

Эргономические исследования человеческого фактора в современных технических системах

© М.В. Ермолаева

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Рассмотрены актуальные проблемы эргономики и ее современный статус. Проанализированы принципы конструирования технических устройств, основанные на специфике психической деятельности человека. Исследована проблема согласования конструктивных особенностей машин с характеристиками деятельности человека-оператора.

Ключевые слова: *человеческий фактор, эргономика, психологический анализ, деятельность человека-оператора*

В настоящее время все активнее говорят о человеческом факторе как о важном основании перемен, происходящих в техническом производстве [1]. При этом понятие человеческого фактора стало настолько объемным и многогранным, что в нем концентрируется фундаментальная проблематика ряда психологических, технических, информационных и социально-экономических дисциплин. Исследования целой когорты наук о человеке побудили возникновение комплексной области знания — *эргономики*.

Эргономика изучает человека в конкретных условиях его деятельности, связанной с использованием технических средств. Ее цель состоит в оптимизации предметного содержания, орудий, условий и процессов труда, в повышении их привлекательности и удовлетворенности человека трудом. Основным объектом эргономических исследований является система человек — машина. Человек, машина и среда рассматриваются в эргономике как сложное функционирующее целое, в котором ведущая роль принадлежит человеку. Эргономика одновременно является и научной, и прикладной дисциплиной, поэтому в ее задачу входит разработка методов системного анализа и проектирования целесообразных вариантов человеческой деятельности, ее внешних средств и внутренних способов, методов учета многообразных человеческих факторов при модернизации действующих и разработке новых конструкций и технологических процессов, а также соответствующих условий труда (деятельности).

В эргономике человеческие факторы трактуются как интегральные характеристики связи человека и машины в системе человек — машина — среда (СЧМС), проявляющиеся в конкретных условиях их взаи-

модействия при функционировании системы, направленном на достижение заданных целей. Человеческие факторы — психофизиологические, психологические, социальные качества, определяющие человека. Эргономика возникла как область знаний, изучающая функциональные возможности в технических системах с целью создания машин и проведения производственных операций в соответствии с внутренними особенностями человека. Вместе с тем стремительное развитие современных технологий обнаруживает недостаточность такого подхода.

Сегодня машины существенным образом изменяют деятельность человека, формируют у него новые способности и функциональные системы мозга. В связи с этим возникает проблема не только приспособления машины к человеку, но и активного формирования умений самого человека в соответствии с требованиями, которые предъявляет к нему технический прогресс, а также возможностями, которые перед ним открываются с развитием техники.

Очеловечивание машин, являющееся общей целью эргономических исследований, должно стать одним из эффективных средств решения вопросов об условиях «очеловечивания» человека, о воплощении в жизнь его действительной сущности. Таким образом, в задачи эргономики входит не только разработка требований к орудиям труда и технологиям, ориентированных на параметры психических свойств человека, но и проектирование внешних и внутренних средств деятельности человека-оператора. К числу внешних средств относятся информационные модели, реализуемые на различных устройствах отображения, и органы управления. К внутренним средствам — образно-концептуальные модели, программы и алгоритмы принятия решений, схемы поведения и навыки оператора [2].

В настоящее время технические системы, с которыми взаимодействует человек, настолько сложны, что подобный диалог требует выработки новых системных психических свойств, обеспечивающих эффективность данного взаимодействия. Таким образом, изучение психологических факторов деятельности человека-оператора выступает теперь как проблема исследования переходов двоякого рода: с одной стороны, переходов, в которых происходит преобразование деятельности человека в систему операций, выполняемых машиной, с другой — обратных переходов, способствующих дальнейшему развитию деятельности человека в результате освоения и применения им машин.

Вышеуказанный подход влечет за собой определенное изменение конкретной стратегии технической мысли, проектирования технических систем. Как правило, процесс проектирования идет от предполагаемых технических возможностей системы, оговоренных в техническом задании, далее определяются место и функции человека-оператора (или группы операторов), при этом учитывается преимуще-

ственно ограниченность возможностей человека (относительно небольшое количество информации, которую он может переработать в единицу времени, медленность реакции, недостаточная сопротивляемость помехам и т. д.).

Более перспективным является другой путь, заключающийся в том, чтобы при разработке технического задания исходить из идеи обслуживания деятельности человека машинами и, соответственно, учитывать прежде всего позитивные возможности человека как действительного субъекта труда, т. е. то, что составляет его преимущества по сравнению с машиной. Такой подход отвечает тенденциям развития современной техники.

К примерам успешного применения средств и методов эргономики следует отнести проектирование деятельности космонавтов в космическом полете. Так, при подготовке к первым орбитальным полетам человека большое внимание уделялось изучению психологического стресса. Не менее продуктивно подобные исследования ведутся в авиации. Такие исследования нередко вносят существенные коррективы в стратегию инженерного поиска. Проектирование деятельности летчика в процессе автоматизированной посадки, например, позволило определить целесообразность не автоматического, а полуавтоматического управления на посадочной прямой. В этом случае готовность летчика управлять вручную при внезапном отказе автоматики поддерживается на высоком уровне благодаря сохранению, во-первых, психофизиологического статуса готовности организма, а во-вторых, наиболее тесной связи с управляемым объектом за счет обратных сигналов, идущих от мышц и сухожилий [2].

В настоящее время эргономика накопила целый арсенал требований, которые человек предъявляет к машине. Однако справедливо и то, что человек-оператора, может и должен развивать в себе качества для работы со сложной современной техникой. Таким образом, при создании новых автоматизированных систем управления, не имеющих прототипа, фактически проектируется и новый тип человеческой деятельности.

Современный проектировщик редко обращается к эргономическому справочнику для получения информации о человеческом отношении к задуманному им техническому устройству. Это происходит по причине раздробленности, фрагментарности сведений о психологических характеристиках человека (об оптимальных характеристиках визуальных средств, органов управления, антропометрических требованиях к пульту управления и т. п.), их несводимости в единый образ человека-оператора. Сравнивая эти данные с реальными техническими возможностями (серийно выпускаемыми изделиями, условиями в производственном помещении и т. д.), проектировщик убеждается,

что многое из того, что он может применить, в той или иной степени отличается от рекомендуемых оптимумов.

Несовпадение общего оптимума организации в целом с некоторыми частными оптимумами отдельных ее элементов и характеристик вполне возможно и закономерно для реальных условий протекания деятельности. Однако такое несовпадение должно быть тем меньше, чем более существенные факторы, влияющие на деятельность, корректируются. Например, для труда, связанного с переработкой больших объемов важной информации, это будут инженерно-психологические факторы, для тяжелой физической работы — физиологические, для любой деятельности, протекающей в условиях значительных перегрузок, вибраций или в атмосфере, сильно загрязненной вредными примесями или отравляющими веществами, первостепенными и обязательными оказываются гигиенические факторы жизнеобеспечения [2].

Одной из сложных задач оптимизации системы человек — машина является выбор критериев эффективности, которые дают возможность сравнивать различные варианты систем. Проблема заключается в том, чтобы определить критерии, позволяющие оценивать эффективность данной системы с точки зрения не только технико-экономической, но и сохранения здоровья и всестороннего развития работающего человека. Комплексные критерии оптимальности, разрабатываемые проективной эргономикой, отражают степень эффективности системы и соответствия ее психофизиологии человека и учитывают во взаимосвязи психологические, физиологические, гигиенические и антропометрические факторы. Проектирование и внедрение новых образцов техники с ориентацией только на критерии производительности оборудования приводят в конечном счете, как отмечают наиболее дальновидные экономисты, к повышению тяжести труда и снижению общественно необходимого уровня его интенсивности [3].

Проектирование деятельности человека является в сущности построением модели этой деятельности. При создании такой модели руководствуются последовательностью этапов операторской работы: прием информации, оценка и переработка информации, принятие решения и его реализация (табл. 1) [3].

В указанной последовательности операций наиболее изученными являются процессы приема и переработки информации. Однако проектировщику следует учитывать недостаточно акцентированную способность человека объединять отдельные сигналы в целостную структуру, что позволяет находить наиболее экономичные способы их приема и переработки.

Система передачи информации в операторской деятельности включает в себя источник информации (носители информации об объекте — знаки, сигналы) и приемник информации (субъект), к которому по каналу связи поступают эти знаки. В результате процесса

Таблица 1

Этапы деятельности человека-оператора

Наименование этапа	Содержание этапа	Выполняемые действия	Влияющие факторы
Прием информации	Формирование перцептивного образа	Обнаружение — выделение объекта из фона. Различение — раздельное восприятие двух объектов, расположенных рядом, либо выделение деталей. Опознавание — выделение и классификация существенных признаков объекта	Сложность сигнала, вид и число индикаторов, организация информационного поля, размеры изображений, их технические и физические характеристики
Оценка и переработка информации	Формирование оперативного образа	Сопоставление заданных и текущих параметров (режимов) СЧМС. Анализ и обобщение информации	Способы кодирования, степень сложности информационной модели, объем отображения, динамика смены информации
Принятие решения	Формирование последовательности целесообразных действий для достижения результата на основе преобразований исходной информации	Поиск, выделение, классификация и обобщение информации о проблемной ситуации. Построение текущих оперативных образов. Сопоставление и оценка сходства оперативных образов и эталонов. Коррекция моделей. Выбор или построение эталонной гипотезы. Принятие принципа и программы действий	Тип решаемой задачи, число и сложность проверяемых логических условий, сложность алгоритма и число возможных вариантов решения
Реализация принятого решения	Использование выходных каналов человека (двигательного или речевого)	Перекодирование принятого решения в машинный код. Поиск нужного органа управления. Движение руки к органу управления и манипуляция с ним	Число и тип органов управления, их характеристики (размер, форма и т. д.), совместимость двигательных операций, компоновка рабочего места и т. д.

передачи информации в приемнике (в сознании оператора) создается соответствующий образ, который с той или иной степенью точности и полноты отображает реальный объект. Образ объекта формируется не только на основе особенностей самого отраженного свойства объекта, но и под влиянием знаков, посредством которых передается сообщение об этом свойстве.

Формирование образа объекта зависит от степени соответствия между, во-первых, объектом и знаком, несущим информацию о нем, и, во-вторых, знаком и образом, возникающим в результате восприятия знака. В первом случае речь идет о процессе кодирования информации, во втором — о процессе ее декодирования. Информацию, используемую оператором в системе управления, можно оценить:

- по содержанию, т. е. исходя из ее семантической стороны (о каком свойстве, каком параметре она свидетельствует);
- по объему сведений, т. е. по количеству информации, которое передается (с какой полнотой, точностью передаются данные);
- по ее практическому значению в управляющей деятельности, т. е. исходя из прагматической стороны информации (насколько она полезна, как отражается на деятельности оператора, ее результатах) [3].

Результаты исследований по количественной оценке возможностей человека принимать и перерабатывать информацию позволили Б.Ф. Ломову [3] установить ряд закономерностей.

1. Возможности разных анализаторов человека по приему информации различны, и поэтому максимальная длина алфавита сигналов должна определяться в зависимости от модальности сигналов и характера одномодальных признаков. Например, визуальные сигналы наиболее точно опознаются и идентифицируются по цвету и положению, а звуковые — по высоте. Для большинства анализаторов среднее количество одновременно опознаваемых одномерных признаков находится в пределах от 5 до 9.

2. Величина максимальной информации, которую может передать сигнал, является функцией числа его признаков, различаемых человеком. Повышая насыщение сигнала информацией, следует увеличивать и число признаков сигнала.

3. Количество информации, принимаемой человеком, можно значительно увеличить за счет введения дополнительных точек отсчета в пределах одного и того же признака сигнала.

4. Пропускная способность сенсорного поля человека может существенно различаться в разных условиях, что определяется особенностями организации деятельности и способами психической регуляции. Например, при чтении вслух пропускная способность сенсорного поля выше, чем при корректорской работе, а при чтении про себя — выше, чем при чтении вслух. Указанные различия связаны с

разными способами организации чтения в этих видах деятельности: при корректорской работе каждое слово разлагается на отдельные буквы, которые сравниваются с эталонами памяти; при чтении вслух решается задача понимания смысла текста и его передачи другим людям (выделяется не отдельная буква, а зрительный образ целого слова); при чтении про себя изменяется способ чтения — сокращается число движений глаз, уменьшается длительность фиксаций, поскольку человек ориентируется уже не образ слова, а на смысл целого абзаца, а иногда и целой страницы.

Эргономика накопила немало сведений о закономерностях приема и переработки информации человеком-оператором, однако современным проектировщикам они пока недостаточно известны. Можно считать, что это и вина, и беда системы наук о человеке — они не умеют общаться с инженерами (конструкторами, технологами), не умеют ни представлять свою информацию в форме, пригодной для использования, ни вдохновлять на применение своих знаний. В результате создаются технические устройства, в которых люди не совершают исполнительные действия с объектами управления, а манипулируют органами управления. В таких случаях человек находится при системе деятельности, а не внутри нее, он не может проникнуть в нее, потому что средства индикации и реализуемые на них информационные модели утрачивают роль окон и дверей в систему деятельности, в мир, в котором эта система должна существовать и осуществлять себя. В информационных моделях не отражается реальная предметная ситуация, теряется ее предметное восприятие, затрудняется ее осмысление и понимание, а в органах управления не показаны реальные средства, которыми управляет оператор системы человек — машина.

В настоящее время широко известно, что работа человека-оператора с информационной моделью характеризуется следующими особенностями:

- соотнесение сведений, полученных с систем отображения информации, с реальными параметрами, которые отображают данные средства, и интеграция этих сведений в единый образ, отражающий состояние и характер функционирования управляемого объекта;
- декодирование полученной приборной информации в процессе соотнесения показаний прибора с реальным параметром состояния объекта;
- реконструкция латентной (скрытой) информации об управляемом объекте, не получившей отражения в этой модели, просходит на основе знаний и суждений о характере динамической взаимосвязи между его параметрами;
- предвидение изменений состояния управляемого объекта и соответствующих преобразований в информационной модели на основе

знания характера динамической взаимосвязи между параметрами объекта и по текущим данным модели;

- экстраполяция возможных изменений параметров управляемого объекта в условиях возникновения помех при отображении информации на основе анализа характера взаимосвязи и взаимозависимости между отдельными параметрами и сообщениями [3].

Основным средством, организующим деятельность человека-оператора, является информационная модель, поэтому проблема ее разработки и создания — центральная в инженерной психологии. Для контроля и управления СЧМС оператор должен не только воспринять и оценить те сообщения, которые представлены в информационной модели, но и мысленно объединить разрозненную информацию о состоянии отдельных параметров системы, оценить ее с позиций характерных закономерностей развития ситуации и вероятных изменений состояния объекта, предвидеть последующую динамику параметров его функционирования, сопоставить текущую и прогнозируемую информацию с заданным состоянием системы. На основе оценки информации, воспринятой с информационной модели, знаний, опыта и способности предвидеть ход событий у человека-оператора возникает комплекс взаимосвязанных сведений, формируется целостное представление о содержании и процессах выполняемой деятельности, состоянии управляемого объекта и рабочей среды, или концептуальная модель.

Если информационная модель выступает как объективное и нейтральное отражение текущего состояния системы, то концептуальная модель оказывается субъективным отражением этого состояния в индивидуальном сознании человека-оператора. В концептуальную модель входят образы существующей ситуации, представления о ней из прошлого опыта, образы прогнозируемой, а также программы преобразования настоящей ситуации в прогнозируемую. Концептуальная модель дает человеку-оператору возможность предвидеть развитие обстановки, заранее выбрать нужную программу действий, распределить во времени свои психофизиологические ресурсы, т. е. работать осмысленно, рационально и эффективно.

Благодаря сформированной концептуальной модели человек-оператор способен критически относиться к сведениям, получаемым от информационной модели, и, в частности, обнаруживать ложные показания приборов в случае их неисправности. Осмысление концептуальной модели позволяет использовать ее как средство контроля за достоверностью сведений, получаемых от информационной модели. Значение концептуальной модели для обеспечения успешной операторской деятельности отчетливо проявляется в проблемных ситуациях, для которых характерна нестандартность возникающих задач, воздействие фактора неожиданности, высокая интенсивность сигнала

лов, поступающих к оператору. Чтобы действовать осмысленно и адекватно, оператору необходимо по ходу деятельности изменять содержание концептуальной модели [1, 3].

Для того чтобы человек-оператор мог решать задачи управления, он должен представить трудовой процесс, т. е. сформировать образ заданной динамики деятельности — мысленное отражение требуемой последовательности и продолжительности этапов, стадий, состояний управляемого процесса. В образе заданной динамики находит отражение не только то, что должно быть, но и то, чего не должно быть, — типичные варианты возможных отклонений, нарушений заданных этапов управления и состояний объекта.

Заданность процесса операторской деятельности означает также и предписанность определенной последовательности технологических операций, которые оператору необходимо выполнить для достижения целей деятельности. Эту последовательность он субъективно отражает в виде плана действий, который взаимосвязан с образами заданной динамики: действия связаны с определенными этапами, стадиями, состояниями управляемого процесса или объекта. Существенно, что план работы строится с учетом технических средств, которые использует человек-оператор в конкретной деятельности.

В образе заданной динамики деятельности отражена динамика активного отношения к ней субъекта, распределение его трудового ресурса. Своеобразие такого отношения раскрывается через понятие «мобилизационная установка субъекта». Мобилизационная установка выполняет психоэнергетическую функцию в системе психической регуляции, благодаря этой установке субъект соотносит отражаемые этапы управляемого процесса и связанные с ним действия с психоэнергетическими затратами, которые потребуются для их выполнения.

Система психической регуляции деятельности обеспечивает восприятие человеком-оператором текущих сигналов о состоянии управляемого процесса и хода выполняемых действий, а также последующее сравнение этих сигналов с эталонными значениями, отраженными в критериях успеха [1].

Опираясь на образ заданной динамики и на связанный с ним план деятельности, человек-оператор создает предвосхищающие схемы, т. е. схемы сбора информации, активно формируемые человеком-оператором ожидания той информации, которая должна соответствовать очередной стадии управляемого процесса.

Оператор-профессионал обычно не воспринимает приборные показания как новые, он скорее сличает ожидаемые показания с фактическими. Зная примерную скорость протекания управляемых процес-

сов, человек-оператор прогнозирует, через какой промежуток времени вероятны значительные изменения в показаниях приборов, и поэтому обращается к ним эпизодически. В связи с этим маршруты перемещения взгляда оператора по приборам не носят хаотичного, случайного характера, а подчиняются определенным закономерностям.

Предвосхищающие схемы подготавливают человека-оператора к очередному акту отбора необходимых ему сигналов. Затем информация, запрашиваемая посредством предвосхищающих схем, должна быть воспринята, т. е. субъективно извлечена из всего множества сигналов. Извлекаемая информация отражается человеком-оператором с помощью оперативных образов, которые представляют собой мысленное отражение информации об объекте (процессе, явлении) по ходу выполнения действий в соответствии с задачами и условиями [1].

Таким образом, современная эргономика накопила достаточно много сведений о психологических закономерностях деятельности человека-оператора. Тем не менее со стороны разработчиков технических устройств они остаются маловостребованными. Эти знания представляются им слишком гуманитарными, неформализованными и разрозненными.

Невостребованность психологических знаний со стороны инженеров может быть обусловлена и другой причиной — невозможностью использования в практических целях большого числа различных измерений пропускной способности каналов, связывающих воспринимающую, решающую и реагирующую системы. Сказанное не означает, что ориентация проектировщиков на количественные оценки процессов приема, переработки информации, принятия решений и его реализации оператором себя не оправдала. Эти оценки необходимы для описания и моделирования взаимодействия оператора и технического устройства. Проектирование такого взаимодействия основывается на функциональных характеристиках человека и машины, предполагает их сравнение (табл. 2) [4].

Изучение функциональных характеристик человека и технического устройства свидетельствует о том, что современная система наук о человеке еще мало знает о преимуществах одного над другим при решении различных задач, а значит, и о распределении функций между ними в их неравноправном диалоге.

Обеспечение понимания в человеко-машинных системах, особенно в системах принятия решения, — вызов целому семейству гуманитарных наук: психологии, лингвистике, семиотике, эргономике. Однако нужно отчетливо сознавать, что понимание нельзя свести к восприятию и запоминанию знаний. Современная педагогика, дидактика пока хорошо умеют обучать знаниям и значительно хуже — пониманию. Знания, хранимые в базах данных, в экспертных системах

и т. д., необходимо извлечь, проинтерпретировать, использовать. Для этого их нужно понять. Понимание — это способ опережающей организации поступающих или предъявляемых знаний, основанный на предметности, осмысленности и целостности всей человеческой деятельности и отражения действительности [2].

Таблица 2

Функциональные характеристики человека и машины

Характеристики	Человек	Машина
Способность интегрировать разнородные элементы в единую систему	Выраженная	Ограниченная
Способность к предвидению событий	Высокая	Ограниченная
Способность к решению нечетко формулированных задач	Высокая	Ограниченная
Способность к распознаванию внешних ситуаций	Высокая	Ограниченная
Способность ориентироваться во времени и пространстве	Выраженная	Ограниченная
Диапазон способов переработки информации	Широкий	Ограничен
Способность формирования образов внешнего мира	Выраженная	Отсутствует
Способность генерировать идеи	Имеется	Отсутствует
Продолжительность непрерывной работы	Незначительная	Большая
Точность и скорость вычислений	Незначительная	Большая
Объем оперативной памяти	Ограничен	Значительный
Способность к обобщению	Имеется	Ограниченная
Способность к обучению	Хорошая	Плохая

Так, в эпоху возросшего интереса к разработке систем искусственного интеллекта исследователи обратились к проблеме организации знаний в человеческой памяти. Оказалось, что своеобразие этой организации состоит в том, что в ней динамические свойства преобладают над консервативными. В то же время в существующих и создаваемых базах данных консервативные свойства превалируют над динамическими, что неминуемо приводит к проблеме совместности двух систем знания: машинной и человеческой. Понимание — это пока единственное связующее звено между ними.

Аналогом данной проблемы на заре возникновения инженерной психологии и эргономики была проблема разработки, формирования и согласования информационных моделей реальности в автоматизированных системах управления и образно-концептуальных моделей той же реальности и законов ее изменения у операторов. В настоящее время возникают значительно более сложные и масштабные проблемы универсальной (и в то же время удобной для огромного числа возможных пользователей, а не только для ограниченного круга спе-

циально подготовленных операторов) организации знаний в базах данных, в специальных экспертных системах и в других средствах информатики [1].

Создание современной научной основы эффективного диалога человека и технического устройства предполагает не только совершенствование технического устройства на базе знаний о человеческом факторе, но решение более перспективной задачи — проектирования человеческой деятельности. В разных условиях центр тяжести этого проектирования может приходиться либо на внешние, либо на внутренние средства деятельности. Например, существует ряд информационных моделей, которые можно условно назвать моделями-изображениями реальной обстановки. К их числу относятся изображение на радиолокационном экране, аэрофотоснимки, снимки трековых моделей и другие типы первичного отображения той или иной информации. Модели названных типов являются заданными, они определены имеющимися техническими возможностями. И хотя работа с ними крайне затруднена помехами, многочисленными искажениями, вносимыми аппаратурой, условиями сбора информации и пр., изменение внешних средств деятельности оказывается невозможным.

В рекомендациях по работе с информационными моделями учитываются условия освещенности, уровень контраста, рабочая поза, режим работы. Но основная задача в этих случаях состоит в анализе деятельности и проектировании ее внутренних средств. Они обычно складываются стихийно, их структура часто неизвестна, что затрудняет организацию рационального обучения операторов. Инструкторы иногда довольно смутно представляют себе информативные признаки, на основании которых они обнаруживают полезный сигнал, осуществляют дешифровку и декодирование информации. Таким образом, когда речь идет о заданных информационных моделях, повышение эффективности работы операторов с ними возможно за счет рационального проектирования и формирования у операторов внутренних средств деятельности, которые обеспечат своевременную и точную ориентацию в новой, незнакомой им ранее обстановке [2].

Возможна и другая ситуация, когда оператор имеет дело не с первичной, а с предварительно обработанной информацией, которая в современных системах управления, как правило, поступает на устройство отображения из вычислительной машины. В этих случаях имеется большой простор для технической реализации различных типов информационных моделей на устройствах отображения, и основное внимание при проектировании должно быть обращено на создание адекватных внешних средств деятельности оператора. Это не означает, однако, что внутренние средства остаются без внимания. Но при работе со вторичными информационными моделями эти

средства должны быть иными. Они относятся не к перцептивной сфере, а к интеллектуальной, к сфере принятия решений [3].

Следует заметить, что общие закономерности деятельности операторов человеко-машинных систем, существо которой составляют интеллектуальные процессы, еще далеко не выявлены, тем более специфика этой деятельности в конкретных системах. Тем не менее, основные психологические закономерности процессов приема и переработки информации человеком уже известны и могут быть использованы при разработке содержания некоторых принципов проектирования информационных моделей в технических средствах:

- соответствие информационной модели доминирующему оперативному образу;
- интегрирование сигналов в укрупненные оперативные единицы информации;
- учет последовательной организации внимания;
- максимальная разгрузка оперативной памяти человека;
- обеспечение предвидения ситуации и результатов своих действий;
- максимальное высвобождение внимания для принятия решения;
- минимизация нагрузки на долговременную память, особенно на процесс вспоминания;
- оптимизация дифференцированного восприятия сигналов;
- обеспечение разнообразия деятельности, достаточного для поддержания оптимального уровня активности (бодрствования);
- обеспечение человека эффективной обратной связью о результатах его управляющих воздействий [3].

Перечисленные инженерно-психологические принципы являются неформальными, решать задачу проектирования информационных моделей необходимо с учетом конкретных условий и взаимосвязей всех компонентов операторской деятельности. При проектировании рабочей среды следует учитывать, что воздействие факторов внешней среды может не только быть причиной нарушений функционального состояния и уровня работоспособности оператора, но и влиять в качестве физических помех на рабочую деятельность. Например, высокий уровень шума или низкая освещенность пульта управления могут создавать эффект маскировки полезного сигнала.

Неблагоприятное влияние факторов обитания определяется интенсивностью и продолжительностью их воздействия. При проектировании среды обитания следует учитывать наличие кумулятивных эффектов влияния некоторых факторов, когда нарушение функционального состояния наступает после их многократных воздействий.

Исследования закономерностей влияния человеческого фактора на деятельность технических систем, а также обратного влияния должно существенно интенсифицироваться. Главная цель этой работы заключается в определении структуры мыслительной деятельности, ее операционного состава и рабочих характеристик, т. е. количественных показателей — продуктивности, точности и оперативности.

Важно при этом обратить внимание на следующее: решение задач в человеко-машинных системах является процессом, ориентированным на человека, что предполагает связь человека с человеком в специфически человеческой форме, подразумевающей интроспекцию и самооценку, а также рефлексивные элементы общения. Об этом часто забывают, поскольку данная связь маскируется вклинивающимися в нее машинными компонентами системы. Но машина и ее информационно-математическое обеспечение представляют собой вспомогательный инструмент для решения задач, внешнее средство деятельности оператора. Машина всегда работает на низшем по сравнению с человеком уровне решения задачи, а человек всегда остается носителем стратегического мышления. В этой связи укажем, что исследования процессов принятия решения в автоматизированных системах приобретают более общее значение как возможное средство повышения эффективности управляющей деятельности вообще [2].

Таким образом, теоретическое исследование роли человеческого фактора в современных технических системах позволяет сделать следующие выводы:

- проведение эргономических исследований обусловлено не столько соображениями гуманного порядка, сколько объективными закономерностями развития промышленности и экономики: в условиях бурного развития технологий человеческий фактор становится важным резервом роста производительности труда;
- современные технические устройства предъявляют высокие требования к формированию новых способностей человека в плане сенсорной, интеллектуальной и двигательной деятельности в соответствии с теми возможностями, которые открываются перед ним с развитием техники;
- новые технические средства будут способствовать проектированию новых видов деятельности человека, если они будут достаточно эргономичны. В противном случае диалог человека и технического устройства нельзя будет считать эффективным и вызов современного технического средства не будет принят пользователем;
- для того чтобы техника была дружественной человеку и в конечном счете внесла свой вклад в реализацию человеческой сущности оператора, ее разработчики должны учитывать закономерности распре-

ления функций между человеком и техническим средством (в том числе и определение критерия эффективности системы человек — машина, а также ограничивающих условий); использовать их при проектировании технических средств деятельности операторов (включая синтез информационных моделей, конструирования органов управления и общей компоновки рабочего места) и оценке СЧМС.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Анохин А.А., Падерно П.И., Сергеев С.Ф., ред. Человеческий фактор в сложных технических системах и средах. *Труды Второй международной научно-практической конференции «Эрго 2016»*. Санкт-Петербург, Северная звезда, 2016, 536 с.
- [2] Зинченко В.П. *Философское наследие*. Москва; Санкт-Петербург, ЦГИ «Принт», 2016, 504 с.
- [3] Ломов Б.Ф. *Человек и техника: очерки инженерной психологии*. Москва, Книга по требованию, 2012, 464 с.
- [4] Климов Е.А. *Введение в психологию труда*. Москва, Издательство Московского университета; Академия, 2004, 336 с.

Статья поступила в редакцию 28.08.2018

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Ермолаева М.В. Эргономические исследования человеческого фактора в современных технических системах. *Гуманитарный вестник*, 2018, вып. 9.
<http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2018-9-552>

Ермолаева Марина Валерьевна — д-р психол. наук, профессор кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана.
e-mail: mar-erm@mail.ru

Ergonomic research of human factor in modern technical systems

© M.V. Ermolaeva

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

The paper considers actual problems of ergonomics and its modern status. The article is devoted to the principles of design of technical equipment based on basic features of human's mental activity. The investigation is concerned with the problem of concurrence between machine's constructional features and characteristics of operator's activity.

Keywords: *human factor, ergonomics, psychological analysis, operator's activity*

REFERENCES

- [1] Anokhin A.A., Paderno P.I., Sergeev S.F., ed. Chelovecheskiy faktor v slozhnykh tekhnicheskikh sistemakh i sredakh [Human factor in complex technical systems and environments]. *Trudy Vtoroy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Ergo 2016»* [Proc. of the II International scientific-practical conference "Ergo 2016"]. St. Petersburg, Severnaya zvezda Publ., 2016, 536 p.
- [2] Zinchenko V.P. *Filosofskoe nasledie* [Philosophical legacy]. Moscow, St. Petersburg, TSGI «Print» Publ., 2016, 504 p.
- [3] Lomov B.F. *Chelovek i tekhnika: ocherki inzhenernoy psikhologii* [Human and technology: essays of engineering psychology]. Moscow, Kniga po trebovaniyu Publ., 2012, 464 p.
- [4] Klimov E.A. *Vvedenie v psikhologiyu truda* [Introduction to the psychology of labor]. Moscow, MSU, Akademiya Publ., 2004, 336 p.

Ermolaeva M.V., Dr. Sc. (Psychol.), Professor, Department of Industrial Logistics, Bauman Moscow State Technical University. e-mail: mar-erm@mail.ru