4—5,2	3	4,5—5,2	7	4,3—5,2	4	12,8—15,2	3
	5,3—6,1	8	5,3—6,0	10	5,3—6,2	10	15,3—17,7	11
	6,2—7,0	13	6,1—6,8	6	6,3—7,2	9	17,8—20,2	11
	$M_1=5,50$		$M_2=5,27$		$M_3=5,33$		$M_4=16,10$	
Обед	2,2—2,9	2	2,7—3,3	2	1,6—2,4	1	6,7—8,9	2
	3,0—3,7	2	3,4—4,0	4	2,5—3,3	1	9,0—11,2	1
	3,8—4,5	1	4,1—4,7	2	3,4—4,2	5	11,3—13,5	3
	4,6—5,3	8	4,8—5,4	8	4,3—5,1	4	13,6—15,8	8
	5,4—6,1	10	5,5—6,1	10	5,2—6,0	10	15,9—18,1	10
	6,2—6,9	7	6,2—6,8	4	6,1—7,0	9	18,2—20,4	6
	$M_1=5,06$		$M_2=5,15$		$M_3=5,30$		$M_4=15,5$	
Конец смены	1,1—2,0	2	2,1—2,8	3	1,0—1,9	1	5,4—7,8	3
	2,1—3,0	3	2,9—3,6	4	2,0—2,9	1	7,9—10,3	3
	3,1—4,0	6	3,7—4,4	5	3,0—3,9	6	10,4—12,8	5
	4,1—5,0	5	4,5—5,2	6	4,0—4,9	6	12,9—15,3	5
	5,1—6,0	9	5,3—6,0	9	5,0—6,9	6	15,4—17,8	8
	6,1—7,0	5	6,1—6,8	3	6,0—6,9	10	17,9—20,3	6
	$M_1=4,63$		$M_2=4,60$		$M_3=4,94$		$M_4=14,2$	

* Достоверность различий $p < 0,05$.

получили на этот счет весьма противоречивые данные. Вне поля зрения при этом оказалось исследование той возможности, что сам характер (структура, динамика) соотношения объективных и субъективных показателей может содержать важную информацию о ФС человека. Действительно, проведенное в данном исследовании сопоставление динамики субъективных состояний и переключаемости внимания по группе в целом не обнаружило статистически значимых совпадений показателей. В то же время индивидуальный анализ характера соотношений субъективных и объективных показателей дал дополнительную информацию, позволяющую строить, как нам кажется, весьма правдоподобные гипотезы о реальной динамике ФС, соответствующей различным стадиям работоспособности.

Оказалось, что к обеду у части работниц улучшились как объективные показатели переключаемости внимания, так и субъективное состояние. Можно полагать, что эта группа работниц находилась на стадии оптимальной работоспособности, характеризующейся, как известно, высокой и устойчивой продуктивностью деятельности при оптимальном состоянии психофизиологических систем. К концу смены численность этой группы резко сократилась, что представлялось естественным из-за развивающегося утомления.

У второй части работниц к обеду улучшилась переключаемость внимания и ухудшилось субъективное состояние. Вероятно, эти работницы находились на стадии компенсированного утомления, которое и отличается как раз тем, что здесь не страдают еще показатели деятельности, так как первые признаки утомления компенсируются волевым усилием, мобилизующим резервы организма и повышающим активность психофизиологических систем. Волевое усилие, связанное с дополнительными затратами энергии на преодоление утомления, получает субъективное отражение в появлении чувства усталости [7]. Тот факт, что волевая мобилизация действительно ухудшает субъективное состояние, в нашем исследовании проявился в том, что работницы, характеризующиеся резким улучшением переключаемости внимания в динамике смены, одновременно имели столь же резкое ухудшение субъективного состояния.

Третья часть работниц выявила в обед ухудшение как субъективного состояния, так и переключаемости внимания. К концу смены эта группа несколько возросла. По-видимому, она находилась на стадии некомпенсированного утомления, когда снижается продуктивность деятельности и это снижение человек не в состоянии компенсировать волевым усилием.

Наибольший интерес, с нашей точки зрения, представляла четвертая, относительно небольшая часть работниц: к обеду у них ухудшалось внимание, но улучшалось субъективное состояние. Иными словами, объективное ухудшение психометрических показателей не получало субъективного отражения. Возникает вопрос: каким образом можно трактовать результаты этой группы? Ведь среди известных стадий работоспособности не существует такой, которая соответствовала бы указанному соотношению показателей.

Считаем возможным выдвинуть гипотезу, что указанное соотношение субъективных и объективных данных действительно соответствует ранее неизвестной стадии работоспособности, связанной с сознательной саморегуляцией состояний в процессе деятельности. Эта стадия может располагаться между стадиями оптимальной работоспособности и компенсированного утомления и условно получить название стадии **первичной диссоциации**. Действительно, на стадии оптимальной работоспособности имеет место гармоничное сочетание эффективности деятельности и оптимального субъективного состояния. Затем, по мере развития утомления, уровень активности психофизиологических систем оказывается недостаточным для поддержания заданных параметров деятельности, и они на-

чинают снижаться. Вероятно, некоторое время человек может не замечать объективного ухудшения показателей деятельности и у него сохраняется оптимальное субъективное состояние. Потом он замечает ухудшение показателей и сознательным волевым усилием изменяет уровни активности психофизиологических систем, что сопровождается компенсацией функции и появлением чувства усталости.

Предлагаемая точка зрения не согласуется с широко распространенным мнением о том, что самым ранним признаком утомления является субъективное чувство усталости [20]. Напротив, предполагается, что первично страдают результаты деятельности, и это является стимулом сознательной перерегуляции уровней активности психофизиологических систем. Если бы субъективное чувство усталости было бы первичным, а результаты деятельности не изменялись, человеку незачем было бы мобилизовывать дополнительные резервы. В пользу такого представления говорит и ряд фактов, полученных другими исследователями. В работе [7] проводилась параллельная регистрация процесса выполнения в максимальном темпе арифметических операций и показателей активности психофизиологических систем (ЭЭГ, ЭМГ, КГР и др.). Оказалось, что заметная реакция физиологических систем организма имела место лишь в том случае, если самим испытуемым осознавались сбой или затруднения в работе. В другом исследовании [18] показано, что операторы в состоянии монотонии не осознают объективного ухудшения показателей деятельности и считают, что «работают с требуемой точностью». Возможно, снижение активности психофизиологических систем в этом состоянии связано именно с отсутствием осознания сигналов, свидетельствующих о необходимости повышения уровня активности.

Анализ динамики соотношения объективных психометрических и субъективных показателей состояния в течение смены в основном подтверждал правомерность размещения стадии первичной диссоциации работоспособности между стадиями оптимальной работоспособности и компенсированного утомления. Оказалось, что из трех работниц, находившихся в обед на стадии первичной диссоциации работоспособности, две перешли к концу смены в группу компенсированного утомления и одна — в группу некомпенсированного утомления. Это могло говорить в пользу того, что стадия первичной диссоциации действительно предшествует стадиям компенсированного и некомпенсированного утомления. С другой стороны, из трех работниц, оказавшихся к концу смены на стадии первичной диссоциации, две находились в обед на стадии оптимальной работоспособности, что также могло свидетельствовать в пользу того, что стадия оптимальной работоспособности предшествует стадии первичной диссоциации. Однако одна работница, оказавшаяся к концу смены на стадии первичной диссоциации, в обед находилась на стадии некомпенсированного утомления. Вероятно, в некоторых случаях углубляющееся утомление может нарушать процесс отражения результатов деятельности. В литературе описаны случаи нарушения критичности поведения вследствие глубоких степеней утомления [17].

Выделенная нами, пока предположительно, стадия первичной диссоциации работоспособности нуждается в дальнейшем углубленном исследовании. Наличие в динамике работоспособности таких периодов, когда объективное ухудшение показателей деятельности не осознается субъектом, должно привлечь особое внимание с точки зрения обеспечения безопасности деятельности. Возможно, станут понятными давно замеченные факты, что безопасность деятельности снижают не только отрицательные, но и положительные эмоции [11], что сбой в деятельности операторов часто не связаны с трудностью выполняемых задач: ошибки нередко совершаются при решении простых задач и в обычном состоянии операторов [12]. Наконец, эти исследования могут открыть новое направление в разработке средств повышения безопасности труда. Огромные усилия потрачены на создание систем регистрации изменений физиологических параметров состояния операторов, связанных со снижением надежности деятельности. Возможно, более перспективным и технически более достижимым были бы разработка и создание совершенных систем отображения результатов текущей деятельности и предъявления ее операторам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенный материал исследования позволяет заключить, что анализ индивидуальной динамики соотношения объективных психометрических показателей переключаемости внимания и субъективных показате-

телей состояния в процессе деятельности может содержать важную информацию о ФС человека, соответствующих различным стадиям работоспособности. Этот анализ дает возможность предположительно выделить неизвестную ранее стадию работоспособности, условно названную стадией **первичной диссоциации** и связанную с объективным ухудшением вследствие утомления показателей деятельности, которое не осознается субъектом и не получает отражения в его субъективном состоянии. Углубленное изучение этой стадии работоспособности не только имеет большое теоретическое значение, но и представляет особый интерес с точки зрения разработки практических мероприятий повышения безопасности труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бароненко В. А., Захаров В. Ф., Ильина Т. К. К прогнозированию эффективности работоспособности и факторов, ее обуславливающих.— В кн.: Физиологические основы утомления человека. Ижевск, 1978, вып. 1, с. 7—27.
2. Виноградов М. И. Физиология трудовых процессов. Л., 1958.
3. Генкин А. А., Медведев В. И. Прогнозирование психофизиологических состояний. Л., 1973.
4. Горбов Ф. Д. Детерминация психических состояний.— Вopr. психологии, 1971, № 5, с. 20—29.
5. Деревянко Е. А., Лихачева О. А., Ударова Н. С. и др. Некоторые методические приемы изучения утомления.— Гигиена труда и профзаболеваний, 1975, № 5, с. 47—49.
6. Доскин В. А., Лаврентьева Н. А., Стронгина О. М. и др. Психологический тест «САН» применительно к исследованиям в области физиологии труда.— Гигиена труда и профзаболеваний, 1975, № 5, с. 28—32.
7. Егоров А. С., Загрядский В. П. Психофизиология умственного труда. Л., 1973.
8. Зинченко В. П., Леонова А. Б., Стрелков Ю. К. Психометрика утомления. М., 1979.
9. Кекчеев К. Х. О путях исследования работоспособности человека.— Изв. АПН РСФСР, 1947, № 8, с. 15—26.
10. Коган А. Б., Думбай В. И., Власкина Л. А. и др. К диагностике утомления человека-оператора.— В кн.: Физиологические основы утомления человека. Ижевск, 1978, вып. 1, с. 29—40.
11. Котик М. А. Психология и безопасность. Таллин, 1981.
12. Котик М. А. Саморегуляция и надежность человека-оператора. Таллин, 1974.
13. Леонова А. Б. Методы субъективной оценки функциональных состояний.— Техн. эстетика, 1977, № 11, с. 20—23.
14. Леонова А. Б. Автоматизированная оценка функциональных состояний.— Техн. эстетика, 1974, № 10, с. 7—9.
15. Лукьянов А. Н., Фролов М. В. Сигналы состояния человека-оператора. М., 1969.
16. Одерышев Б. С., Палей И. М., Шафранская К. Д. Диагностика умственного утомления при функциональных и структурных характеристиках психических процессов.— Вестн. ЛГУ, 1978, № 11, вып. 2, с. 106—112.
17. Платонов К. К. Вопросы психологии труда. М., 1970.
18. Саакян Э. Д. Психологические аспекты регуляции деятельности человека-оператора в монотонных условиях: Автореф. дис. на соискание уч. ст. канд. психол. наук. М., 1982.
19. Фролов В. М. Уровни функционирования физиологических систем и методы их определения. Л., 1972.
20. Шабунин Р. А. Физиология и психология на службе НОТ. Свердловск, 1977 (Труды СГПИ, вып. 1, с. 4).
21. Atkinson P. N. Problems of Fatigue.— Appl. Psychol., 1970, v. 28, p. 597—605.
22. Grandjean E. P. Fatigue: its psychological significance.— Ergonomics, 1968, v. 11, p. 427—436.
23. Groll E., Haider M. Belastungsunterschiede bei Arbeiterinnen in Früh— und Spätschicht.— Psychologie, 1965, v. 21, p. 305—315.
24. Joshitake H. Relations between the symptoms and the feelings of fatigue.— Ergonomics, 1971, v. 14, p. 175—186.
25. Kashiwagi S. Psychological rating of human fatigue.— Ergonomics, 1971, v. 14, p. 17—21.
26. Kinsman R. A., Weiser P. C., Staniper D. A. Multidimensional analysis of subjective symptomatology during prolonged strenuous exercise.— Ergonomics, 1973, v. 16, p. 116—124.
27. Moray N. Mental Workload. It's theory and measurement. Stirling, 1982.