

УДК 612.825.8+613.685

# Контентс-моделирование процесса коэволюции человека и техники

В. В. Кальниш

ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины», Киев

## Резюме

Рассматриваются вопросы трансформации возможностей человека и техники посредством формирования механизмов взаимного согласования параметров их эволюции путем видоизменения частей рассматриваемой метасистемы, что может привести к появлению новых свойств ее компонентов. Такие перестройки имеют существенное влияние на взаимодействие человека и машины непосредственно на рабочем месте. Подчеркивается, что деятельность оператора в настоящем не только определяется прошлым, но и строится с учетом будущего. Указанный эффект существенно влияет на работоспособность и надежность деятельности оператора и его учет, в частности, при организации трудового процесса, может привести к значительному их повышению.

**Ключевые слова:** системный анализ, коэволюция, человек, техника, машина, работоспособность, надежность деятельности, контентс-моделирование.

**Клин. информат. и Телемед.**  
2010. Т.6. Вып.7. с.105–112

## Введение

В последние десятилетия особенно усилилось влияние фактора, связанного с существенным изменением техники и технологий, который неизбежно создает предпосылки к увеличению числа возникающих аварий на производстве и повышает потенциальную опасность для природы и общества при функционировании крупномасштабных объектов высоких технологий [30, 36]. Этот фактор тесно связан с усложнением и совершенствованием техники, ее значительным количественным ростом. Появление новой техники ведет к возникновению еще не изученных или мало изученных феноменов, связанных с возможными техническими отказами и нарушениями в технологических процессах. При этом возможно появление целых областей потенциальных ситуаций управления с непредсказуемыми свойствами, не предусмотренных разработчиками при проектировании [7].

## Особенности развития техники и ее влияние на человека

В последние годы в структуре современной техносферы появились разнообразные объединения технических объектов, которые можно рассматривать как многомерные

и многосвязные сети (энергетические, управления воздушным, морским, железнодорожным транспортом, оперативного управления Вооруженными Силами и другие), объединяющие с помощью информационно-коммуникативных средств специфические автономные узлы, в состав которых входят различного рода человеко-машинные комплексы. Взаимодействие между отдельными структурными компонентами такой метасистемы может приводить к возникновению неустойчивых процессов функционирования и актуализации нерасчетных, непредсказуемых ситуаций. Был выделен комплекс факторов, влияющих на сложность разработки и эксплуатации создаваемых сегодня технических средств [8]. К ним относятся:

- потенциальная неопределенность функционирования, определяемая многообразием потенциальных свойств объекта;
- неизвестные особенности физико-химической природы элементной базы компьютерной техники, построенной на новых принципах функционирования;
- многомерность и многосвязность структуры информационных сетей, многообразие видов и нестабильность взаимодействия их компонентов;
- определенная степень неадекватности виртуальной реальности, неизвестные виды взаимодействия человека с виртуальной реальностью и искусственным интеллектом и их воздействие на его сознание и психику;
- многообразие видов взаимодействия человека с робототехникой и неизвестные формы поведения роботов, построенных на принципах самоорганизации и саморазвития;
- потенциальный риск воздействия рассматриваемых областей высоких технологий на организм человека, общество и природу.

## Особенности развития профессионала, работающего с техникой

В настоящее время наблюдается увеличение возможностей человека по эффективной работе с новой техникой, устранению возникающих отказов и нарушений. Такие возможности растут за счет повышения уровня знаний об управляемых технологических процессах, использования компьютеров в качестве помощников в принятии ответственных решений и связанного с этим роста уровня автоматизации производства, совершенствования системы и средств безопасности, улучшения качества профессионального отбора специалистов и пр.

Тем не менее, в последние десятилетия эти возможности человека стали все более заметно отставать от ускоренного развития и расширяющихся потенциалов современной техники [23]. Было установлено, что если уровень отставания человеческих способностей от возможностей техники в 1970 году условно принять за единицу, то в 1980 году уровень отставания увеличился в 1,5 раз, в 1990 — в 2 раза, а в 2010 году — в 2,25 раз. Такое неуклонное увеличение отставания упомянутых возможностей постепенно приводит к тому, что возрастает реальная опасность увеличения человеческих ошибок, вызванных воздействием «человеческого фактора», усиливается вред, наносимый организму человека в результате его профессиональной деятельности.

Указанное рассогласование существенно повышает давление информационного стресса на организм человека, вызванное, в частности, его взаимодействием с машиной. Эта проблема была подробно рассмотрена в работах В. А. Бодрова [3, 4, 5]. Автор определил информационные причины развития стресса — временные, семантические, операционные, организационные и технические. По его мнению, стрессоустойчивость субъекта труда является интегральным свойством, которое характеризует: степень его адаптации к воздействию экстремальных факторов внешней и внутренней среды и деятельности, уровень функциональной надежности и проявляется в адекватной активации психофизиологических и поведенческих ресурсов организма.

## Козволюция человека и техники

Анализ сложных систем (к которым относится система «человек-машина») влечет за собой комплексное рассмотрение их различных сторон, а именно: структурной, функциональной и временной, в частности, эволюционной [24]. Весь опыт изучения таких систем убеждает в том, что познание их эволюционных перестроек должно быть дополнено исследованием коэволюционных сдвигов, то есть таких, которые уточняют пути их совместного сопряженного развития с учетом взаимных селективных требований.

Известно, что в течение всего периода профессиональной деятельности специалиста осуществляется постоянное развитие техники, которое сопровождается закономерным изменением формы и содержания его информационного взаимодействия с машиной, направлено трансформирующих знания, навыки и умения работника. Эти два совместно развивающиеся процесса образуют единую «ткань» новой системы, обладающей качествами, не свойственными ее компонентам. Такие совместные изменения человека и машины можно рассматривать как вереницу последовательно сменяющих друг друга, взаимообусловленных, нерасторжимо согласованных изменений, которые могут происходить в обоих компонентах рассматриваемой системы [27]. При этом компоненты коэволюционного комплекса неразрывно связаны единой выполняемой функцией.

Представление об одновременном существовании и взаимодействии двух компонентов коэволюции: человеческого и технического, позволяет объяснить ряд спорных моментов или, по крайней мере, наметить пути их истолкования. Синтетическая концепция коэволюции должна учитывать критерии, сформулированные в рамках обоих подходов. Вот лишь некоторые примеры разработок, относящиеся к развитию профессионала на фоне развития техники.

По мнению Е. П. Ермолаевой наибольшее воздействие на эффективность профессиональной деятельности имеют так называемые оперативные среды следующих типов (включающие не только деятельностные, но социальные и субъективные характеристики профессионала): замкнутого корпоративного, переменного-ситуативного, вероятностно-прогностического, когни-

тивно-конфликтного и эмоционально-конфликтного [13, 14]. Ею обоснована необходимость формирования психической готовности человека к решению оперативных задач в соответствии с его личностными и индивидуальными характеристиками, типом оперативной среды и ситуацией решения производственных заданий [12].

Неоднозначность и иррациональность отношений между психологическими системами в процессе профессиональной деятельности и деятельности по саморегуляции функциональных состояний, возможность смены их доминирования по мере возрастания экстремальности рабочих ситуаций, рассматриваются Л. Г. Дикой с позиций полисистемного подхода [10, 11].

На основе исследованных свойств метасистемных комплексов, в которых основным звеном является человек, Ю. Я. Голиковым и А. Н. Костиным [9] были сформулированы принципы межсистемного анализа этих комплексов, а именно принцип: соединенности, учитывающий наличие иррациональных межсистемных взаимодействий в указанных комплексах; неупорядоченного множества, предполагающий, что при объединении самостоятельных систем в комплекс появляется новое свойство — неупорядоченность; вариативности, отражающий многообразие и допустимость значительной изменчивости типов межсистемных взаимодействий; неоднозначной обусловленности, определяющий содержание и характер межсистемных взаимоотношений в зависимости от соотношения между целями, ценностями и нормами отдельных управленцев; иррегуляции, указывающий на непропорциональность и несоизмеримость между воздействиями и их результатами в процессе межсистемных взаимодействий; разнонаправленной активности, учитывающий возможность многовариантности процессов функционирования и развития метасистемного комплекса.

Таким образом, современную человеко-машинную метасистему можно рассматривать как единый организм, в котором возникают ансамбли специфических внутрисистемных отношений. В процессе осуществления сопряженной эволюции человека и машины формируются соответствующие механизмы, обеспечивающие функционирование системы как единого целого. В обобщенной системе происходит четкое объединение и согласование функций ее подсистем в такой целостной организации, которая способна удерживать свои специфические черты, противодействуя внешним факторам, стремящимся постоянно их разрушить.

## Перспективы коэволюционного развития человека и техники

Обобщая ряд современных взглядов на развитие инженерной психологии В. А. Пономаренко [29] приходит к выводу, что на современном этапе развития техники следует, прежде всего, направить усилия на создание опережающей системной профилактики угроз безопасности в любом виде труда. Важной перспективной целью развития эргономики, оказывающей непосредственное влияние на эффективность системы «человек-машина», являются обеспечение наиболее полного использования потенциальных возможностей этой сложной системы, упрощение труда специалистов, повышение их безопасности, сокращение количества аварий и катастроф, создание нормальных условий деятельности [26]. К наиболее значимым проблемам, которые срочно необходимо решать при создании новых информационных технологий, связанных с взаимодействием человека с динамической средой в сложных и постоянно меняющихся условиях, следует отнести: контроль эмоционального влияния на принятие решений, оценку и конструирование пользовательских интерфейсов, разработку программ психологического сопровождения деятельности [22]. Для обеспечения высокой эффективности и надежности функционирования метасистем, имеющих сетевую структуру, необходимо преодоление деструктивных форм несовместимых отношений компонентов системы и организация интегративных, совместимых отношений [8]. Дополнительно важными являются следующие мероприятия: разработка общих для всех коллективных субъектов методов и средств решения проблем выхода из нерасчетных, непредсказуемых ситуаций; определение общих социальных норм и ценностей, корпоративных и культурных представлений, детерминирующих идеологию проектирования и эксплуатации таких систем; определение рациональных форм взаимодействия между коллективными субъектами отдельных элементов сети; долгосрочное планирование и выбор дальнейших направлений их развития.

## Взаимодействие человека и машины на рабочем месте

Козволюционное развитие человека и техники имеет еще один аспект. Кардинальное изменение техники влечет за собой такое же изменение взаимоотношений человека и машины непосредственно на его рабочем месте. Вообще, по мнению В. Гейзенберга «мир разделяется не на различные группы объектов, а на различные группы связей. ... Что можно действительно различать, так это род связей, наиболее существенных для определенных явлений. ... Мир представляется при такой точке зрения в виде сложного сплетения процессов, где весьма разнообразные связи меняются, пересекаются и действуют вместе и таким путем определяют структуру всего сплетения» [6, С. 61]. Поэтому эффект коэволюции человека и техники самым непосредственным образом отражается на взаимодействии человека и машины. Этот эффект необходимо тщательно изучать и планировать его последствия на здоровье и работоспособность человека.

Известный ученый, творчество которого особенно ярко проявилось в начале прошлого века, П. А. Кропоткин в своей книге «Анархия в природе. Взаимопомощь как фактор эволюции» [20], обобщив научные достижения современников постулировал, что выживанию особей определенного вида способствует их адаптация к новым условиям среды. Выжившими в неблагоприятных условиях являются не наиболее сильные, не наиболее здоровые, не наиболее разумные, но одаренные наибольшей выносливостью в перенесении всякого рода лишений. Автор утверждает, что тенденцией присущей природе при осуществлении естественного отбора является устранение существования особей путем взаимной помощи и взаимной поддержки. Поэтому наиболее приспособленными для борьбы со всеми враждебными элементами среды оказываются наиболее общительные особи (способные к взаимодействию, к объединению усилий). Этот фактор можно признать главным фактором эволюции.

На основании анализа современных взглядов на интегральные пси-

хические явления (целеобразование, антиципация, принятие решения и др.) современный исследователь А. В. Карпов [19] пришел к тождественному выводу и показал, что для эффективного и активного взаимодействия субъекта с действительностью в действие вводятся не только механизмы, направленные на ориентировку и познание, активацию и оценивание, формирование определенной мотивации, но и процессы, специально ориентированные на построение, организацию и регуляцию поведения и деятельности. То есть эффективная организация поведения в процессе труда тесно связана с высоким качеством взаимодействия между субъектами и объектами профессиональной деятельности.

С развитием техники возрастает роль межличностных коммуникаций в профессиональной деятельности. Это подчеркивается в некоторых публикациях [15], где раскрывается роль общения и указывается, что взаимопонимание, сопереживание и другие функции, проявляющиеся при обмене информацией, в известной степени, устанавливают уровень пригодности человека к деятельности. Автором обоснована динамическая концепция совместной деятельности и коллективного субъекта и выявлены особенности управления совместной деятельностью первичных трудовых коллективов предприятий и организаций.

Любая техника есть порождение интеллекта человека и при ее конструировании человек обязательно привносил в ее функции свои человеческие черты и характеристики, помогающие осуществлять с ней адекватную коммуникацию. Поэтому, как и при взаимодействии между людьми, так и при взаимодействии человека с машиной, наиболее важным фактором, способствующим оптимизации этой коммуникации, является упрощение взаимодействия для объединения усилий человека и машины в получении полезного для человека результата. Стремление так или иначе закрыть глаза на эти проблемы (например, на том основании, что они чрезвычайно сложны и мало разработаны) не вызывает сочувствия.

Таким образом, именно способность к адекватному взаимодействию человека с человеком или человека с антропомозированной (создаваемой человеком по своему образу и подобию) техникой является основным двигателем всех коэволюционных изменений последней и важным резервом повышения надежности функционирования технологического процесса.

## Взаимодействие человека и машины во времени

Наиболее важным и интересным для психофизиологии и физиологии труда является проблема рационального взаимодействия человека и машины в процессе осуществления трудовой деятельности. Для уточнения механизма воплощения в жизнь этого взаимодействия необходимо четко представлять, что связь рассматриваемых субъекта и объекта, реализуемая в настоящее время в системе «человек–машина», имеет, по крайней мере, три составляющие. Одна из них несет информацию о прошедшем состоянии объекта и осуществляется человеком с помощью запоминания истории развития управляемого им процесса. Это запоминание носит динамический характер. Именно этот процесс, реализуемый с помощью специального механизма подключения и использования оперативной памяти, является основой для организации непрерывности управления. Он позволяет сформировать у человека полную, непрерывную картину изменения состояния объекта.

Современные психологи уделяют большое внимание временным характеристикам профессиональной деятельности [31, 32, 33]. Исходя из сути производственного процесса и места, которое занимает работник, течение времени связывается со скоростью его действий в ряду окружающих событий. При этом базой служит представление о гармоничном включении человека в этот процесс. Такие характеристики психологической природы как: восприятие, воспоминание, мысль, ожидание, переживание, отношение, движение и другие – не могут быть квалифицированы помимо времени. Ю. К. Стрелковым были выделены ряд важных параметров времени, проявляющихся в профессиональной деятельности, таких как: наиболее универсальное средства упорядочения и формы организации практической деятельности человека (прежде всего, упорядочения движений человека в соответствии с целью и обстоятельствами действия, в соответствии с особенностями окружения и с действиями других людей), формы внутреннего чувства субъекта, схемы соединения событий в последовательности, упорядочения информации

о прошлом и будущем, меры имеющегося физиологического резерва организма. Он постулирует, что временная форма бытия всегда предполагает свободу: и в настоящем, и в будущем, и в прошлом, а также свободу как неопределенность, незавершенность, как спонтанность, активность субъекта, как возможность пойти неожиданным путем.

Автором подчеркивается, что время проявляется как настоящее – наличное, присутствующее бытие, прошлое – бывшее бытие и будущее – наступающее бытие. Вместе с тем, прошлое, настоящее и будущее, в какой-то мере, сливаются, объединяются в целое. Настоящее дано в восприятии, но оно, растянулось, захватив часть уже прошедшего и часть еще не наступившего. В результате поспешного ухода настоящего и в давлении на него со стороны постоянно наступающего будущего у человека формируется собственное высокое нервно-эмоциональное напряжение, в последующем ведущее к развитию стрессовых реакций.

Итак, «... наше психическое настоящее, бывшее до сих пор простым субстратом прямого ощущения, должно рассматриваться как продукт со сложным строением. Оно внутренне соотносится с нашим прошлым, так как зависит от нашей непосредственной памяти, но оно также определяет наше отношение к непосредственному будущему. Неопределенность, которая, по-видимому, характеризует его протяжение

во времени, присуща его природе» [35, С. 108–109]. В структуре настоящего четко запечатлены его взаимоотношения с будущим. По словам А. Н. Уайтхеда в кратких мгновениях настоящего «будущее не превращается в ничто. Оно деятельно живет в предшествующем ему мире. Каждый момент опыта представляет собой переход от одного мира к другому – от непосредственного прошлого к непосредственному будущему. Это одно из наиболее устойчивых убеждений здравого смысла. Непосредственное будущее также имманентно присутствует в настоящем с некоторой степенью структурной неопределенности» [34, С. 593].

## Контентс-модель динамического взаимодействия человека и машины

Исходя из изложенного можно создать достаточно грубую модель взаимодействия человека и машины во времени (рис. 1). В момент  $t_i$  состояние машины (А) непосредственно зависит

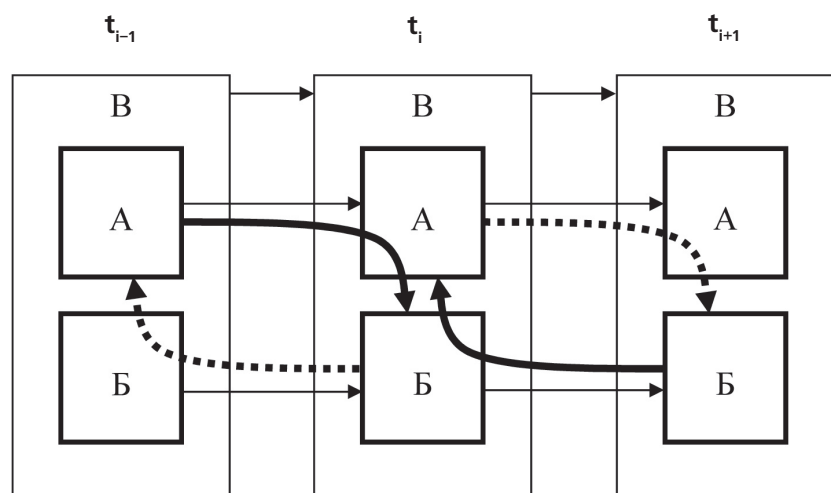


Рис. 1. Организация взаимодействия компонентов системы «человек–машина» во времени. А – машина; Б – человек; В – среда.

- естественное течение времени;
- ■ ■ динамическое формирование модели потребного будущего с учетом состояния технологического процесса в прошлом;
- ▬ организация взаимодействия человека и машины в  $t_i$ .



от ее состояния в предыдущий момент времени  $t_{i-1}$  (машина, как правило, не запоминает свое предыдущее состояние непосредственным образом, но срабатывание ее элементов, расход материалов и другие события достаточно сильно воздействуют на создавшуюся ситуацию в настоящий момент времени). На рисунке это действие отмечено тонкой линией. Состояние машины в настоящем, непосредственно детерминирует ее будущее состояние в  $t_{i+1}$ . То же можно сказать и о среде (В), в которую погружены человек и машина. При более подробном рассмотрении трансформации состояний среды можно было бы указать на большее количество прямых и обратных связей, но такое уточнение выходит за рамки настоящей работы.

Состояние человека (Б) как субъекта деятельности изменяется наиболее сложным образом. Во-первых, все его состояния естественным образом трансформируются от прошлого ( $t_{i-1}$ ), через настоящее ( $t_i$ ), к будущему ( $t_{i+1}$ ). Во-вторых, взаимодействие между человеком и машиной в настоящем ( $t_i$ ) обусловлено многими обстоятельствами. Прежде всего, необходимо подчеркнуть наличие сложных взаимоотношений, формирующих реакцию человека в настоящем с учетом прошедшего состояния человека и техники ( $t_{i-1}$ ).

Память человека фиксирует его состояние в  $t_{i-1}$  и через эту ситуацию определенным образом отражает состояние машины. Поэтому вектор ее участия в обеспечивающей деятельности мыслительном процессе направлен через состояние человека (как активного элемента, осуществляющего запоминание) к прошедшему состоянию машины в  $t_{i-1}$  (толстая пунктирная линия, охватывающая состояние человека в  $t_{i-1}$ ). Использование этой информации человеком для управления машиной осуществляется с помощью механизмов воспроизведения хранимых данных с учетом состояния машины в момент времени  $t_i$  (толстая непрерывная линия, охватывающая текущее состояние управляемого объекта).

И, наконец, управленческая деятельность формируется при тесном участии выработанного в процессе эволюционного развития живых организмов свойства антиципации — прогнозирования будущего. Это свойство проявляется двояким образом. Прежде всего, имеющаяся у человека модель потребного будущего строится на основе анализа состояния объекта в  $t_i$  (пунктирная толстая линия, охватывающая предполагаемое состояние объекта в  $t_{i+1}$ ). Вместе с отмеченным, качество прогноза будущих событий будет существенным образом

зависеть от функционального состояния человека в  $t_i$ , а также от степени расхождения полученного результата и его прогноза (толстая непрерывная линия, охватывающая состояние человека в  $t_i$ ).

Таким образом, проведенный анализ показывает, что для организации адекватного взаимодействия человека и машины и получения должного системного эффекта необходимо учитывать не только состояние машины и человека в  $t_i$ , но и состояния компонентов системы «человек-машина» в моменты времени  $t_{i-1}$  и  $t_{i+1}$ . Важно констатировать, что в единой системе «человек-машина» появляется еще одно значимое системное свойство, которое можно условно назвать хрональностью. Оно способствует актуализации динамического взаимодействия А и Б в моменты времени  $t_{i-1}$ ,  $t_i$  и  $t_{i+1}$ . Только в этом случае создаются условия для получения нужного результата или адекватного системного эффекта в каждом из постоянно изменяющихся моментов времени  $t_i$ .

## Эффекты «отсутствия» прошлого и будущего

Важность сделанного вывода уместно проиллюстрировать с помощью полярных случаев, когда возможности человека ограничены его болезнью, в частности, некоторыми эффектами, возникающими при использовании таким человеком своей оперативной памяти. Такие расстройства памяти, характеризующиеся ее нарушением на недавние события при относительно хорошем воспроизведении событий более отдаленного прошлого, называются корсаковским синдромом [16 и др.]. Указанные нарушения памяти сочетаются у больных с недостаточной ориентацией в окружающих явлениях. В этих случаях реальные события могут то отчетливо выступать в сознании больного, то причудливо переплетаются с ранее имевшими место эпизодами. Невыполнимость воспроизведения информации настоящего момента приводит к невозможности организации деятельности. По существу у больных нарушается возможность увязывания отдельных отрезков жизни. В силу дезориентировки у них нарушается

адекватная оценка окружающего; им недоступно соотнесение прошлого и настоящего в плане временной характеристики событий и др. Таким образом, нарушение возможности нормального воспроизведения явлений недавнего прошлого коренным образом влияет на поведение человека, оставляя его беспомощным перед испытаниями будущего.

Другая, не менее существенная составляющая, играющая важнейшую роль в процессе выработки и реализации решений, отражает функционирование модели потребного будущего [1]. Этот феномен описывается психологами как механизм антиципации [25] и работает на основе реализации акцептором результатов действия своих функциональных возможностей. Нарушение этой функции, как указывает Б. В. Зейгарник [16], особенно ярко проявляется в трудовой деятельности, направленной на достижение результата и определяется отношением человека к этой деятельности. Осуществление какой-либо работы включает в себя планирование задания, контроль своих действий; она является, прежде всего, целенаправленной и сознательной. Существенные отклонения, связанные с целенаправленной деятельностью, наблюдаются у больных с поражениями лобных отделов мозга. У них нарушается критичность к своим действиям, которая важна при их обдумывании, проверке и исправлении в соответствии с условиями реальности. Поведенческие реакции этих больных могут в одинаковой мере оказаться как адекватными так и неадекватными, поскольку их исполнение продиктовано не внутренними потребностями, а чисто ситуационными моментами. Наблюдения показывают, что выполняя простейшие задания, такие больные всегда совершали множество излишних суетливых движений и, как правило, действовали по методу «проб и ошибок». Они были безразличны к получению конечных результатов. Пассивное, аспонтанное поведение у них сменялось повышенным откликом на случайные раздражители. Ситуационное поведение больных с поражением лобных долей мозга носило стойкий характер и определяло своеобразие их поведения, оно было доминирующим.

Для моделирования будущих событий и реализации их сравнения с результатом действий в организме имеется специальный аппарат — детектор ошибок. По мнению Н. П. Бехтерева [2, С. 99] «рассматривать механизмы надежности обеспечения любой деятельности и, в частности, психической активности, невозможно без учета механизма ее оптимизации, механизма, по-

нижающего общую вероятность ошибок, определяющего качество выполнения деятельности. Важнейшим механизмом оптимизации психической деятельности является детекция ошибок, осуществляемая в мозгу нейронными популяциями, избирательно или исключительно реагирующими на ошибочное выполнение заданной деятельности, в данном случае — психологических проб. Сотрудником нашей лаборатории В. Б. Гречиним было показано, что в момент детекции ошибки нейронная популяция, осуществляющая функцию детектора ошибки, становится «ведущей» по отношению ко многим другим нейронным популяциям, ее физиологические процессы опережают аналогичные физиологические процессы, развивающиеся в ряде других нейронных популяций».

Прогностическая активность структур головного мозга, опирается на работу аппарата, оценивающего рассогласование реальной и прогнозируемой ситуации, определяющего появление возможной ошибки и, соответствующим образом корректирующего поведенческие реакции человека. Нарушение функционирования такого мозгового аппарата предопределяет будущие события, локализованного в зоне хвостатого ядра, может привести к значительным срывам в осуществлении, например, операторской деятельности.

Поэтому далее Н. П. Бехтерева подчеркивает [2, С. 101]. «Можно себе представить, что детектор ошибок приобретает как бы самостоятельное, самодовлеющее значение и в других, более «естественных» условиях патологии и превращается из детектора — оптимизатора деятельности — в детерминатор ее нарушений. Такой процесс может также лежать в основе психопатологических синдромов и, в частности, тех, которые проявляются навязчивым повторением каких-то действий, неадекватностью поведения и т.п. Постоянная, не детерминированная ошибкой, первичная по отношению к какому-то действию активность структуры, играющей обычно роль детектора ошибок, все время сигнализирует о рассогласовании осуществляемого действия (или любой другой реальности) с планом, независимо от правильности или ошибочности действия».

Таким образом, нарушения функционирования различных структур головного мозга, регулирующих планирование и контроль поведения, ведут к значительному изменению поведения и невозможности осуществления целенаправленной деятельности.

Наконец, в настоящем происходит реализация сочетанного действия двух описанных составляющих прошлого и будущего. Здесь включается и всесто-

ронне учитывается информация о состоянии объекта «теперь» и актуализируется процесс конкретного взаимодействия человека и машины. В результате реализуется специфическое «сцепление» всех компонентов, формирующих взаимодействие субъекта и объекта в человеко-машинной системе.

Высказанные суждения интересны еще, по крайней мере, в одном отношении. Дело в том, что информация о настоящем, прошлом и будущем является существенно неоднородной по причине не только ее актуализации с помощью различных физиологических источников (память, непосредственное восприятие объекта, модель потребного будущего), но и ее разнообразной природой, так как она отражает различные временные аспекты действительности. Каждый компонент этой информации, дополняя друг друга, позволяет создать у человека-оператора целостную картину динамики состояний управляемого процесса.

## Оценка влияния прошлого и будущего на качество профессиональной деятельности

Объективизировать рассмотренные суждения позволяют результаты исследований, проведенные на машинистах энергоблоков электростанции [17]. Исследования проводились в различные периоды дневной и ночной смен. Регистрировался сердечный ритм машинистов, как характеристика функционального состояния в меньшей мере зависящая от субъективного регулирования испытуемым. В условиях ретроспективного анализа данных сердечного ритма рассчитывались специальные функции, позволяющие оценить вероятность появления определенного события при его постепенном удалении в «прошлое» и «будущее». С помощью корреляционного анализа оценивалась степень тождества указанных функций. Высокий уровень их связи свидетельствовал о значительной жесткости управления организмом.

Было установлено, что в течение смены происходит ошутимое перерас-

пределение резервных возможностей организма, направленных при менее напряженной работе на превалирование пластичных эффектов регуляции, а при увеличении этой напряженности — на повышение жесткости программы использования его ресурсов. Такой механизм основан на адаптивном использовании средств прогноза будущих и учета прошедших событий.

Полученные результаты указывают на высокую информативность использованного приема для оценки параметров напряженности дневной и ночной работы, а также работы в разные периоды этих смен. Установлено, что увеличение функций напряжения организма, происходящие в конце 12-ти часовой смены и в ночное время приводят к более жесткой регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы.

Интересным является тот факт, что вероятность предсказания некоторых физиологических событий при удалении в «прошлое» и «будущее» не уменьшается по экспоненте, как можно было бы это предположить исходя из общих понятий о падении прогнозных возможностей организма с течением времени. Эта вероятность достаточно ошутимо колеблется, отражая, тот факт, что события в настоящем могут с определенной достоверностью «предсказать» не всю линейную последовательность «прошедших» и «будущих» физиологических эффектов, а только некоторые их участки. Установленное также свидетельствует о сложности и неоднозначности изучаемых процессов, и дополнительно о возможности получения достаточно вероятного отдаленного прогноза течения изучаемых физиологических процессов на определенных дискретных отрезках времени.

Опыт показал, что имеются также четкие результаты влияния будущих событий на успешность выполнения информационной задачи человеком. Были проведены исследования, составленные из двух режимов [18]. Первый режим характеризовался непрерывной подачей для решения испытуемому достаточно обширного пакета задач. После решения всего пакета задач испытуемому предоставлялась информация об эффективности и надежности его работы. Во втором режиме наличие ошибки (или безошибочного действия) оперативно обозначалось на экране компьютера соответствующей меткой. Чередование обоих режимов в различных исследованиях было случайным. В результате был получен четкий эффект более надежного выполнения заданий и большей эффективности их решения (уменьшалось среднее время выполнения задач) во втором режиме, когда

будущий результат как бы приближался к настоящему путем информирования о качестве решения текущей задачи. Таким образом, предоставление оперативной информации об успешности деятельности (приближение «будущего») может служить хорошим способом повышения ее эффективности.

Свидетельством достоверности и надежности полученного результата могут служить опыты, проведенные другими исследователями, имеющие определенную аналогию с содержательной стороной и организацией выше описанных экспериментов. В исследованиях, проведенных В. В. Лапой [21] были выявлены некоторые закономерности отражения человеком действительности в экстремальных условиях деятельности. Им установлено, что использование способа информационной поддержки необходимого уровня работоспособности путем наращивания числа контрольных пунктов на маршруте, то есть увеличения числа точек возможной коррекции управления и, следовательно, восполнения дефицита информации и формирования на этой основе более адекватного образа полета, способствовало повышению профессиональной надежности. Иными словами, изменение оперативности, полноты и определенности поступающей информации дало возможность осуществить направленное изменение эмоционального состояния и поведения летчика, приведшие к повышению эффективности его деятельности.

С помощью реализованной на компьютере методики поражения целей В. В. Плохих и А. М. Керницким [28] было показано, что непрерывное предъявление испытуемому оператору срочной информации об отклонении текущего времени решения от требуемого в процессе выполнения им задач способствует существенному уменьшению длительности периода поражения цели. Такое оперативное информирование способствует формированию в темпоральной структуре действия по наведению указателя на цель новых более эффективных временных координат в последовательности движений и существенно уменьшает величину экстренного расхода времени действий по поражению цели.

Таким образом, представляет несомненный интерес еще больше уточнять закономерности влияния недалекого прошлого и будущего на качество принимаемых операторских решений. Это может явиться существенным шагом по пути выявления реально существующих психофизиологических механизмов обеспечения взаимодействия человека и машины.

## Заключение

В процессе филогенетического развития человек всегда взаимодействовал с теми или иными сущностями (человеком, животными, антропомозированными человеком объектами неживой природы, в частности, машинами), которые, по-видимому, имели тождественную структуру организации временных взаимоотношений, где сцепленными в единый конгломерат являлись прошлое, настоящее и будущее. Появление компьютеров и создаваемых на их основе современных метасистем, способных оперативно перерабатывать большие объемы информации, в корне изменило эти «равноправные» отношения, поскольку любая машина действует только в настоящем (и, в какой-то мере, пассивно учитывает прошлое). Поэтому на современном этапе развития техники необходимо учитывать это неравноправие путем использования информации о различных функциональных состояниях (в настоящем, прошлом и будущем) человека и, возможно, проводить работы по уравниванию информационных взаимодействий между человеком и машиной с помощью направленного формирования в машине адекватных моделей будущего с учетом тенденций изменения ее состояний в прошлом.

Естественно, что исследования компонентов системного эффекта взаимодействия человека и техники, учитывающего временные особенности этого взаимовлияния, пока еще носят фрагментарный характер. Поэтому для получения четкого практического результата они должны быть продолжены и существенно расширены.

## Литература

1. Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем. – М.: Медицина, 1975. – 477 с.
2. Бехтерева Н. П. Нейрофизиологические аспекты психической деятельности человека Л.: Медицина, 1971. – 119 с.
3. Бодров В. А. Информационный стресс. – М.: ПЕР СЭ, 2000. – 352 с.
4. Бодров В. А. Психологический стресс: развитие и преодоление. – М.: ПЕР СЭ, 2006. – 528 с.
5. Бодров В. А. Современный этап развития отечественной инженерной психологии // Психологический журнал, 2009. – Т. 30. – № 6. – С. 66–80.
6. Гейзенберг В. Физика и философия. – М.: Наука, 1989. – С. 3–132.
7. Голиков Ю. Я. Методологические подходы к решению психологи-

- ческих проблем проектирования современной техники // Психологический журнал, 2004. – Т. 25. – № 1. – С. 70–82.
8. Голиков Ю. Я. Методологический анализ субъект-объектных отношений в сфере высоких технологий // Психологический журнал, 2009. – Т. 30. – № 3. – С. 63–72.
  9. Голиков Ю. Я., Костин А. Н. Теория и методы анализа проблемности в сложной операторской деятельности // Проблемность в профессиональной деятельности: теория и методы психологического анализа. – М., 1999. – С. 6–79.
  10. Дикая Л. Г. Системно-деятельностная концепция саморегуляции психофизиологического состояния человека // Проблемность в профессиональной деятельности: теория и методы психологического анализа. – М., 1999. – С. 80–106.
  11. Дикая Л. Г. Итоги и перспективы направления исследований в психологии труда в XXI веке // Психологический журнал, 2002. – Т. 23. – № 6. – С. 18–37.
  12. Ермолаева Е. П. Оптимизация многоканального взаимодействия как фактор безопасности полетов // Труды Института психологии РАН. – М., 1996. – Вып. 7. – С. 125–130.
  13. Ермолаева Е. П. Человек-оператор как субъект в оперативной среде // Труды Института психологии РАН. – М., 1997. – Вып. 2. – С. 174–180.
  14. Ермолаева Е. П. Профессиональная идентичность и маргинализм: концепция и реальность // Психологический журнал, 2001. – № 4. – С. 51–59.
  15. Журавлев А. Л. Психология совместной деятельности. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2005. – 640 с.
  16. Зейгарник Б. В. Патопсихология. – 1986. – М.: Изд-во Моск. ун-та. – 287 с.
  17. Кальниш В. В. Час і адаптація // Вісник НАНУ. – 1996. – № 11. – С. 87–91.
  18. Кальниш В. В. Шляхи конструювання інформаційної тестуючої процедури для оцінки функціонального стану людини // Індивідуальні психофізіологічні особливості людини та професійна діяльність. Матеріали конференції, 2001. – Київ-Черкаси. – С. 53.
  19. Карпов А. В. Метасистемная организация уровневой системы психики. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2004. – 504 с.
  20. Кропоткин П. А. Анархия в природе. Взаимопомощь как фактор эволюции. – <http://www.metodolog.ru/00379/00379.html>.
  21. Лапа В. В. О возможных путях регуляции функциональной надежности оператора в особых условиях

- деятельности с помощью информационных средств // Профессиональная пригодность субъектно-деятельностный подход. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2004. – С. 246–257.
22. Леонова А. Б., Блиникова И. В., Величковский Б. Б., Капица М. С. Исследование человеческого фактора в современной компьютеризованной среде: новые направления развития инженерной психологии // Проблемы фундаментальной и прикладной психологии профессиональной деятельности. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2008. – С. 312–339.
23. Либерман А. Н. Техногенная опасность: человеческий фактор. – СПб, 2006. – 99 с.
24. Лисеев И. К. Системная познавательная модель и современная наука // Системный подход в современной науке. – М.: Прогресс-Традиция, 2004. – С. 69–80.
25. Ломов Б. Ф., Сурков Е. Н. Антиципация в структуре деятельности. М.: Наука, 1980. – 280 с.
26. Львов В. М., Пахомов В. Н. Состояние и перспективы развития проективной эргономики // ЧФ: Проблемы психологии и эргономики, 2008. – № 1. – С. 9–16.
27. Огурцов А. П. Тектология А. А. Богданова и идея коэволюции // Системный подход в современной науке. – М.: Прогресс-Традиция, 2004. – С. 191–201.
28. Плохих В. В., Керницкий А. М. Изменение темпоральной структуры действий оператора в условиях интенсификации процесса слежения // Психологический журнал, 2009. – Т. 30. – № 3. – С. 73–83.
29. Пономаренко В. А. Антропологическое видение будущего саморазвития инженерной психологии как науки (из опыта жизни и труда) // Проблемы фундаментальной и прикладной психологии профессиональной деятельности. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2008. – С. 76–84.
30. Сильвестров М. М., Чернышев В. А. Интегрированные комплексы авионики // Человеческий фактор в авиации и космонавтике. – М.: Полет, 2007. – С. 226–231.
31. Стрелков Ю. К. Инженерная и профессиональная психология. – М.: Издательский центр «Академия». Высшая школа, 2001. – 360 с.
32. Стрелков Ю. К. Временные структуры профессионального опыта // Профессиональная пригодность: субъектно-деятельностный подход. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2004. – С. 97–109.
33. Стрелков Ю. К. Феномен времени в исследованиях транспортного труда // Проблемы фундаментальной и прикладной психологии профессиональной деятельности. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2008. – С. 200–221.
34. Уайтхед А. Н. Избранные работы по философии. – М.: Прогресс, 1990. – 517 с.
35. Уитроу Д. Д. Естественная философия времени. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 400 с.
36. Шлаен П. Я. Перспективы развития эргономического обеспечения создания и эксплуатации человеко-машинных комплексов // Проблемы психологии и эргономики. – Тверь-Ярославль, 2001. – № 3(13). – С. 4–10.

### Contents-modelling of the process of man and technique co-evolution

V. V. Kalnysh

SI «Institute for Occupational Health of NAMS of Ukraine», Kiev

#### Abstract

Problems of transformation of human possibilities and technique by means of formation of mechanisms of mutual coordination of parameters of their evolution through modification of parts of the metasystem concerned, which can lead to manifestation of new properties of its components, are considered in the paper. Such transformations can significantly affect man-machine interrelation directly at workplace. It is underlined that an operator's activity at present is defined not only by what was in the past, but is being organized with account of the future. The mentioned effect significantly influences the work ability and reliability of the operator's work and its registration, in organization of the work process, in particular, and can result in their significant increase.

**Key words:** systemic analysis, co-evolution, man, technique, machine, work ability, reliability, contents-modelling.

### Контентс-моделювання процесу коєволюції людини та техніки

В. В. Кальниш

ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», Київ

#### Резюме

Розглядаються питання трансформації можливостей людини та техніки за допомогою формування механізмів взаємного узгодження параметрів їхньої еволюції шляхом видозміни частин розглянутої метасистеми, що може привести до появи нових властивостей її компонентів. Такі перебудови мають істотний вплив на взаємодію людини та машини безпо-

середньо на робочому місці. Підкреслюється, що діяльність сучасного оператора не тільки визначається минулим, але й будується з урахуванням майбутнього. Зазначений ефект істотно впливає на працездатність і надійність діяльності оператора і його урахування, зокрема, при організації трудового процесу, може привести до значного підвищення рівня цих характеристик.

**Ключові слова:** системний аналіз, коєволюція, людина, техніка, машина, працездатність, надійність діяльності, контентс-моделювання.

#### Переписка

д. биол. наук, професор В. В. Кальниш  
Українська військово-медична академія  
ул. Саксаганського, 75  
01033, Київ, Україна  
тел. (044) 2894605  
ел. пошта: kalnysh@mail.ru