

ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ «ЧЕЛОВЕК-МАШИНА-СРЕДА» НА ОСНОВЕ АДАПТАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА И ТЕХНИКИ



Л.А. Вайнштейн

Профессор кафедры инженер-
ной психологии и эргономики
БГУИР, кандидат психологиче-
ских наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь

E-mail: vainshteinl@mail.ru

Abstract. Currently promising is the transition to ergonomic design (EP) on the basis of human adaptation and technology with a systems perspective. System design with an integrated approach consists of technical, designer, ergonomic design. The basis of GeV is an anthropocentric approach, to maximize their personal and professional potential. In the main anthropocentric approach is the design of operator activity with the following possible directions: a) when people and technology as opposed krasnokazarmenny SCMS links and Central link of the system is people; b) the equivalent approach, when man and machine are treated as equal components SCMS. The most appropriate is to optimize for a consolidated indicator – ergonomic equipment in accordance with ISO 9000, subject to restrictive conditions on private criteria.

Научно-технический прогресс способствует постоянному совершенствованию техники, повышению её производительности, энерговооруженности, росту рабочих скоростей, автоматизации на основе применения электронной и микропроцессорной техники. Трудовая деятельность человека в этих условиях все больше связана с информационным взаимодействием человека как оператора в системе «человек – машина – среда» (СЧМС). Известно, что от того насколько оптимально организовано взаимодействие человека и техники зависит эффективность реализации ее технических возможностей. В настоящее время существует огромное число примеров, когда заложенные технические возможности машин по повышению производительности очень часто оказывается ниже проектной и ожидаемой при их эксплуатации. Все это актуализирует новое инновационное научное направление под названием эргономика. Эргономика как научная и проектировочная дисциплина показана на рис.1.

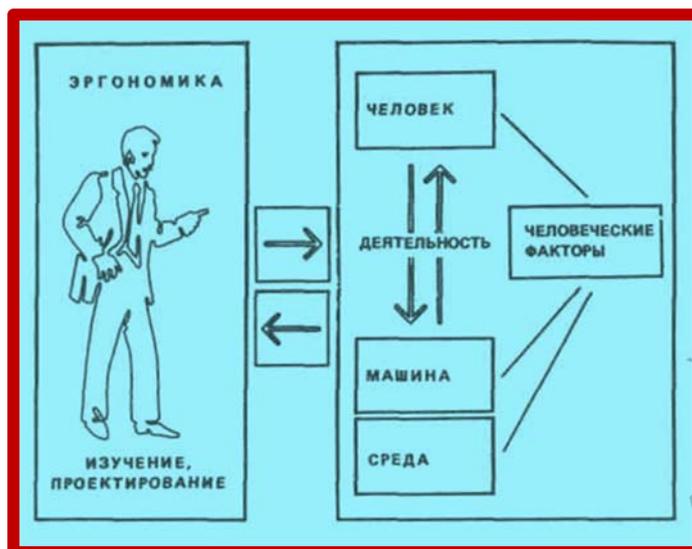


Рис.1. Структура эргономики как научной и проектировочной дисциплины на основе изучения и проектирования деятельности человека-оператора в СЧМС.

Системный анализ различной техники показывает, что она обладает тремя группами параметров: техническими, эстетическими и эргономическими (инженерно-психологическими). Различными исследованиями установлено, что именно из-за недоучета эргономических параметров, а именно они обеспечивают адаптацию техники к человеку, снижается производительность и качество труда, наблюдается низкая безопасность труда.

В методологическом плане ранее проектирование исходно строилось на принципах *системотехники*. Системотехника связана с объектами когда, кроме материальных, технических и энергетических факторов, значительную роль играет информационный фактор, который в СЧМС становится доминирующим («системообразующим»). Причем именно законы взаимосвязи различных звеньев системы определяют ее свойства как целого, а человек фактически рассматривается как техническое звено СЧМС, как канал связи, имеющий определенные (фиксированные) «входные» и «выходные» характеристики по приему и переработке информации. Главной задачей разработчиков системы является согласование этих характеристик с аналогичными показателями «входов» и «выходов» технических звеньев. Понятно, что представление о человеке как канале связи является упрощенным. Оно не соответствует реальному поведению человека как оператора и не обеспечивает совпадения расчетных и действительных показателей указанных характеристик по различным психологическим причинам. В результате наблюдается рассогласование (диссонанс) между техникой и человеком.

Более перспективным является переход на эргономическое проектирование на основе адаптации человека и техники с позиций системного подхода. Данный подход реализуется путем: во-первых, на различных стадиях развития СЧМС, и во-вторых, комплексного проектирования СЧМС.

Центральным для эргономического подхода к системе «человек – машина – среда» является требование рассматривать человека, машину, факторы среды как сложное функционирующее целое, в котором ведущая (управляющая) роль принадлежит человеку. В системе «человек – машина – среда» человек и машина действуют сообща с целью совершения определенной работы, но выполняют различные задачи, и важнейшим решением в части планирования работы является распределение выполняемых задач между этими двумя компонентами системы.

СЧМС в своем развитии проходит три основные стадии: проектирование, производство и эксплуатацию. Существует и четвертая – утилизация техники. Причем, именно на стадии проектирования закладываются основные параметры, которые определяют эргономичность СЧМС в дальнейшем. На последующих стадиях необходимо сохранять достигнутые эргономические параметры.

Возможность максимального учета человеческого фактора на каждой стадии обеспечивается комплексным подходом. Суть его состоит, во-первых, в том, что объект проектирования является не просто техническим устройством, а единой СЧМС. Именно наличие человека как оператора в СЧМС придает ей особые, специфические свойства.

Во-вторых, проектирование системы при комплексном подходе состоит из трех основных и взаимосвязанных частей: *технического, дизайнерского, эргономического проектирования (ЭП)*.

Техническое проектирование заключается в разработке технической части системы. Этот вид проектирования является традиционным, применяется уже длительное время и хорошо известен конструкторам. *Дизайнерское* проектирование осуществляется дизайнером и обеспечивает эстетический уровень и требуемые потребительские свойства СЧМС. *Эргономическое (ЭП)* проектирование заключается в решении всех вопросов, связанных с включением человека в проектируемую систему и производится психологом, имеющим специальную подготовку. Идея эргономического проектирования систем «человек-машина-среда» связана с распространением проектной установки при создании техники на проектирование системы, в которой человек, машина и условия среды рассматриваются как звенья сложного функционирующего целого объекта.

В методологическом плане эргономическое проектирование СЧМС опирается на идеи системного подхода и направлено на определение такого варианта интеграции всех звеньев в единую систему, которая бы обеспечивала эффективность применения СЧМС, включая затраты на ее разработку и изготовление, без ущемления «человеческого фактора». В основе ЭП лежит совокупность представлений о целостном рассмотрении трудовой деятельности и системно-динамических характеристиках структуры деятельности человека как оператора. Учитывается также синтез различных аспектов его деятельности и роли возможных последствий тех или иных решений при проектировании деятельности, учет особенностей взаимосвязи и взаимного влияния отдельных элементов (компонентов) системы для достижения максимальной эффективности и надежности СЧМС.

Основу ЭП составляет создание проекта деятельности человека аналогично тому, как задачей технического проектирования есть создание проекта технической части системы. Кроме создания проекта деятельности человека-оператора в задачи ЭП входит согласование различных аспектов технического и эргономического проектов и создание на основе этого обобщенного проекта СЧМС.

Проведение эргономического проектирования возможно на двух уровнях: коррективном и проективном. Коррективный уровень позволяет решать задачи, связанные преимущественно с рационализацией отдельных действий человека-оператора или отдельных эргономических параметров.

Проективный уровень связан с повышением эффективности функционирования всей СЧМС на основе создания оптимальной деятельности человека-оператора. Это осуществляется путем эргономического проекта его деятельности в СЧМС и обеспечивает реализацию антропометрического подхода к созданию новой техники, который является сейчас наиболее эффективным. Антропоцентрический подход (от человека к машине) опирается на теорию деятельности и личности человека-оператора. Согласно им человек признается субъектом труда, выполняющим сознательную целенаправленную деятельность, а машина - орудием труда, которое человек использует для этой деятельности. В соответствии с антропоцентрическим подходом СЧМС должна проектироваться таким образом, чтобы человек мог максимально реализовать свой личностный и профессиональный потенциал. Техника должна создаваться для человека и с учетом его возможностей реализовать задачи деятельности. На рис. 2 показана логическая последовательность формулирования эргономических требований, начиная от свойств человека-оператора. Под свойствами человека-оператора понимают его антропометрические, психофизиологические, физиологические и психологические характеристики и возможности.



Рис.2. Логическая последовательность формулирования эргономических требований для обеспечения эффективности СЧМС

При практическом применении антропоцентрического подхода главным становится проектирование операторской деятельности. Именно проект деятельности человека как оператора выступает как основа для проектирования технических звеньев СЧМС. Причем акцент делается на проектирование интерфейса человека и машины (рис.3).

Возможны различные направления реализации этого подхода. Во-первых, когда человек и техника противопоставлены как разнокачественные звенья

СЧМС, а центральным звеном системы является человек. Во-вторых, равнозначного подхода при проектировании СЧМС, когда человек и машина рассматриваются как равноправные компоненты СЧМС.

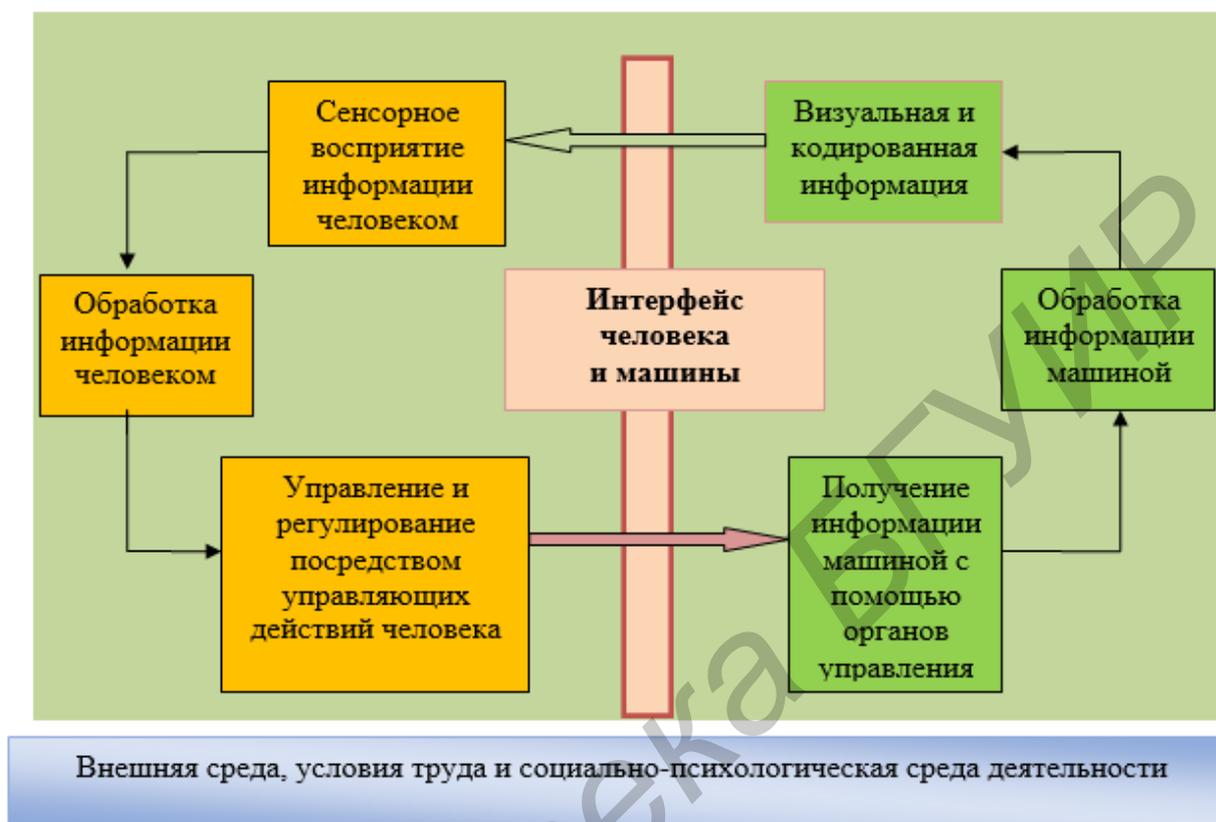


Рис. 3. Структура функционирования «системы человек-машина-среда» (СЧМС)

Информационная деятельность человека как оператора в системе «человек – машина – среда» имеет самый разнообразный характер и обобщенно может быть представлена в виде четырех основных этапов: прием информации, оценка и переработка информации, принятие решения, реализация принятого решения. В основе приема информации лежит формирование перцептивного образа, включающего операции обнаружения, различения и опознавание. Оценка и переработка информации заключается в формировании оперативного образа, который зависит от сложности информационной модели. Принятие решения предполагает формирование последовательности целесообразных действий для достижения цели на основе преобразования полученной информации. На этапе реализации принятого решения выполняются определенные управляющие действия.

Проектирование СЧМС включает в себя решение нескольких взаимосвязанных задач: анализ характеристик объекта управления, распределение функций между человеком и техникой (включая автоматику), распределение функций между операторами, проектирование деятельности оператора, проектирование

технических средств деятельности оператора, оценка системы СЧМС. Наряду с этим в процессе проектирования деятельности оператора (или группы операторов) определяются: структура и алгоритмы деятельности оператора в различных режимах работы СЧМС; способы выполнения этой деятельности; требования к психофизиологическим характеристикам человека (восприимчивости, памяти, мышлению, вниманию, скорости реакции, эмоциональной устойчивости и др.); предельно допустимые показатели деятельности оператора.

На основании проекта деятельности человека-оператора осуществляется разработка информационной модели взаимодействия в СЧМС, проектирование средств отображения информации, органов управления, производится компоновка и организация рабочего места человека-оператора и т.д.

Человеческие факторы в технике не даны изначально. Они представляют собой искомое, которое может быть найдено лишь на основе изучения задач системы «человек – машина – среда», функций человека в ней, вида и отличительных черт его деятельности. В результате анализа определяется номенклатура человеческих факторов в технике, учет которых необходим в целях создания нормальных условий для деятельности человека и эффективного функционирования системы. Человеческие факторы в технике – это структурные образования различной степени сложности, где понятие деятельности служит теоретической основой трактовки человеческих факторов в технике. Теоретические представления о природе человеческих факторов позволяют развернуть структурную схему формирования целостной эргономической характеристики системы «человек – машина – среда». Эта иерархическая динамическая структура включает несколько уровней, высшим из которых является эргономичность. Эргономичность СЧМС определяется стандартом ISO 9000. Являясь интегральным показателем эргономических свойств, эргономичность предполагает использование групповых и единичных параметров по следующим эргономическим свойствам: управляемость, обслуживаемость, осваиваемость, обитаемость. Они формируются на основе следующих базовых характеристик: социально-психологических, психологических, физиологических и психофизиологических антропологических гигиенических.

На заключительной стадии проектирования необходимо провести эргономическую оценку проекта и сравнение полученных результатов с требуемым техническим заданием на систему. Весьма перспективным является оценка по показателям эргономичности. При несоответствии каких-либо параметров требуемым эргономическим свойствам, разработанный проект уточняется, пока не будет получен приемлемый результат. Благодаря оценке эргономичности возможно количественное сравнение (в баллах) существующего и модернизируемого вариантов изделия.

Наиболее полная реализация эргономического проектирования, учет различных эргономических стандартов, норм и требований обеспечивается на основе цикличности и последовательности. Это целесообразно проводить в виде отдельных эргономических этапов (разделов) на каждой из существующих стадий

проектирования: Технических требований, Технического задания, Эскизном предложении, Эскизном проектировании, Техническом проектировании, Рабочем проектировании технической документации, при различных испытаниях и т. д. При этом на каждой последующей стадии, разработанные эргономические предложения или варианты проектного решения уточняются и улучшаются. Благодаря этому, в процессе проектирования осуществляется последовательная оптимизация проекта СЧМС. Наиболее целесообразным является оптимизация по обобщенному показателю – эргономичность техники в соответствии со стандартом ISO 9000, с учетом ограничивающих условий на частные критерии.

Роль, значение и возможности эргономического проектирования неуклонно повышаются по мере развития науки и техники в условиях перехода на более высокие технологические уклады.

Литература

- [1]. Вайнштейн Л.А. Эргономика: учебное пособие.– Минск, ГИУСТ БГУ, 2010.