

ПСИХИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ
ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА С ДВОЙНОЙ ФУНКЦИЕЙ

М. А. МАТОВА

(НИИ общей и педагогической психологии АПН СССР, Москва)

Целый ряд человеческих специальностей требует одновременного осуществления двух видов деятельности, двойной функции, что может быть достигнуто при определенной совокупности личностных качеств и умений, таких, как распределение и переключение внимания, рациональная организация своих действий в соответствии с поставленными задачами. В связи с этим возникла необходимость изучить психологические особенности деятельности человека в сложных условиях, где требуется четкое и безошибочное выполнение целого ряда задач.

К этому направлению тесно примыкает проблема изучения надежности человека-оператора с целью профессионального отбора и профессиональной ориентации различных контингентов в транспорте, авиации, космонавтике и других видах деятельности, где ошибки и сбои в работе приводят к очень серьезным последствиям ([2], [4], [11], [13], [15], [16], и др.).

Деятельность человека в условиях выполнения двух заданий — основного и дополнительного — исследовалась в плане изучения психической напряженности ([10], [9] и др.). Было установлено, что в этих условиях происходит снижение количественных и качественных показателей обеих деятельностей и повышение напряженности.

Эти данные согласуются с результатами других работ, в которых изучалась деятельность человека при одновременном поступлении сигналов двух модальностей ([5]), совмещенная деятельность ([6] и др.) и отдельные реакции человека ([8], [22] и др.).

В настоящем исследовании изучались психологические особенности выполнения человеком двойной функции и возникающие в связи с этим психические состояния. С этой целью была создана так называемая «лабориферная»¹ методика [3], которая может рассматриваться как модель работы человека в трудных условиях деятельности.

Особенностью разработанной и апробированной лабораториферной методики является одновременная регистрация на одной и той же движущейся ленте электроэнцефалографа выполняемых испытуемым заданий, параметров физиологических функций и всех экспериментальных воздействий.

Первой функцией являлось выполнение арифметических операций сложения попеременно двумя способами с записью результатов на движущейся ленте (скорость 15 мм/сек). Первый способ — сложение каждой предыдущей цифры с последующей, начиная с двух заданных. Второй способ — сложение цифр через одну, начиная с трех заданных.

¹ Laborifer — лат., переносящий труды, тяготы.

Вторая функция состояла в слежении за индикатором, находящимся перед испытуемым на стене. В прорези этого индикатора через каждую минуту появлялась красная стрелка (всего на 6 секунд). При визировании стрелки испытуемый должен был отметить условным знаком на ленте момент ее появления и сразу же перейти на другой способ счета.

Обе отдельные функции были взаимно связаны, и от испытуемого требовалось неукоснительное выполнение их самым лучшим образом.

Программа эксперимента включала в себя две пробы. Первая длилась 2 минуты, вторая — после короткого перерыва — 10—12 минут. Во время работы в наушники испытуемого транслировалась магнитофонная запись

Таблица 1

ШКАЛА ОЦЕНОК РАБОТЫ В БАЛЛАХ

	Показатели	Баллы
Счет (среднее количество операций за 5 сек)	от 4 и выше	5
	от 3 до 4	4
	от 2 до 3	3
	от 1 до 2	2
Качество счета (количество ошибок во всей пробе)	до 2	5
	до 5	4
	до 8	3
	более 8	2
Индикация (количество пропусков индикатора за всю пробу)	до 10%	5
	до 20%	4
	до 30%	3
	свыше 30%	2

плавно меняющегося по частоте звука (от 20 до 240 *гц*), а на девятой минуте — голоса, произносящего ряды цифр. На десятой-двенадцатой минуте (время варьировалось с целью сохранения фактора неожиданности) включалась высокая скорость движения ленты (60 *мм/сек*), на которой работал испытуемый.

Синхронно на этой же ленте электроэнцефалографа непрерывно регистрировались: частота пульса, кожно-гальваническая реакция, электроэнцефалограмма, переводы взгляда испытуемого с ленты на индикатор. Во время опыта проводилось наблюдение за поведенческими и вегетативными реакциями испытуемого.

Всего с использованием лабориферной методики было проведено 63 эксперимента, в качестве испытуемых в них участвовали студенты московских вузов. Для данного же изложения будут использоваться материалы 46 опытов: 31 первичных и 15 вторичных. Электроэнцефалограммы испытуемых здесь не будут анализироваться, поскольку они регистрировались во всех опытах.

*

Для получения интегративной оценки работы испытуемого в трудных экспериментальных условиях (первая — восьмая), но без экстремальных воздействий (речь в наушники и включение большой скорости движения ленты) средние показатели всей его деятельности переводились в баллы (см. табл. 1). При этом учитывались: среднее количество операций за 5 с-

кунд, количество ошибок за все время работы и процентное отношение количества пропусков стрелки индикатора к общему количеству переходов на другой способ работы.

Оценки в баллах были соотнесены с групповыми экспериментальными данными и тщательно подобраны так, чтобы интегративная оценка не была случайной.

Благодаря введению относительных оценок представилась возможность сопоставить качество выполнения двойной функции у различных испытуе-

Таблица 2
ГРУППИРОВКА ИСПЫТУЕМЫХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Оценка	Количество баллов	Количество человек	Всего
«Отлично»	15	—	—
«Хорошо»	13—14	2	5
		3	
«Удовлетворительно»	11—12	6	13
		7	
«Плохо»	6—10	7	13
		3	
		1	
		1	
		1	

мых и провести дифференцированный анализ. В табл. 2 приведены данные о количестве человек, выполнивших работу на «хорошо», «удовлетворительно» и «плохо» (соответственно 5, 13 и 13 человек).

Всего же справились с заданиями при первом обследовании 18 человек, а не справились 13. При сопоставлении некоторых параметров вегетативных

Таблица 3
ПОКАЗАТЕЛИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И КОЖНО-ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ У ИСПЫТУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ

Показатели	Справившиеся (18 человек)	Не справившиеся (13 человек)
Частота сердечного ритма	96 уд/мин	98 уд/мин
Амплитуда КГР	0,7 балла	0,9 балла

функций оказалось, что между испытуемыми, справившимися и не справившимися с заданием, существуют в этом отношении определенные различия. Так, средняя частота сердечного ритма несколько ниже у справившихся, но это различие статистически не достоверно ($p > 0,6$). Однако в этой группе только у 35% испытуемых регистрировалась частота выше 100 уд/мин, а в группе, не справившихся с заданием, — у 66% испытуемых (см. табл. 3).

По отношению к исходной (в покое) частота сердцебиения во время работы возрастает на 28% и 30% соответственно, что, несомненно, является показателем высокой психической напряженности, возникающей у испытуемых [12, 19], [14].

Подобные же изменения обнаружались при анализе амплитуды КГР (оценка давалась в баллах: нет реакции — 0, слабая — 1 балл и сильная — 2 балла). У справившихся с заданием средняя амплитуда КГР была меньше по сравнению с несправившимися на 28% ($p < 0,05$). При выявлении соот-

ношения между качеством индикационной деятельности и количеством переводов взгляда на индикатор установлено, что среднее количество последней возрастает параллельно с повышением надежности индикации. Так, у выполнивших эту деятельность на «отлично» — 7,2 случаев перевода взгляда, на «хорошо» — 5,8; на «удовлетворительно» — 5,5 и на «плохо» — 3,7.

Таким образом, качество индикации целиком зависит от умения испытуемого организовать свою деятельность, т. е. чем активнее работает человек, тем лучше результат.

Анализ особенностей поведения испытуемых, их вазомоторных реакций, а также данных постэкспериментального опроса в значительной мере дополняет изложенные экспериментальные данные. Так, некоторые испытуемые работали в «рыскающем» режиме: неравномерно, импульсивно. Счетные операции производились «пакетами»: то с маленьким интервалом, то с большим перерывом. В мимике, движениях, позе проявлялось беспокойство, нервозность; нередко работа сопровождалась покачиваниями, производимыми в такт каждой написанной на ленте цифре.

При каком-либо затруднении в работе испытуемые перемещали руку, да и все тело вслед за уходящей лентой (работа «в угон»), что особенно ярко проявлялось при резком увеличении скорости движения ленты. При этом в ряде случаев отмечалось значительное увеличение размера написанных цифр и выполнение счетных операций вслух (проговаривание). Кроме того, нередко возникали эмоционально окрашенные речевые реакции. Такими признаками (одним из них или несколькими) отличалась работа 5 человек, выполнивших пробу на «удовлетворительно», и 11 человек, не справившихся с работой. При этом трое из последних испытуемых по окончании работы заявили экспериментатору: «плохо выполнили задание», «ничего не получалось», «оператора из меня не выйдет».

Еще три человека из не справившихся с работой уже в начале эксперимента говорили, что не смогут выполнить задание, и просили освободить их от участия в опыте (реакция «демобилизации»).

В то же время испытуемые, успешно справившиеся с заданием, как правило, отличались большой организованностью, собранностью, спокойной сосредоточенностью. О некоторой психической напряженности свидетельствовали: гиперемия кожного покрова, усиление потоотделения и скованность позы. Однако какого-либо беспокойства или нервозности ни у одного из испытуемых этой группы не отмечалось.

При оценке трудности работы самими испытуемыми (по окончании эксперимента) оказалось, что из 13 человек, выполнивших работу «удовлетворительно», 8 человек оценили ее как трудную и 4 — как легкую. Из 13 человек, не справившихся с работой, 9 оценили ее как трудную и 4 — как легкую. Один испытуемый ответил неопределенно.

Обращает на себя внимание тот факт, что 4 из 5 человек, выполнивших задание хорошо, назвали работу легкой (один испытуемый не смог определить степень ее трудности). Следовательно, субъективная оценка в большей степени совпала с результатами исследования. Но в 31% случаев в группах, выполнивших задание на «удовлетворительно» и «плохо», произошла «ошибка суждения» [18].

Особое значение имеют результаты сопоставления качественных показателей работы с количеством случаев резкого нарушения деятельности при воздействии экстремальных факторов (табл. 4, стр. 34).

При введении в наушники речевой помехи у 30% испытуемых, выполнивших работу удовлетворительно, и у 46%, работавших плохо, произошло существенное ухудшение деятельности.

Подобная же картина наблюдалась и при неожиданном увеличении скорости движения ленты (в 4 раза): у 13 человек отмечалось либо полностью выпадение деятельности, либо резкое нарушение ее, причем все эти случаи

произошли в группе удовлетворительно и плохо выполнивших задание без экстремальных воздействий (соответственно, у 38% и 61% испытуемых).

Факт нарушения деятельности при речевой помехе зарегистрирован и у одного испытуемого, хорошо справляющегося с заданием (этот случай подробно разбирается в упомянутой выше статье [3]).

Таблица 4
КОЛИЧЕСТВО СЛУЧАЕВ РЕЗКОГО НАРУШЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ

Экстремальные факторы	Оценка выполнения задания		
	хорошо	удовлетворительно	плохо
Речевая помеха	1 (20%)	4 (30%)	6 (46%)
Неожиданное увеличение скорости движения ленты	—	5 (38%)	8 (61%)

Таким образом, установлена определенная закономерность: чем хуже выполняется экспериментальная деятельность, тем вероятнее нарушение ее при экстремальных воздействиях.

Сравнение результатов двух исследований одних и тех же испытуемых (15 человек), проводимых с перерывом в 5—7 дней, показало, что выполнение двойной функции при вторичном обследовании в целом проходило ус-

Таблица 5
СРЕДНЕ-ГРУППОВЫЕ ДАННЫЕ ПЕРВИЧНОГО И ВТОРИЧНОГО
ОБСЛЕДОВАНИЙ

Показатели	I проба	II проба
Интегративная оценка работы (баллы)	10,0 (100%)	11,2 (112%)
Количество переводов взгляда на индикатор (в мин)	5,1 (100%)	5,8 (113%)
Частота сердцебиений (уд/мин)	102 (100%)	93 (91%)
Амплитуда КГР (баллы)	0,9 (100%)	0,7 (78%)

пешнее: количество переводов взгляда на индикатор возрастало, а частота сердцебиений и амплитуда КГР уменьшались (см. табл. 5). Для удобства сопоставления данные первичного и вторичного обследований представлены в процентах (за 100% взяты результаты первой пробы). Таким образом интегративная оценка работы во второй пробе составляет 112% по сравнению с оценкой в первом обследовании. При этом корреляция между результатами первой и второй пробы положительна ($r=0,45$), статистически надежна (отношение $\frac{r}{\sigma_r} = 3,2$, т. е. больше 3).

Снижение частоты сердцебиений и амплитуды КГР и увеличение количества переводов взгляда на индикатор соответственно равно 1,7; 0,6 и 0,6, что при данном количестве случаев статистически не существенно.

Таким образом, очевидно, что количество проведенных вторичных исследований недостаточно для вывода о надежности пробы, хотя здесь и отмечена определенная тенденция.

*

Изучение психологических особенностей выполнения человеком двойной функции позволило подойти к вопросу об оценке успешности и надежности работы человека-оператора. В исследовании были получены индивидуальные характеристики деятельности оператора в условиях временной совмещенности функций. Обе функции являлись равноценными и одинаково значимыми для результата деятельности, хотя качественно отличались одна от другой: первая представляла собой непрерывные счетные операции, вторая — периодические индикационные операции. Обе функции были взаимосвязаны, и непременным условием успешного выполнения задания было их оптимальное сочетание. Поэтому интегративная оценка, даваемая за качество их выполнения, отражала сущность всей деятельности. При таком подходе затрудняется сопоставление результатов настоящего исследования с другими работами, в которых проводилось разделение деятельности на основную и дополнительную. Очевидно, это разделение определялось непрерывностью первой деятельности и эпизодичностью второй, то есть характером, а не «ценой» результатов этих деятельностей в достижении общей цели ([10], [5], [6] и др.). Совершенно ясно, что и инструкция и отношение испытуемых в этих случаях не одинаковы.

Интегративная оценка экспериментальной деятельности позволила распределить весь контингент испытуемых по группам, различающимся не только по эффективности функционирования, но и по вегетативному сопровождению заданной деятельности.

Некоторые различия по уровню кожно-гальванических реакций и частоте сердечного ритма у испытуемых, справившихся и не справившихся с заданием, свидетельствует о более высокой психической напряженности, возникающей вместе с трудностями выполнения заданий [19].

Здесь замыкается кольцо: не только трудность выполнения двойной функции требует большей вовлеченности организма в работу, но и сознание неуспеха влияет на эту деятельность (принцип обратной афферентации — по П. К. Анохину). Человек, допустивший ошибку, беспокоится из-за нее, недоволен собой, и в результате делает следующую ошибку, либо снижает темп работы, кроме ухудшения ее качества. И тот факт, что низкая постэкспериментальная оценка испытуемыми качества своей работы в большинстве случаев совпадает со статистической оценкой, говорит о наличии такой текущей самооценки и ее влиянии.

В то же время интерес представляет оценка испытуемыми трудности выполненной работы: хорошо справившиеся с заданием оценили его как легкое, а не справившиеся с работой и выполнившие задание посредственно в большинстве своем оценили его как трудное. Однако в ряде случаев (как было отмечено выше) имелись «ошибки суждения». Вероятно, субъективная оценка предложенной работы в значительной степени связана с уровнем мотивации и отношением испытуемых к эксперименту.

Материалы изучения характерных особенностей поведенческих реакций испытуемых в сочетании с экспериментальными данными послужили основанием для суждения об индивидуальной манере (стиле) работы [7], [20]. К признакам, характеризующим индивидуальные особенности испытуемого, относятся и изменения цвета и влажности кожи, и эмоциональная окраска речевых реакций [21] и др.), и двигательная активность, и изменения позы, так же как и уверенная, спокойная манера работы. Однако, хотя две оценки: наблюдение и интегративная оценка — в большинстве случаев совпадали, это наблюдалось не всегда (что еще раз подтверждает известную субъективность визуальной оценки).

Наиболее активные способы «отстойки» от возникающих в процессе работы затруднений наблюдались именно у тех испытуемых, которым было чрезвычайно сложно или просто невозможно справиться с ними. Работа

этих испытуемых отличалась большой импульсивностью, неравномерностью, наличием пауз, замедленной перестройкой деятельности в новых условиях.

Напротив, испытуемые, благодаря высокой пластичности и адаптивности поведения [1] успешно справляющиеся с двойной функцией, работали четко, уверенно, деловито, надежно.

Выявленная в исследовании взаимосвязь между качеством индикационной деятельности и количеством переводов взгляда на индикатор свидетельствует о зависимости уровня выполнения деятельности от самонастройки и самоорганизации испытуемых. Иными словами, надежность индикации выше у активно работающего человека, что само по себе понятно. Но эта активность является производным от способности и возможности распределения внимания на два задания одновременно.

В процессе выполнения заданий превалирование одной функции ([17] и др.) за счет резкого ухудшения другой наступало лишь в редких случаях: установлена положительная корреляция между качеством обеих функций ($r=0,6$). Обычно обе функции выполнялись на одном уровне.

Сопоставление среднегрупповых данных первичного и вторичного обследований показало, что уровень функционирования в повторной пробе несколько повышается (хотя имеются индивидуальные отклонения); и вместе с этим угашаются выраженные ранее вегетативные реакции.

Один из самых важных фактов, полученных в исследовании, — установление значимой связи между качеством деятельности и количеством случаев резкого нарушения ее в неожиданно меняющихся условиях. Большой процент выпадений или резких нарушений деятельности при экстремальных воздействиях приходится на группы испытуемых, плохо справляющихся с заданием, что позволяет сделать вывод о возможности прогнозирования надежности и эффективности деятельности оператора в экстремальных условиях.

Высокая психическая нагрузка человека при выполнении двух функций в условиях их временной совмещенности, возникающая в эксперименте, вызывает большую напряженность, и эта напряженность, если уровень ее чрезмерен, не дает возможности функциональной перестройки деятельности при неожиданно возникающих затруднениях в работе. Таким образом, испытуемые с низким уровнем функционирования оказываются менее психически устойчивыми, то есть потенциально расположенными к аварии при воздействии экстремальных факторов.

Несомненно, что здесь возможна аналогия по характеру деятельности с любой водительской, или операторской, или диспетчерской специальностью, где одновременно сочетаются две, а иногда и более, функции, имеется дефицит времени, ускользание «рабочего» поля, наличие посторонних шумов и экстренных воздействий (увеличение скорости движения ленты и речевая помеха).

Из вышеизложенного следует вывод о значении экспериментального исследования психологических особенностей выполнения человеком двойной функции как средства получения объективных данных о надежности работы человека-оператора в экстремальных условиях.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Асратян Э. А., Симонов П. В. Надежность мозга. М., Изд-во АН СССР, 1963.
2. Горбов Ф. Д. Пароксизмы при непрерывной деятельности. Докт. дисс., М., 1963.
3. Горбов Ф. Д., Матова М. А., Розенблат Б. Ш. Вызванные психические состояния человека в усложненных условиях экспериментальной деятельности. «Вопросы психологии», 1971, № 2.
4. Гуревич К. М. Профессиональная пригодность и основные свойства нервной системы. М., Изд-во «Наука», 1970.

5. Демьяненко Ю. К., Антипов Г. Л., Маришук В. Л. Количественные показатели восприятия человеком сигналов двух модальностей при их одновременном поступлении. «Материалы III Всесоюзного съезда Общества психологов», т. III, вып. 1, М., 1968.
6. Киколов А. И. Умственно-эмоциональное напряжение за пультом управления. М., Изд-во «Медицина», 1967.
7. Климов Е. А. Индивидуальный стиль деятельности в зависимости от типологических свойств нервной системы. Докт. дисс., Л., 1968.
8. Крылов А. А. Особенности выполнения совмещенных действий на сигналы разной модальности. Сб. «Проблемы инженерной психологии». М., Изд-во «Наука», 1967.
9. Леонова И. Я., Наенко Н. И., Овчинникова О. В., Реутова В. Ф., Одионов Г. В. К вопросу о физиологических критериях состояния напряженности. Сб. «Проблемы инженерной психологии», вып. 1, ч. II, М., 1968.
10. Леонтьев А. Н., Банкгальтер Р. И., Гордон А. В., Леонова И. Я., Наенко Н. И., Овчинникова О. В., Реутова В. Ф. К вопросу о напряженности, создаваемой дополнительной нагрузкой оператора, работающего в режиме слежения. Сб. «Проблемы инженерной психологии», вып. 1, ч. II, М., 1968.
11. Ломов Б. Ф. Инженерная психология в СССР. Сб. «Проблемы инженерной психологии», М., Изд-во «Наука», 1967.
12. Наенко Н. И., Овчинникова О. В. Способы оценки показателей состояния напряженности в работе человека-оператора. Там же.
13. Небылицын В. Д. Надежность работы оператора в сложной системе управления. Сб. «Инженерная психология». М., Изд-во МГУ, 1964.
14. Парин В. В., Баевский Р. М. Некоторые проблемы оценки состояния человека при действии экстремальных факторов космического полета. «Вестник АМН СССР», 1969, № 3.
15. Пушкин В. Н. Готовность к экстремному действию (бдительность) как разновидность рабочей установки. Сб. «Вопросы профессиональной пригодности операторского персонала энергосистемы». М., Изд-во «Просвещение», 1966.
16. Точиллов К. С. К проблеме надежности (работоспособности) человека в системах управления. Сб. «Проблемы инженерной психологии». Л., 1964.
17. Faverge J. M. L'opérateur à double fonction. Материалы XVIII Международного психологического конгресса. М., 1966.
18. Barker R., Dembo T., Lewin K. Frustration and regression: an experiment with young children. Iowa City, 1939.
19. Harleston B. W., Smith M. J., Grey D. Test anxiety level, heart rate and anagram problem solving. «J. of personality and social psychology», No. 6, 1965.
20. Mac-Connell Y. Aerospace medicine, 1962, No. 4.
21. Ruesch J. Prestwood A. R. Anxiety: Its Initiation, Communication and Interpersonal Management. «Archives of Neurology and Psychiatry», YXII (1949).
22. Welford A. T. The measurement of sensorimotor performance: survey and reappraisal of twelve. «Ergonomics», 1960, v. 3, No. 3.

MENTAL STABILITY OF THE HUMAN-OPERATOR WITH DOUBLE FUNCTION

M. A. MATOVA

Summary

The paper reports on the results of the experimental investigation into the psychological characteristics of performing double function by a human-operator and of mental states appearing in this connection. The investigation was carried out with the use of the «laboriferic» procedure, according to which the human-operator performed two functions at the same time: 1) mental arithmetic operations, 2) tracking of the indicator. Simultaneously with the operations performed a number of psychophysiological indexes were registered (heart rate, GSR, etc.).

As a result of the investigation, individual differences were revealed in the style of performance of double function. Each style was characterized by a certain set of psychophysiological shifts. It was shown that the successfulness of the performance of double function under extreme conditions may serve as an indicator of human-operator's mental stability.