

МЕРА ЧЕЛОВЕКА И ЕГО РЕАКЦИЯ В ЭРГОНОМИКЕ

Р.С. Ованесян, С.Р. Ованесян, Р.Г. Ованесян

*/Институт физиологии им. Л.А. Орбели НАН РА/
375028 Ереван, ул. бр. Орбели, 22**Ключевые слова:* человек, мера, реакция, нейрофизиология, эргономика

В мире ежегодно происходит около 55 млн. дорожно-транспортных происшествий (ДТП), в которых погибает более 300 тыс. человек и примерно в 30 раз более получают травмы. По данным ВОЗ, смертность в результате ДТП занимает второе место после сердечно-сосудистых заболеваний, причем девять из десяти происшествий происходят по вине водителей. Опыт аварий в сложной системе человек-машина показал, что 70–80% трагических случаев связаны с неправильными действиями человека, в результате чего государство несет большие материальные потери [13,17].

Как отмечают ведущие специалисты, в настоящем автотехническая экспертиза несовершенна, в ней можно выделить два параметра – технический и психологический, а последний выражается временем реакции, принятым условно. Для исследования причин происшествий необходимо внедрение методов психологии. К сожалению, не существует единой методики по психологической науке, теории и методам расчета времени реакции человека в экстремальной ситуации [15].

Единственный введенный показатель снижения аварийности принят условно 0.5–3.0с в нарушение меры при отсутствии основного закона диалектики единства и борьбы противоположностей.

Психофизическая проблема. Усмотрение ее как результата осмысления природы человеческого сознания. В состоянии ли наше мышление познавать действительный мир? Главная задача психофизиологии в познании категории причинности. В рамках статистических теорий и, прежде всего, в квантовой механике причинность раскрывает именно существующие взаимосвязи, которые определяются однозначным образом.

Пространство и время (П и в.) – всеобщие формы бытия материи, ее важнейшие атрибуты. Значительный вклад в развитие современных представлений о П и в. внесли теория относительности и космология, которые раскрыли неразрывную связь П и в. как единой формы существования материи, установили единство пространственно-временной и причинно-следственной структуры мира, обнаружили относительность пространственно-временных характеристик тел и явлений. К всеобщим свойствам П и в. относятся: объективность и независимость от сознания человека; их абсолютность как атрибутов материи; неразрывная связь друг с другом и с движением материи; характер взаимодействий; порядок и количественные законы этих связей и движения тел и т.п. [6,7]. Рассудок, осуществляя подбор фактов из сложившегося знания, анализируя и обобщая их содержание, позволяет правильно классифицировать явления и приво-

дить знания в единую систему. Из этого следует, что осознанная взаимообусловленная последовательность основных философских категорий такова: П и в. — сущность и явление — причинность — причина и следствие (необходимость и случайность). В естественно-научном плане: П. и в. — материя и движение — взаимодействие — закономерность (сила, энергия).

Требование, предъявляемое к научной теории: во-первых, эта теория в обосновании универсальности категории, причинность предопределяет методологию: целенаправленность психологической системы со своей единой психической (перцептивной) структурой во взаимосвязи со всей системой категорий диалектики; совокупность устойчивых связей объекта, обеспечивающих сохранение его основных свойств при различных внешних и внутренних изменениях; основная характеристика системы, ее инвариантный аспект. Во-вторых, эта теория адекватна физической реальности и согласовывается с наблюдениями и опытами.

Основные процедуры структурного метода: 1) выделение первичного множества основных категорий, в которых предполагается наличие единой структуры; 2) расчленение определяемых категорий на элементы, в которых типичные отношения связывают разнородные пары элементов; 3) раскрытие отношений преобразования между элементами, их систематизация (формально-логическое моделирование); 4) выведение из структуры теоретически возможных следствий (конкретных вариантов) и проверка их на практике.

Поиск значения категории причинности велся в двух направлениях: интегративном (“универсалии”) и дифференциальном (по разнородным попарным элементам). Постигание сущности психо-нейрофизиологического соотношения осуществлялось анализом расследованных происшествий с вчувствованием в каждое из них, что доказало необходимость разработки теории и методики расчета времени реакции человека.

Время реакции человека. Внедряя физические методы в нервно-мышечную физиологию, Г. Гельмгольц (1847г.) измерил скорость распространения возбуждения в нервном волокне. Полученные результаты положили начало изучению “времени реакции” — одной из главных тем зарождавшейся экспериментальной психологии [4]. Методика измерения времени реакции разрабатывалась в деталях психофизиологами (В. Варнуша, В. Вундт, Ф. Дондере и др.) как объективное средство изучения продолжительности психических актов. Для познания ее общих законов Хиггинсом и Холлендом (1959) предложена “блок-схема” для математической обработки данных о времени реакции оператора. Диаграмма Уэльфарда (1960) среди других едва ли не самая простая [11].

Время реакции простой и сложной принято условно: Франция — 0.5, 0.75, 1.5, 1.7, 2.2с, Англия — 0.68с; СНГ — 0.8с; ФРГ — 1.0с, а максимальное время реакции — 3.0с [12,15,19].

Длительность нервного импульса и скорость его проведения зависят от температуры, диаметра и строения нервного волокна [1]. Эти величины у индивидов колеблются в больших пределах, что недоступно знанию о пределах времени реакции человека по множественным экспериментальным измерениям.

Всем временным отношениям в мире свойственна определенная длительность, представляющая собой последовательность сменяющих друг друга моментов и состояний. Универсальность длительности обусловлена наличием в каждом изменении последовательно реализующихся этапов, конечностью скорости распространения материальных воздействий. В ситуативном масштабе

осуществляется непосредственное восприятие и переживание коротких временных интервалов [4,7].

Теоретический расчет. Установлено, что осуществление любого рефлекса включает четыре основных этапа: прием информации от рецепторов, расположенных в коже, слизистых оболочках, мышцах и внутренних органах; расшифровка информации и программирование ответа; реализация ответа путем передачи сигнала к исполнительному органу (мышца, железа); контроль за правильным осуществлением программы [3]. Следовательно, время реакции человека и последующего этапа (нажатие на педаль тормоза) включает четыре последовательно реализуемых основных этапа, то есть $t=t_1+t_2+t_3+t_4$.

Время простейшей двигательной реакции, фиксирующей факт появления некоторого сигнала ("реакция обнаружения"), обычно составляет 0.2 с. Время реакции зависит от вида сигнала, характера задачи, типа ответа, а также от более устойчивых индивидуальных его особенностей [4]. Подсчитано, что скорость проведения сигнала по чувствительным и двигательным волокнам, обеспечивающим передвижение человека и сохранение им равновесия, достигает 60-100 м/с. Это означает, что необходимое расстояние в 1.5-2.5 м нервный импульс распространяется за 1/50 долю секунды - время, которое не фиксируется сознанием [3]. Из приведенного следует, что расстояние 1.5-2.5 м - средняя суммарная длина чувствительного и двигательного волокон, а время вычисляется по формуле $t=S/V$. В зависимости от скорости проведения возбуждения, длительности фаз потенциала действия и диаметра у теплокровных выделяют 3 основные группы нервных волокон, обозначаемых А, В и С. Диаметр двигательных и чувствительных нервных волокон гр. А I - 22 мкм, скорость проведения 5-120 м/сек; гр. В - 1-3.5 мкм и 3-18 м/сек; гр. С 0.5-2 мкм и 0.5-3 м/сек [1]. Простейший рефлекс на уровне сегмента спинного мозга осуществляется двумя нервными клетками - чувствительной и двигательной [3]. По зарубежным экспериментальным данным, время, необходимое для переноса ноги с педали акселератора на тормоз, колеблется от 0.18 до 0.3 сек. [12].

Рассмотрим общепринятый вариант "Зрительное восприятие - подготовка к торможению". При наличии "стимул-реакции" психологическое состояние водителя нормальное - умеренное при нормально-умеренных природных условиях. За скорость проведения возбуждения принята величина 5 м/с, исходя из теоретических соображений, анализа и фактических определений.

Исходя из автоматизма действия, данных нейрофизиологии о строении нервного волокна, время реакции исчисляется по формуле $t=S/V$, так же как в экспериментальной психологии. Некоторые неизвестные данные явились основными причинами неисполнения "блок-схем" Хиггинса и Холледа, Н. Бернштейна и др.

Простая реакция осуществляется двумя нервными клетками - чувствительной и двигательной, как и простейший рефлекс на уровне сегмента спинного мозга. Сколькими же нервными клетками осуществляется сложная реакция? Сложная реакция осуществляется шестью нервными волокнами или тремя основными их парами. С точки зрения молекулярной биологии, шесть - это мини-спираль: кодон (триплет) и антикодон. Кодон - единица генетического кода, который состоит из трех азотистых оснований [18].

Расчет: $t = t_1 + t_2 + t_3$, где $t_1 = 0.2с.$, $t_3 = 0.18 - 0.3с.$, $t_{2\text{ пр.р}} = (1.5 - 2.5) м : 5 м/с$,
 $t_{2\text{ пр.р}} = 0.3 - 0.5с.$
 $t_{\text{пр.р1}} = 0.2 + 0.3 + 0.18 = 0.68с.$, $t_{\text{пр.р2}} = 0.2 + 0.5 + 0.3 = 1.0с$

Время простой реакции: $t_{пр.р.} = 0.68 - 1.0$ с.
 $t_{2сл.р.} = 3(1.5 - 2.5) м: 5 м/с$, $t_{2сл.р.} = 0.9 - 1.5$ с. $t_{сл.р.1} = 0.2 + 0.9 + 0.18 = 1.28$ с,
 $t_{сл.р.2} = 0.2 + 1.5 + 0.3 = 2.0$ с.
Время сложной реакции: $t_{сл.р.} = 1.28 - 2.0$ с.

Время нажатия на педаль (t_4) тормоза находится под контролем водителя до принятия сигнала взаимодействия элементов системы. Принятие сигнала — это уже начало последующего ожидаемого цикла. Остальные варианты систематизируются и считаются аналогично. Например, слуховое восприятие — подготовка к торможению $t_1 = 0.15$ с, t_2 — расчетное, t_3 — в данном варианте то же.

Время реакции человека эргатической системы (летчик, машинист, судоводитель) одинаково для операторов любой профессии с поправкой t_3 и определяется экспериментально в зависимости от средства деятельности системы. Правила дорожного движения Великобритании составлены из расчета реакции, равного 0.68 с. Во многих случаях, когда время реакции является определяющим фактором, можно определить его практическое значение, которое восстанавливается ретроспективно по пути, пройденному от точки возможного восприятия до начала следа торможения. Эта величина может оказаться равной одной или двум секундам, что в некоторых случаях признается обоснованным [19]. Следовательно, реакция менее 0.68 с не соответствует психофизиологическим возможностям человека, а более 2.0 с — противоречит правилам и неизбежно приведет к происшествиям с трагическим исходом.

При массовых исследованиях у 2–5% испытуемых завышено время реакции [9]. Введение расчетного времени реакции позволит осуществить профессиональный отбор лиц, соответствующий психофизиологическим показателям.

Эргономика — общее название группы наук, занимающихся комплексным изучением и оптимизацией системы человек—машина—среда с высокой целью соблюдения закона, психологической защищенности, развития личности, удовлетворения творческой потребности и т.д. [4]. Соблюдается ли это? Принятая эргатическая система не функционирует безопасно, не оптимизируется и не развивается закономерно по причинам: а) нарушение меры по времени реакции, б) отсутствие законов диалектики, психологической защищенности; в) незавершенность биосистемы, нераспознавание психодиагностической задачи; г) неопределенность категории причина и следствие. В связи с этим человек — активный компонент биосистемы — находится вне упорядоченной взаимосвязи (дисгармонии) с природной средой, биосферой.

Аномия (отсутствие закона), социологическое понятие, способствующее появлению множества противоречивых определений. Это порождает психогении — расстройства психики, возникающие под влиянием психических травм.

Психологическая защита — необходимое условие формирования адекватного чувства защищенности; в противном случае закономерно возникновение повышенной тревожности, неврозов, страха и т.п. [4].

Важнейшие целевые функции уголовного судопроизводства — обвинение, защита и разрешение дела по существу (правосудие) явно не совместимы между собой в силу их совершенно разной прямопротивоположной целенаправленности. Поэтому законодатель вполне оправданно возлагает их на разные субъекты, ни в коем случае не допуская, чтобы кому-либо пришлось выполнять несовместимые функции или обязанности [16]. Тем более это недопустимо при расследовании происшествий и составлении материалов уголовного дела, когда субъект имеет право обвинения и защиты. Однозначно требование закона о разделе-

нии прав, обвинение поддержит тот же персонал правоохранительных органов, а защиту обеспечит та же техинспекция.

Исходя из основных задач инженерной психологии [14], деятельность человека в управлении эргатической системой, его психофизиологическая характеристика может определяться лишь психофизиологом. Ведущая роль психофизиолога в расследовании происшествий в системе "человек-машина" неоспорима, в результате чего исключаются псевдопроблемы: проведение экспертиз по приведенному варианту и вероятным данным.

Непременное условие (причина) исключения противоречивых определений заключается в возрождении основного закона диалектики Е.и б.п., выступающего как всеобщий закон познания.

Комплексная биосистема. Психофизическая проблема в широком смысле — вопрос о месте психического в природе, в узком — проблема соотношения психических и физиологических (нервных) процессов [4]. Принятая эргатическая система "человек-машина-среда" несовершенна. Человек выступает в экологической эстетике как неотъемлемая часть биосферы и как активная сила, исторически преобразующая ее, а вместе с ней и самого себя. Живые организмы являются функцией биосферы и теснейшим образом материально и энергетически с ней связаны [1,8]. Экологическая психология (психология среды) — формирующаяся в настоящее время междисциплинарная область знаний о психологических аспектах взаимоотношения человека и окружающей среды, органично включенной в жизнедеятельность человека и служащей важным фактором регуляции его поведения [4]. Соблюдая принцип системности, заверченный вид биосистемы таков: "биосфера-человек-машина-среда". В сущностном (неявном) виде: "биосфера-человек, причина и следствие-последствие".

Категорией "причина и следствие" и понятием законов естества природы распознается психодиагностика происшествий. Например, в некоторых развитых странах, несмотря на высокий технический уровень, число дорожно-транспортных происшествий не только не уменьшилось, но увеличилось, что объясняется тем, что длительное влияние "благостных" факторов в нарушение меры приводит к атрофии. В психологии термин атрофия употребляется в смысле дегенерации некоторой функции вследствие отсутствия упражнения [4]. Необходима установка безопасных препятствий на шоссе.

Причинность. Объективная и ассоциативная психология (АП) — главный принцип, утверждение строго причинного подхода к поведению и сознанию. Воля, как и остальные психические процессы, строжайшим образом детерминирована, а иллюзия ее свободы возникает из-за незнания причин человеческих действий. В сер. XVIII в. Д.Гартли обосновал теорию о том, что все проявления психической жизни, включая разум и волю, подчиняются закону ассоциации — универсальному и неотвратимому, как закон всемирного тяготения [4,7]. Психология положительно оценивает вклад АП в причинное объяснение психической деятельности. Некоторые психологические школы подвергли АП критике за механицизм, атомизм, неспособность объяснить целостность и активность сознания. Это и понятно, так как современная физическая картина мира основана на базе квантовой механики и теории относительности (теория тяготения) А.Эйнштейна.

Гармония выступает как универсальный эстетико-космологический принцип мировоззрения, а именно экопсихологический аспект взаимоотношения человека и окружающей среды. Детерминизм — закономерная и необходимая зависи-

мость психических явлений, имеющих причинное значение от порождающих их факторов; их взаимодействие и соотношенность сочетаний “элементов” причинности, осмысленных концепцией дуализма и подтвержденных гипотезой И. Сеченова (1863). Это проявленный “малый” универсум.

Существует связь самых сложных проявлений поведения человека — его сознания и мышления — с рефлекторной деятельностью головного мозга. Сложное взаимодействие рефлекторных структур происходит в пределах ЦНС [1], причинность, соотношение сознания, мышления и нервной системы.

“Универсалии (прежде всего четыре причины) структурируют хаос “слитных” впечатлений и, разлагая чувственную целостность на “элементы”, делают ее впервые познаваемой. Абсолютная идея (универсум) своим содержанием имеет процесс своего же собственного раскрытия..., ее раскол на противоречащие полюса и “снятие” противоречия в общности более высокого типа” [7].

Положительные качества сознания, мышления и нервной системы изучены, и накоплен объемный материал. Для разумного диалектического применения их в непосредственной деятельности необходимо фактически означение их отрицательного качества.

Разложим элементы причинности на противоположные полюса и рассмотрим их в единстве с теорией категории “причина и следствие”. Непосредственные причины происшествий: несовершенное сознание, отвлеченное мышление, соотносящиеся с состоянием нервной системы.

1. Сознание представляет собой свойство высокоорганизованной материи — мозга. Р. Декарт рассматривает разум человека, его “Я” как конечную субстанцию — «вещь... несовершенную, неполную, зависящую от чего-то другого» [7].

Основное проявление ВНД. Аутистический вид мышления связан с уходом от действительности во внутренние переживания [4]. Сознание неотделимо от внимания и т.д.

Нервная система. Торможение — активный, неразрывно связанный с возбуждением процесс, приводящий к задержке деятельности нервных центров или рабочих органов. Безусловное торможение предохраняет нервные центры от переутомления, а условное торможение — торможение какой-либо деятельности ориентированным рефлексом на посторонний раздражитель.

Производимое причиной следствие зависит от условия. И это недостаточная приспособительная деятельность ЦНС, функций ВНД, что является заданностью от природы.

Во время пика потенциала действия возбудимость полностью исчезает (абс. рефрактер.) вследствие инактивации натриевых и активации калиевых каналов клеточной мембраны [1]. Важнейшей функцией коры мозга является осуществление различных форм психической деятельности [4]. Однако кора мозга может осуществлять одновременно лишь одну форму психической деятельности.

Выведение из структуры основных вариантов по типам ВНД.

Непосредственное восприятие коротких временных интервалов.

1. Несовершенное сознание, соотносящееся с неуравновешенным состоянием нервной системы.

2. Несовершенное сознание, соотносящееся с уравновешенным состоянием нервной системы. Непосредственное восприятие во времени отсутствует.

3. Отвлеченное мышление (сознание переключено) при повторяющемся условии (невосприимчивость) — возникновение как следствие условного тормо-

жения. Тип подвижный: Ажитация, волнение, нарастание возбуждения от сильного или длительного раздражителя.

4.Исключение сознания — результат активации особых тормозных структур и, как следствие, возникновение безусловного торможения. Тип слабый. Астения, слабость, нарастание утомления, истощение.

Критерий истинности познания. Гипотезу доказывают системой взаимосвязанных фактов, специфические свойства которых указывают на их происхождение от единственной возможной причины и исключают любое другое объяснение [2]. Гипотеза обоснована наукой и подтверждается наблюдениями и опытами.

Из психо-нейрофизиологического соотношения достоверно выводится, что в абсолютном большинстве непосредственная причина травм и несчастий не зависит от способа производимого действия.

Управляющие факторы воздействуют на регулируемую систему (психику) извне до момента наступления саморегуляции (время приобретения “вторичного” интеллектуального автоматизма), осуществляют “пусковое” действие, наводят обратную связь и способствуют усилению пробуждения и интереса (познавательной потребности) в настрое биосистемы в режиме гомеостаза. При саморегуляции управляющие факторы не воздействуют на регулируемую систему извне, а формируются в ней самой [1].

Психогигиена. Нарушение психического здоровья не равноценно душевной болезни. Оно может носить временный характер и возникать у практически здоровых лиц [3]. Известно, что нервные заболевания по частоте уже обогнали сердечно-сосудистые и онкологические. За последние 10 лет инвалидность по психической патологии дала резкий скачок, опередив даже “вечного лидера” — инвалидность по травматизму. Вывод настораживающий: увеличение числа людей с устойчивыми патологическими состояниями мозга может привести к глобальной неустойчивости. Как выбраться из этого порочного круга? Борясь за благо человечества, мы одновременно боремся против разрушительных изменений собственного мозга. Этот процесс изменения физиологически обоснован, необходим и неотложен [10].

Проблема экпсихологии — важная задача, от решения которой зависит возможность поддержания гомеостаза в биосфере. Возрождение основного закона диалектики Е. и б.п. обеспечит психологическую защищенность, являясь основой моральных ценностей. Человечество должно стремиться к достижению высшей социальной цели — гармонии природы и общества.

ՄԱՐԳՈՒ ԶԱՓԸ ԵՎ ՌԵԱԿՑԻԱՆ ԵՐԳՈՆՈՄԻԿԱՅՈՒՄ

Լ.Ս. Հովհաննիսյան, Ս.Ռ. Հովհաննիսյան, Ռ.Գ. Հովհաննիսյան

Հողվածում քննարկվում են մի շարք կարևոր խնդիրներ՝ կապված մարդու հոգեբանա-ֆիզիոլոգիական հնարավորությունների հետ կոնկրետ գործունեության մեջ: Բերված են համոզիչ փաստարկներ ճանապարհա-տրանսպորտային պատահարների ժամանակ մեքենայի վարորդի ռեակցիայի արագության վերաբերյալ, որն, ըստ հեղինակների, կախված է փեդեկարվության ընդունման արագությունից, նրա վերձանումից և պարասիսանի պարճանականությունից, պարասիսանի իրականացումից կարարողական օրգանիս ազդակի հաղորդման միջոցով, և ռեակցիայի ճիշտ իրագործման հսկողությունից:

Եզրակացվում է, որ մարդու ռեակցիայի և հաջորդ փուլի (արգելակման ուրևակը սեղմելու արոցները) արագությունը բաղկացած է չորս հիմնական հաջորդաբար իրագործվող փուլերի ժամանակից, այսինքն $t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$: Ռեակցիայի արագության հաշվարկը կարարվում է

$t = S/V$ ֆորմուլայով՝ հաշվի առնելով նեյրոնների 3 հիմնական (A,B,C) խմբերի առկայությունը:

Նաապարվում է, որ ճանապարհա-տրանսպորտային պատահարներից զերծ մնալու համար վարորդի ռեակցիայի ժամանակը չպետք է գերազանցի 0,68-2,0վ:

MEASURE OF MAN AND HIS REACTION IN ERGONOMICS

R.S. Hovanessyan, S.R. Hovanessyan, R.G. Hovanessyan

On the basis of the analysis of several problems related to ergonomics, psychophysiology and neurophysiology the authors have determined the dependence of a driver's reaction time in car accidents on the speed of reception of the information, its decoding and cause of the respond, realization of the response by transmission of the signal to the executive organ and control over the proper realization of the reaction. A conclusion is drawn that the time of a human reaction and its following stage (the process of pressing the brake pedal) involves four successively realized stages: $t=t_1+t_2+t_3+t_4$. Taking into consideration the presence of 3 main groups of neurons: A,B,C and the formula $t = S/V$, the calculation of the time of reaction, suggested in the article is quite reliable. The conclusions are made which have a definite scientific and practical significance for solution of one of the most important problems in the ergatic system "man—machinery— environment"

ЛИТЕРАТУРА

1. Биолог. энцикл. сл. М., 1986.
2. Краткий педагог. сл., 2. М., 1988.
3. Поп. мед. энцикл., 3. М., 1991.
4. Психолог. сл. М., 1990.
5. Физич. энцикл.сл. М., 1983.
6. Физич. энцикл.сл. М., 1966.
7. Философ. энцикл.сл. М., 1989.
8. Эстетика, сл. М., 1989.
9. Безопасность движения авт.транспорта. ДОСАФ, М., 1972.
10. Бехтерева Н. Жур. Наука и религия, 1990, 3, с.5.
11. Бойко Е.И. Время реакции человека. М., 1964.
12. Варламов В.В. Что надо знать водителю о себе. М., 1990.
13. Конопляненко В.И. Основы безоп. дорожного движения. М., 1978.
14. Ломов Б.Ф. Основы инженерной психологии. М., 1987.
15. Психол. журн. АН СССР. М., 1989.
16. Ж. "Человек и закон", М., 1990, 9, с.41.
17. Чапкинс. Д. Наука и жизнь. М., 1988, 12, с.136.
18. Черевко К. У истоков шахматной игры. Ж. Наука и религия. М., 1991, 6, с. 49.
19. Байэтта Р., Цоттис Р. Расследование ДТП в Великобритании. М., 1983.