

УДК 159.9

ГРНТИ 15.81.31

О ПУТЯХ ПОСТРОЕНИЯ ТЕОРИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ПСИХОЛОГИИ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА¹

© 2022 г. Б.Ф. Ломов

Директор Института психологии АН СССР

Данная статья² Б.Ф. Ломова посвящена рассмотрению предпосылок разработки системных идей в инженерной психологии. Исходной позицией для развития инженерно-психологических исследований на основе системного подхода является осознание необходимости психологического изучения деятельности человека-оператора в целом и рассмотрения всей системы психических функций, процессов и состояний в контексте этой деятельности. Инженерно-психологическое изучение системы «человек-машина» приводит к признанию ее «целеустремленной», так как человек-оператор ставит цели, определяет задачи и выбирает средства их выполнения, а также выступает организующим звеном этой системы, направляющим ее на достижение определенного, заранее им же самим заданного, результата и обеспечивающим пластичность ее функционирования. Сама структура деятельности человека обладает системными признаками и включает в себя представление конечного результата, вектор «мотив-цель», прогнозирование изменения условий окружающей среды и другие компоненты, значимые для работы оператора. Получение и переработка информации человеком при взаимодействии с машиной происходит на двух уровнях: на уровне системы органов чувств и сенсорных процессов и уровне системы представлений и концептуальных моделей. Полученная информация используется оператором при принятии решения, в процессе которого происходит выдвижение альтернативных гипотез, их проверка и оценка. Приняв определенное решение, человек разрабатывает программу действий для достижения поставленной цели. После осуществления этой программы происходит получение обратной связи от самого объекта управления или от систем отображения сигналов. Перечисленные компоненты и этапы деятельности человека-оператора могут

¹ Впервые опубликовано: Ломов Б.Ф. О путях построения теории инженерной психологии на основе системного подхода // Инженерная психология: теория, методология, практическое применение / Отв. ред. Б.Ф. Ломов, В.Ф. Рубахин, В.Ф. Венда. М.: Наука, 1977. С. 31-55.

² Аннотация и ключевые слова к статье составлены А.А. Костригиным.

быть спроектированы с позиций системного подхода, который рассматривает психические явления как многомерные, многоуровневые, обладающие системными качествами, изменяющиеся, развивающиеся и детерминированные внутренними и внешними факторами. Реализация системного подхода в инженерной психологии предполагает также взаимодействие с другими науками (техническими, биологическими, медицинскими и др.) и включение в разработку эргономической и управленческой проблематики.

Ключевые слова: инженерная психология, система «человек-машина», деятельность, переработка информации, принятие решения, системный подход, эргономика.

В разные периоды развития комплекса наук, изучающих человека в связи с инженерными задачами и прежде всего в связи с задачей приспособления техники к человеку, предметом научного анализа последовательно становились различные свойства человека.

Не придерживаясь строго истории, отметим, что в начале основное внимание уделялось вопросам строения человеческого тела и динамики рабочих движений. На основе данных биомеханики и антропометрии разрабатывались рекомендации, относящиеся к рабочему месту человека и используемым им инструментам. Затем объектом исследования становятся физиологические свойства человеческого организма. Рекомендации, вытекающие из данных физиологии труда и ряда других, связанных с нею дисциплин, относятся уже не только к организации рабочего места, но и к режиму рабочего дня и некоторым другим сторонам трудовой деятельности. Предпринимались попытки оценить различные виды труда с точки зрения тех требований, которые они предъявляют к человеческому организму. На общем фоне ведущихся исследований психологические аспекты трудовой деятельности занимали весьма скромное место.

Психологическая проблематика выдвинулась на первый план в связи с научно-технической революцией, которая привела к существенным изменениям условий, средств

характера трудовой деятельности. Остро была поставлена проблема изучения тех свойств человека, которые обычно определяют как психологические³.

Развитие систем контроля и управления потребовало развертывания исследований процессов приема, переработки, хранения информации человеком, механизмов принятия решения (в тех или иных ситуациях), влияния психологических факторов на эффективность и надежность этих систем. Именно с научно-технической революцией связано формирование инженерной психологии как самостоятельной научной дисциплины, в русле которой проводятся психологические исследования с целью решения инженерных задач.

Инженерная психология начала формироваться сравнительно недавно. Первая в СССР лаборатория инженерной психологии была создана в Ленинградском государственном университете в 1959 г. В то время еще недостаточно четко определялась проблематика этой молодой области науки, не было отечественной литературы по инженерной психологии, никто не готовил специалистов этой области.

Прошедший срок для развития науки, конечно, небольшой, но он был достаточно продуктивным. За это время более или менее четко определилась проблематика инженерной психологии, разработана система методов исследования, инженерно-психологические рекомендации начинают использоваться в практике проектирования, разработки и эксплуатации технических систем. Созданные в 1966 г. факультеты и отделения психологии в ряде университетов страны готовят специалистов в области инженерной психологии. Появилась и довольно обширная отечественная литература.

Главный итог первоначального развития этой отрасли заключается в том, что сформировалась общая концепция инженерной психологии как науки об информационном взаимодействии человека и технических устройств в системах контроля и управления.

³ Отметим, кстати, что одним на первоначальных названий инженерной психологии было «прикладная экспериментальная психология».

На первых порах в инженерную психологию включалось многое из других областей знания, имеющих то или иное отношение к системам «человек — машина». Но постепенно вычленилась главная линия — исследование процессов приема, переработки, хранения информации человеком, принятия решения и психической регуляции управляющих действий.

Разработан также ряд специальных концепций, раскрывающих различные стороны деятельности человека-оператора в системах «человек — машина».

На первоначальном этапе развития, как известно, в инженерной психологии преобладали исследования аналитического типа, связанные с оценками тех или иных отдельно взятых технических устройств (и их элементов) с точки зрения их соответствия также отдельно взятым психологическим характеристикам человека. Так, были выполнены многочисленные исследования восприятия показаний различных типов контрольно-измерительных приборов, различения и опознания цифр, букв, условных знаков, геометрических фигур, цветовых кодов и т.д., т.е. отдельно взятых сигналов, при помощи которых информация передается человеку. Их психологическая оценка основывается главным образом на измерениях времени экспозиции сигналов, вероятности безошибочного опознания, времени реакции, количества движений глаз, длительности фиксации глаз и т.д.

Эти исследования дали определенные полезные результаты (в частности, позволили сформулировать некоторые принципы кодирования информации, передаваемой в системах управления человеку); разработанные на их основе рекомендации используются в практике. Однако реальная деятельность человека-оператора в этих исследованиях редуцируется к элементарным реакциям, поэтому накопленные в них данные имеют ограниченное значение.

В начальный период развития инженерной психологии довольно широкое распространение имел так называемый *машиноцентрический* подход к анализу систем «человек — машина», т.е. подход, который можно было бы определить как подход «от

машины к человеку». Здесь человек рассматривается как простое звено системы; функционирование этого звена исследуется в плане тех схем, принципов и методов, которые разработаны для описания и анализа технических систем. Главная задача исследования, вытекающая из машиноцентрического подхода, — определение «входных» и «выходных» характеристик человека; при этом обычно стремятся найти их некоторые абсолютные значения, не зависящие от конкретных условий деятельности человека.

Особенно широко этот подход, совпадающий во многих отношениях с бихевиористскими концепциями поведения, был распространен в англо-американской инженерной психологии (да и до сих пор мы нередко встречаемся с его проявлениями).

Однако с развитием инженерно-психологических исследований все более и более проявляется односторонность и ограниченность машиноцентрического подхода. В процессе экспериментальных исследований непрерывно накапливаются данные, как бы ломающие те рамки, которые были заданы традиционными схемами коммуникационных технических систем. Так, например, при определении скорости приема и переработки информации человеком (пропускной способности) его рассматривали как звено системы, осуществляющее функцию канала связи; при этом, естественно, абстрагировались от всей системы свойств человека, бралось только одно — способность человека работать в режиме ретранслятора информации. Такая абстракция позволила, конечно, получить некоторые полезные результаты (в частности, были выявлены некоторые ограничения человека). Однако исследователи непрерывно сталкиваются с «нарушениями» выявленных зависимостей.

Человек ведет себя далеко не всегда так, как должно было бы ожидать, исходя из представлений о канале связи. На скорость переработки информации человеком, как выяснилось, влияет множество различных факторов: например, уровень работоспособности, состояние человека, степень его тренированности, характер мотивации и т.д. В процессе исследований выявляются все новые и новые факторы, влияющие на скорость переработки информации человеком.

По существу в этих факторах проявляются те свойства человека, которые не учитываются схемой канала связи. Выступая в роли звена системы управления, человек остается человеком со всем присущим ему многообразием свойств. Даже в самом «стерильном» эксперименте не удастся «отсечь» те свойства, которые выходят за пределы представлений о человеке как канале связи. Аналогичным образом дело обстоит и в том случае, когда пытаются рассматривать человека только как некоторую биологическую (физиологическую) систему, ограничиваясь анализом динамики физиологических процессов.

Таким образом, в процессе развития инженерной психологии возникает необходимость разработки иного принципиального подхода к анализу систем «человек — машина». Задача исследования человека как оператора (и только как оператора) превращается в задачу исследования оператора как человека.

Это определяет *антропоцентрический* подход, т.е. подход «от человека к машине». Отношение «человек и машина» в системах управления рассматривается здесь как отношение «субъект труда и орудия труда».

В советской инженерной психологии по существу с самого начала был принят именно антропоцентрический подход (Б.Ф. Ломов (Ломов, 1963), А.Н. Леонтьев и Б.Ф. Ломов (Леонтьев, Ломов, 1963) и др.). Он вытекает из общих позиций советской психологической науки, разработанных трудами Б.Г. Ананьева, Л.С. Выготского, А.Н. Леонтьева, А.Р. Лурии, А.А. Смирнова, Б.М. Теплова, С.Л. Рубинштейна и др. Такой подход предполагает рассмотрение функций человека-оператора в системах контроля и управления как целенаправленной сознательной деятельности.

Чем далее развивается инженерная психология, тем все более отчетливо осознается необходимость психологического изучения деятельности человека-оператора *в целом* и рассмотрения *всей* системы психических функций, процессов и состояний в контексте этой деятельности.

Нужно отметить, что эта позиция все более утверждается не только у нас, но и за рубежом.

Реализация машиноцентрического подхода на практике привела к формированию принципа симплификации (упрощения) как главного принципа согласования технических устройств с человеком. Этот принцип по существу ведет к обеднению реальной деятельности человека.

Антропоцентрический подход реализуется в решении практических задач иначе. Главным звеном в этом случае становится проектирование деятельности человека-оператора. Проект деятельности выступает как основа решения всех других задач, связанных с разработкой системы «человек — машина»: от общей задачи определения ее принципиальной схемы и до конкретных частных задач, скажем, оформления панелей и шкал приборов, выбора типов органов управления и т.п.

Нужно, правда, сказать, что пока еще задача проектирования деятельности человека-оператора формулируется в очень общем виде, методы ее решения не разработаны. Для реализации общей идеи и доведения ее до конкретных разработок требуются большие усилия. Но от организации усилий в этом направлении зависят перспективы развития инженерной психологии.

Дальнейшая разработка общей психологической теории деятельности, строгих методов ее анализа и описания, а также методов и путей ее проектирования — это задачи, которые имеют для инженерной психологии на современном этапе ее развития первостепенное значение.

Человеческая деятельность так же, как и сам человек, относится к тем объектам научного исследования, которые принято называть системными. Важнейшим условием изучения подобных объектов является объединение комплексов наук: синтез данных, накопленных при изучении тех или иных сторон, свойств, элементов системных объектов. Следует отметить, что, формируясь на границах технических, биологических и психологических наук (на границах наук о технике и наук о человеке), инженерная

психология уже с самого начала как бы впитала в себя идеи системного подхода. Но, как уже отмечалось, первоначально оператор рассматривался лишь в качестве одного из компонентов системы, а не как самостоятельная система.

Однако в ходе исследования систем «человек — машина» (и более широко: систем «человек — машина — окружающая среда») инженерная психология должна была неизбежно столкнуться (и столкнулась) с тем фактом, что сам человек представляет собой весьма сложную систему. Еще И.П. Павлов отмечал, что «человек есть, конечно, система (грубее говоря, машина), но... в горизонте нашего современного научного видения единственная по высочайшему саморегулированию» (Павлов, 1951, с. 394).

Таким образом, в процессе развития инженерной психологии осуществляется переход от относительно простых и частных вопросов к более сложным и общим, от исследования отдельных элементов деятельности — к изучению деятельности в целом, от рассмотрения человека-оператора как простого звена систем управления — к рассмотрению его как сложной высокоорганизованной системы, от машиноцентрического подхода — к антропоцентрическому. Это вытекает как из логики развития самой науки, так и из возрастающих требований практики.

В русле антропоцентрического подхода принципиальная схема системы «человек — машина» раскрывается иначе, чем было принято. Не человек рассматривается как простое звено, включенное в техническую систему, а машина — как средство, включенное в деятельность человека. Пользуясь этим средством, человек решает поставленные перед ним задачи.

Элементарная схема системы «человек — машина» с замкнутым контуром регулирования традиционно описывается примерно следующим образом: есть некоторый объект управления; его изменения улавливаются при помощи каких-либо датчиков; сигналы от датчиков преобразуются и передаются к системам отображения информации (визуальным, акустическим, тактильно-вибрационным и др.); человек-оператор воспринимает отображенные этими системами сигналы, расшифровывая их, принимает то

или иное решение и выполняет некоторые управляющие действия; сигналы, возникающие в результате этого действия, через систему технических устройств передаются и объекту управления, изменяя его состояние; сигналы об изменившемся состоянии вновь поступают к человеку и цикл управления повторяется.

В этой схеме человек-оператор занимает место некоторого простого звена, осуществляющего преобразование сигналов, циркулирующих в системе. Основное направление инженерно-психологического анализа, вытекающее из описания схемы, — определение «входа» и «выхода» этого звена. Характеристики структуры и динамики деятельности человека здесь остаются в тени, в лучшем случае они рассматриваются как некоторые внешние факторы, влияющие на «вход» и «выход».

Принципиальный подход к системе «человек — машина», изложенный выше, заставляет взглянуть на эту систему несколько иначе.

Прежде всего отметим, что системы «человек — машина» относятся к классу систем, которые Р. Акофф и Ф. Эмери определяют как *целеустремленные* (Акофф, Эмери, 1974). Согласно Н. Винеру и А. Розенблюту, система действует целеустремленно, если она продолжает преследовать одну и ту же цель, изменяя свое поведение при изменении внешних условий (Wiener, Rosenblueth, 1950).

Акофф и Эмери считают существенными свойствами целеустремленной системы ее способность продуцировать результаты одного типа различными способами в структурно одинаковом окружении и вместе с тем функционально различные результаты как в одинаковом, так в структурно различных окружениях. Система этого класса может изменять свои задачи; она выбирает и задачи, и средства их выполнения.

Целеустремленность системы «человек — машина» обуславливается тем, что в нее включен человек. Именно он ставит цели, определяет задачи и выбирает средства их выполнения. Таким образом, исходным пунктом анализа и описания системы «человек — машина» становится целесообразная деятельность человека.

При таком подходе элементарная схема системы может быть описана следующим образом: есть некоторый объект управления; человек-оператор ставит задачу (или другие люди ставят перед ним задачу) перевести этот объект из состояния a_1 в состояние a_2 (или, напротив, удерживать объект в состоянии a_1 , преодолевая внешние возмущения); на основе имеющейся в его распоряжении информации (в том числе и профессионального опыта) у человека-оператора формируется некоторый образ задаваемого (будущего) состояния объекта (состояние a_2); воспринимая сигналы, поступающие на системы отображения информации, он оценивает текущее состояние объекта (состояние a_1), анализирует возможные способы выполнения задачи, принимает решение и выполняет управляющее действие (или систему действий); сигналы, возникшие в результате этого действия, через систему технических устройств передаются к объекту управления, изменяя его состояние a_1 на a_2 , сигналы об изменившемся состоянии поступают к человеку; он оценивает, решена ли задача, сравнивая текущее состояние a_1 с заданным a_2 , и в зависимости от результата выполняет новые управляющие действия: цикл управления повторяется.

В этой схеме человек-оператор рассматривается не как одно из простых звеньев системы «человек — машина», а как звено особого рода: организующее систему, направляющее ее на достижение определенного, заранее им же самим заданного, результата и обеспечивающего пластичность ее функционирования. Именно на долю человека-оператора приходится определение задачи, выполнение управляющих действий и оценка их результатов. Технические устройства здесь рассматриваются не как звенья одного порядка с человеком, а как средства, которыми человек пользуется при выполнении действий и которые несут ему сигналы о результатах этих действий.

При таком подходе определение только «входных» и «выходных» характеристик человека уже недостаточно. Становится необходимым *психологическое* исследование структуры и механизмов его деятельности.

В этой связи мы должны обратиться к тем теоретическим представлениям и концепциям, которые разработаны в общей теории психологии, а также в психологии труда и некоторых других областях науки.

Не претендуя на исчерпывающее описание структуры деятельности, отметим лишь ее важнейшие моменты.

Как известно, деятельность исходит из тех или иных мотивов и направлена на достижение некоторой цели. Вектор «мотив-цель» выступает в роли своеобразного «стержня», организующего всю систему психических процессов и состояний, которые в эту деятельность включаются. Динамика перцептивных, мнемических, интеллектуальных и иных психических процессов, а также их взаимоотношения и переходы в контексте разворачивающейся деятельности существенно зависят от основной образующей: вектора «мотив-цель». То же можно сказать о динамике работоспособности и эмоциональных состояний⁴.

Сознательно поставленная цель, которую человек осуществляет в своей деятельности «...как закон определяет способ и характер его действий...» (Маркс, Энгельс, 1960, с. 189).

На первый взгляд, может показаться, что вопрос о механизмах мотивации и целеобразования (к сожалению, изученный в психологии еще недостаточно) имеет к инженерной психологии весьма далекое отношение. Но так может показаться лишь в том случае, если ограничивать инженерную психологию только проблемами согласования технических устройств с «входными» и «выходными» характеристиками человека. Однако, когда речь заходит о деятельности человека-оператора в целом и о путях ее проектирования, вряд ли можно отвлечься от рассмотрения вектора «мотив-цель». Нужно отметить также, что, поскольку мотивация влияет на динамику

⁴ Например, вектор «мотив-цель» определяет характер селективности в процессах восприятия, памяти и т.д. и их интенсивность; он существенно влияет также на длительность периода вработываемости, уровень устойчивости работоспособности, а также на характеристики той стадии работоспособности, которая получила название «конечный порыв».

работоспособности, она должна так или иначе учитываться при разработке проблем эффективности и надежности систем «человек — машина».

Целенаправленная деятельность ориентирована на будущее: на то, чего еще нет, но что должно появиться в результате деятельности⁵.

Регулирующая роль представления (в широком смысле этого слова) будущего результата в организации деятельности человека подчеркивается многими психологами: Б.Г. Ананьевым (Ананьев, 1960), Л.М. Веккером и Б.Ф. Ломовым (Веккер, Ломов, 1960), А.В. Запорожцем (Запорожец, 1960), А.Р. Лурией (Лурия, 1973), Дж. Миллером, Ю. Галантером и К. Прибрамом (Миллер и др., 1965), Д.А. Ошаниным (Ошанин, 1969, 1970), К.К. Платоновым (Платонов, 1970), С.Л. Рубинштейном (Рубинштейн, 1973) и др.

Большое внимание вопросу об отражении предвидимого результата уделяется также в нейрофизиологических исследованиях поведения. Создатель учения о функциональной системе, лежащей в основе поведенческого акта, академик П.К. Анохин экспериментально показал, что ее формирование «подчинено получению определенного полезного результата» (Анохин, 1973, с. 26). Важнейшим компонентом функциональной системы является акцептор результатов действия. «Он предвосхищает» афферентные свойства результата, который должен быть получен в соответствии с принятым решением, и, следовательно, опережает ход событий в отношениях между организмом и внешним миром» (Анохин, 1973, с. 50). Близкое по смыслу понятие «модель потребного будущего» предложил Н.А. Бернштейн (Бернштейн, 1966).

⁵ Это отмечал еще К. Маркс, сравнивая труд человека и поведение животных. «Паук совершает операции, напоминающие операции ткача, — писал он, — и пчела постройкой своих восковых ячеек посрамляет некоторых людей-архитекторов. Но и самый плохой архитектор от наилучшей пчелы с самого начала отличается тем, что, прежде чем строить ячейку из воска, он уже построил ее в своей голове. В конце процесса труда получается результат, который уже в начале этого процесса имелся в представлении человека, т.е. идеально» (Маркс, Энгельс, 1960, с. 189).

Не рассматривая подробно соотношение между понятиями «представление будущего результата», «акцептор результата действия», «модель потребного будущего» и рядом других близких по смыслу понятий, отметим, что в инженерно-психологическом плане речь идет об отражении («опережающем отражении» по терминологии П.К. Анохина) в сознании человека-оператора того состояния управляемого объекта, которое должно быть достигнуто в процессе управления, т.е. в приведенной выше схеме — состояния a_2 . Первоначально это состояние выступает только как образ (в широком смысле слова), формирующийся в голове оператора. Назовем его *образ-цель*. Пока еще природа этого образа и механизмы его формирования недостаточно ясны. Можно полагать, что он формируется как сложный продукт синтеза сенсорно-перцептивных, мнемических и речемыслительных процессов. По-видимому, он также характеризуется высокой динамичностью, развиваясь по ходу выполнения деятельности, если она достаточно сложна.

Важно отметить, что у человека-оператора формирование и динамика образа-цели опосредствуются техническими устройствами (системами отображения информации).

Наблюдения и экспериментальные данные позволяют предполагать, что этот образ определяет критерии селекции информации о текущем состоянии объекта, а также ее интеграции. То, какие сигналы из общего потока будет выбирать оператор в первую очередь и как будет он объединять их между собой, зависит от характера образа будущего состояния управляемого объекта. Образ-цель определяет, по-видимому, и способы трансформации (перекодирования) поступающей информации, ее оценки, формирования гипотез и принятие решений.

Формирование образа-цели тесно связано с прогнозированием, предвидением изменений как объекта управления, так и окружающей среды. В последнее время проблема предвидения становится одной из основных в исследовании деятельности и поведения человека. Многочисленные исследования показывают, что предвидение (прогнозирование) является неотъемлемым компонентом любой целенаправленной

деятельности. Особенно отчетливо значение предвидения обнаруживается в таких видах деятельности, выполняя которые человек должен осуществлять непрерывную корректировку управляемых процессов по тем или иным параметрам. В частности, это было показано нами совместно с В.М. Водлозеровым на примере анализа деятельности человека в режиме слежения (Водлозеров, Ломов, 1964). По данным нашего сотрудника А.П. Чернышева, при слежении за случайным сигналом сбои и отказы в работе оператора, возникающие с увеличением частоты этого сигнала, обуславливаются не столько ограничениями сенсомоторики человека по частотным характеристикам, сколько тем, что при высокой частоте случайного сигнала затрудняется предвидение.

Мы начали анализ структуры деятельности с рассмотрения не проблемы приема человеком-оператором информации о текущем состоянии объекта (состояние a_1), а с проблемы формирования образа будущего его состояния (состояния a_2) для того, чтобы подчеркнуть целенаправленный характер деятельности, поскольку это нередко забывается в инженерно-психологических исследованиях.

Вернемся теперь к первой проблеме. Для того чтобы осуществлять управление, человек-оператор должен не только представлять будущее состояние объекта, но и получать информацию о его текущем состоянии. Эта информация поступает через органы чувств. О работе органов чувств, восприятии, характеристиках сенсорного «входа» человека написано немало. Почти в каждом руководстве по инженерной психологии разделы, посвященные этим вопросам, занимают значительное место (Литвак и др., 1975; Ломов, 1963; Backer, Goldstein, 1966; Charanis, 1965). Здесь мы хотели бы обратить внимание лишь на два важных для инженерной психологии момента.

Во-первых, в процессе деятельности все органы чувств человека функционируют как единая система, обеспечивая отражение не только объекта управления, но также окружающей среды и состояний организма⁶. Человеческий мозг интегрирует всю поступающую информацию и связывает ее с той, которая извлекается из памяти. В

⁶ Учет особенностей отражения состояний организма особенно важен в случаях разработки средств транспорта.

результате формируется целостное синтетическое отражение предмета, условий и средств деятельности. Нужно сказать, что в инженерно-психологических исследованиях сигналы, несущие информацию об управляемом объекте, нередко рассматриваются изолированно: вне связи со всеми другими воздействиями на органы чувств человека. Дело представляется так, как будто бы оператор обладает только световой, или только цветовой, или только звуковой чувствительностью и т.п. В действительности же любой сигнал воспринимается в общем потоке всех других.

Целостное чувственное отражение формируется на основе сенсорного синтеза. Это необходимо иметь в виду при разработке алфавита сигналов, предназначенного для передачи человеку-оператору информации об управляемом объекте. Психологическая и психофизиологическая оценка сигналов должна учитывать всю систему воздействий на органы чувств человека. Особенно важно исследование в каждом конкретном случае соотношения инструментальных и неинструментальных сигналов. Как показал В.А. Пономаренко, в критических ситуациях неинструментальные сигналы иногда «берут верх» над инструментальными, определяя реакцию человека (Доброленский и др., 1975).

Во-вторых, как правило, человек-оператор не имеет возможности непосредственно наблюдать за управляемым объектом, он получает информацию об объекте через систему технических устройств и обычно в закодированном виде. «В этих условиях, — отмечает А.Г. Велфорд, — он конструирует некоторый вид “умственной картины”, или, лучше сказать, “концептуальной модели” управляемого процесса. Часто эта модель груба и неточна, но она дает оператору возможность соотнести разные части процесса в целом и действовать эффективно» (Welford, 1962). К понятию «концептуальной модели» близко понятие «оперативный образ», предложенное Д.А. Ошаниным (Ошанин, 1969, 1970).

Процесс приема информации об управляемом объекте, таким образом, включает два уровня. Первый — это восприятие тех физических явлений, которые выступают в роли носителей информации (комбинация световых пятен на экране, положений стрелки на шкале контрольно-измерительных приборов и т.п.) Второй — трансформация

перцептивного образа, сформированного на первом уровне, в концептуальную модель. В реальных условиях, как показано в исследованиях В.Ф. Рубахина (Рубахин, 1974а), процессы приема и переработки информации имеют более сложный иерархический характер, подчиняющийся закономерности формирования слойно-ступенчатой содержательной модели. Однако при решении инженерно-технологических задач важно прежде всего выделить именно указанные уровни.

При разработке средств передачи информации человеку-оператору необходимо учитывать оба указанных уровня. Это значит, что алфавит сигналов и характеристики информационной модели, генерируемой системами отображения информации, должны оцениваться не только по их соответствию свойствам органов чувств (например, чувствительности, времени и величины адаптации) и закономерностям формирования перцептивного образа (стадиям его формирования, характеристикам избирательности и т.п.), но и по тому, насколько они обеспечивают актуализацию концептуальной модели и как влияют на ее динамику.

В некоторых случаях согласование указанных уровней представляет собой весьма сложную задачу. Примером здесь может служить старый спор о том, какой вариант прибора «авиагоризонт» лучше: с подвижным изображением линии горизонта и неподвижным изображением самолета или наоборот.

Задача, стоящая перед оператором, — перевести объект управления из состояния a_1 в состояние a_2 — субъективно выступает как своего рода «рассогласование» между концептуальной моделью, отражающей текущее состояние объекта, и образом требуемого состояния, т.е. образом-целью⁷.

Указанное рассогласование определяет направление поиска решения, в процессе которого происходит выдвижение альтернативных гипотез, их проверка и оценка, т.е. принятие решения.

⁷ По-видимому, степень трудности задачи определяется величиной такого «рассогласования». Чем эта величина больше, тем задача субъективно оценивается как более трудная. Понятно, что степень трудности зависит от уровня сформированности как образа-цели, так и концептуальной модели.

Характеристики процесса принятия решения и его механизмы изучены в психологии пока еще недостаточно: не вполне ясно, как опознается проблемная ситуация (требующая принятия решения), как формируются гипотезы и выбираются критерии их проверки и оценки, как осуществляется сравнение гипотез.

Не имея возможности рассматривать весь процесс принятия решения в целом⁸, ограничимся только одним примером. В проведенном В.А. Пономаренко и Н.Д. Заваловой (Завалова и др., 1971) исследовании поведения пилота во время отказа автоматического управления (автопилота) было выявлено четыре различных способа действия.

Первый: восприняв сигнал (например, о крене самолета), пилот почти тотчас же (с задержкой 3-5 сек) выполняет необходимое действие, направленное на выравнивание самолета.

Второй: восприняв тот же сигнал, пилот визуально исследует приборную панель и также выполняет необходимое действие; время задержки в данном случае — до 20 сек.

Третий: в той же ситуации пилот не только визуально исследует приборную панель, но и совершает ряд пробных моторных действий (манипулирование рукоятками); время задержки здесь — до 50 сек.

Четвертый: пилот действует по методу проб и ошибок; в поисках ответа на вопрос о причинах крена он совершает хаотические пробные действия, многие из которых ошибочны; время задержки при этом может быть весьма большим.

Вероятно, в перечисленных случаях процесс принятия решения протекает по-разному.

В первом случае пилоту достаточно воспринятого сигнала, чтобы принять решение; здесь процесс протекает весь целиком во внутреннем плане (умственные действия).

⁸ Теоретический анализ указанных проблем дан в работе В.Ф. Рубахина (Рубахин, 1974б).

Во втором случае для выдвижения, проверки и оценки гипотез ему необходима дополнительная информация.

В третьем и четвертом — выдвижение и проверка гипотез опосредуется моторными действиями.

Можно думать, что используемый тем или иным пилотом способ действий зависит от уровня сформированности у него концептуальной модели полета. Чем более полно и дифференцированно отражается в этой модели реальная ситуация, тем быстрее и эффективнее протекает процесс принятия решения.

Принятие решения неразрывно связано с формированием плана или программы действий. В некоторых простых случаях для реализации решения достаточно одного действия, в других — необходима более или менее длинная цепочка действий. Но даже и в самом простом случае приемы выполнения действий могут быть различны. Программа на поведенческом уровне не представляет собой жесткой однозначной системы предписаний (хотя при высокой автоматизации навыков и такой случай возможен), а выступает в обобщенной форме; в зависимости от конкретных условий пути ее «развертки» могут быть различны. Она выступает скорее как система подзадач, а не как детальный перечень всех элементов двигательного акта. Большая роль в ее формировании принадлежит предвидению хода событий.

Важно также отметить, что у оператора программа действий строится с учетом тех технических устройств, при помощи которых она только и может быть реализована. Ее элементы, по-видимому, составляют не просто образы моторных актов, которые берутся сами по себе, а обобщенные образы моторных актов и связанных с ними функций органов управления. Это значит, что программа действий оператора опосредуется техникой.

Выполнив то или иное действие (или систему действий), оператор изменяет состояние управляемого объекта. Возникающий при этом и передаваемый через систему технических устройств сигнал служит для оператора не просто сигналом об изменившемся состоянии управляемого объекта, но вместе с тем и сигналом о результате

его действия. Он несет информацию о том, достигнута ли цель (выполнена ли задача). Образ этого сигнала сливается с образом-целью.

При выборе сигналов обратной связи важно учитывать то, что говорилось о передаче информации о текущем состоянии объекта управления, поступающей к человеку-оператору. Необходимо рассматривать эти сигналы в системе всех воздействий на органы чувств и учитывать двухуровневый характер их субъективного отражения.

Но здесь возникает и специальный вопрос о времени задержки сигнала обратной связи, или иначе: о времени его ожидания оператором. Каким должен быть интервал между моментами завершения действия, выполняемого оператором, и появления сигнала о его результате?

В исследовании Р. Миллера показано, например, что при работе с ЭВМ в режиме диалога время ожидания свыше 15 сек составляет предел, за которым взаимодействие человека и ЭВМ фактически перестает быть взаимодействием. Превышение этого предела порождает у оператора недоверие к машине и повышенную эмоциональную напряженность. По мнению Миллера, время ожидания в режиме диалога ЭВМ должно быть 1-2 сек (Miller, 1968). Эта рекомендация не является, конечно, универсальной для любых систем «человек — машина».

На первый взгляд можно предположить, что чем меньше время задержки, тем лучше. Но это не всегда так. В некоторых случаях сигнал обратной связи, передаваемый с очень малым временем задержки, может оказаться помехой для восприятия других сигналов. Вопрос о времени задержки сигнала обратной связи должен решаться не абстрактно, а применительно к конкретному типу систем «человек — машина» и тем функциям, которые поручаются человеку. По-видимому, для разных типов систем и функций может быть определено оптимальное время задержки. Главным моментом здесь следует считать согласование времени задержки с временными характеристиками деятельности человека.

Подведем итог всему сказанному о составе деятельности оператора: ее основными «психологическими составляющими» являются вектор мотив-цель, образ-цель, концептуальная модель, восприятие текущей информации, предвидение, принятие решения, программа (план) действий, восприятие результатов действия (обратная связь)⁹. Сейчас еще трудно представить перечисленные составляющие как единую целостную структуру. Можно было бы, конечно, как это часто делается, изобразить перечисленные составляющие в виде блок-схемы, но это вряд ли продвинуло бы нас в понимании сути дела. Разработка психологической теории деятельности, которая раскрыла бы ее структуру достаточно полно и четко, потребует еще больших усилий.

Сейчас же хотелось бы лишь подчеркнуть, что инженерно-психологические исследования не могут ограничиваться только представлением «входных» и «выходных» характеристик оператора.

Когда речь идет о разработке инженерно-психологических рекомендаций, например, относительно средств отображения информации, то нельзя ограничиваться только характеристиками чувствительности анализаторов, необходимо так или иначе учитывать всю систему психологических составляющих деятельности. Средства отображения должны быть рассмотрены в отношении не только к чувствительности анализаторов или характеристикам восприятия, но и в отношении к процессам предвидения, формирования программы действий и т.д. То же можно сказать и о других технических устройствах, которыми человек пользуется в своей деятельности.

Еще в большей мере это относится к разработке интегральных критериев оценки систем «человек — машина» и решению задачи проектирования деятельности человека-оператора.

Как было сказано в предыдущей главе, современная психология представляет собой довольно разветвленную систему дисциплин, включающую более 30 самостоятельных областей и направлений: инженерная, социальная, педагогическая,

⁹ См. также сборник (Психологические вопросы регуляции..., 1973).

медицинская, математическая психология, психология труда, спорта, искусства, психофизика, психофизиология, нейропсихология и целый ряд других. Каждая из этих областей берет какую-то одну сторону, один аспект в изучении психических явлений. Процесс дифференциации психологии, по-видимому, еще не закончен. Но наблюдается и другой процесс, другая тенденция — интеграция психологических наук. По мере развития каждой из них формируются, так сказать, «цепочки проблем», связывающие эти науки между собой.

Разрабатывая проблему деятельности и выдвигая задачу ее проектирования, инженерная психология неизбежно обращается к тем данным, которые накапливаются во многих других областях психологической науки, при этом выявляются ее связи и с такими, казалось бы, далекими от инженерной психологии областями, как социальная психология. Значение этой связи особенно отчетливо обнаруживается в исследованиях так называемых больших систем.

Необходимость взаимодействия инженерной психологии с другими психологическими (а также техническими, биологическими и социальными) науками диктуется системным характером объекта исследования.

Было бы, однако, ошибкой полагать, что простое рядоположение данных, накапливаемых в различных областях науки, и есть реализация системного подхода. Это, конечно, не системный, а эклектический подход. Задача заключается в том, чтобы понять внутренние закономерные связи психологических свойств человека, психических функций, процессов и состояний.

В этой связи следует подчеркнуть значение общепсихологической теории для инженерной психологии, особенно для решения задачи проектирования деятельности. Мы можем, например, при изучении человека довольствоваться простым сопоставлением его «входных» и «выходных» характеристик, не пытаясь разобраться в системе тех процессов, которые опосредствуют «вход» и «выход». На этой основе мы можем дать алгоритмическое описание предполагаемой деятельности — сформулировать

предписания, определяющие, например, последовательность действий человека; проектируя приборную панель, расположить индикаторы в соответствии с алгоритмом; разработать методику тренировки и т.д. Но если мы пойдем по пути навязывания оператору жестких и однозначных предписаний, исключающих какую-либо возможность выбора способов действия, переключения от одних приемов работы к другим, маневрирования своими резервами, использования творческих возможностей и т.д., то мы тем самым заставим работать человека в режиме автомата. В конечном итоге мы можем получить результат, прямо противоположный тому, ради которого работали. Когда деятельность оператора подчиняется жестким однозначным предписаниям, он превращается в придаток машины, и создаются такие условия, при которых его возможности, его резервы, не смогут реализоваться.

К подобному выводу приходят многие исследователи. Так, В. Хаккер (ГДР), принявший идею проектирования деятельности, провел интересное теоретическое и экспериментальное исследование, на основе которого он пришел к выводу что проект деятельности должен разрабатываться так, чтобы для оператора обеспечивалось, образно говоря, некоторое число степеней свободы в реализации этой деятельности (Hacker, 1972)¹⁰. Косвенным подтверждением этого вывода являются данные западногерманской службы безопасности полетов, установившей, что одной из причин летных происшествий является «стандартизация мышления летчика» (XXI Internationaler Kongress..., 1973).

Из данного выше описания деятельности вытекает, что проектирование не может сводиться к простому перечню задач и предписаний, хотя именно с этого и должна, по-видимому, начинаться работа по созданию проекта.

¹⁰ В этой связи выскажем замечание об использовании инженерно-психологических рекомендаций в разработке стандартов. Вопрос о необходимости более полного учета человеческих факторов при разработке стандартов поднят давно, и в этом направлении кое-что уже делается, но хотелось бы предостеречь от слишком сильного увлечения стандартизацией, особенно в отношении организации деятельности человека. Вопрос о том, какие человеческие факторы и как должны учитываться при разработке стандартов, непрост. Подход к нему требует специального и очень тщательного изучения.

Важнейшая часть такого проекта состоит в описании психологических составляющих деятельности человека-оператора в данной конкретной создаваемой системе управления или контроля. Проект должен включать определение требований к концептуальной модели и путей ее формирования, предусматривать различные варианты выполнения тех или иных действий, учитывать, насколько способ передачи информации обеспечивает возможности прогнозирования и как он согласуется с концептуальной моделью.

Существенным для проекта деятельности является определение того, какие действия должны быть автоматизированы, т.е. доведены до уровня навыка, и в отношении каких действий автоматизация может оказаться вредной. Особенно важно выявить те «зоны» в общем процессе деятельности, которые требуют творческих решений. Проект должен предусматривать также пути формирования у человека-оператора умения планировать собственную деятельность, осуществлять самоконтроль и управление собственными резервами¹¹. В этой связи особенно большое значение приобретает формирование специальных механизмов поведения в непредвиденных условиях (например, аварийных).

Проектирование технических устройств (средств отображения информации, органов управления, систем коммуникации и т.д.) должно осуществляться с учетом разработанности психологического проекта деятельности человека-оператора. К техническим устройствам нужно подходить как к средствам сознательной целенаправленной деятельности человека.

Итак, решение задачи проектирования деятельности предполагает опору на общую теорию, которая раскрывала бы внутренние взаимосвязи между психическими процессами, функциями и состояниями, соотношение между наличными и

¹¹ Летчик-космонавт Е.В. Хрунов отмечает, что необходимо «еще на земле ранжировать операции по степени важности и предусмотреть несколько структурных уровней выполнения общей задачи, чтобы экипаж имел возможность при наступлении дефицита времени исключать отдельные операции из алгоритма деятельности, т.е. переходить с одного структурного уровня на другой» (Хрунов, 1972).

потенциальными свойствами, динамику их развития, на такую теорию, которая раскрывала бы строение психики человека как системы в целом, т.е. на системную теорию.

К сожалению, пока еще трудно наметить конкретные пути системного анализа психики. Однако изучение состояния исследований почти по каждой проблеме психологии позволяет сформулировать некоторые общие требования к такому анализу.

Во-первых, когда мы рассматриваем психические явления в какой-либо одной системе координат и абстрагируемся от их других измерений, то, естественно, мы выявляем только какой-то один ряд их свойств, получаем как бы срез в какой-то одной плоскости. Так, психофизические исследования восприятия дают нам один срез, психофизиологические — другой, исследования восприятия в контексте поведения и деятельности — третий и т.д. В каждом из этих направлений разработаны свои эталоны и способы измерения. Связать их в единый узел, найти некоторую единую точку отсчета — дело чрезвычайно трудное.

Современные данные позволяют утверждать, что психические явления по существу своему многомерны, и именно как к многомерным мы и должны к ним подходить. Требование рассматривать психические явления как многомерные определяет так или иначе подход к разработке и инженерно-психологических проблем.

Так, скажем, при оценке сигналов, при помощи которых информация передается человеку-оператору, можно исходить из тех величин, которые характеризуют чувствительность анализаторов и измеряются мерами, принятыми в психофизике (пороговыми величинами). Но как показали исследования, проводившиеся под нашим руководством в Ленинградском университете, психофизические меры для решения вопросов построения алфавита сигналов недостаточны. Пришлось ввести понятие «оперативного порога», т.е. перейти к некоторому другому измерению процессов различения и восприятия. В дальнейших работах было установлено, что и этого измерения недостаточно. Пришлось заняться исследованием того, как в процессе

реальной деятельности человека формируются субъективные шкалы, пользуясь которыми человек оценивает воспринимаемые сигналы. Далее потребовалось обратиться к теоретико-информационным мерам, т.е. взять еще одно измерение процесса восприятия. В ходе исследования встал еще один вопрос — о регулирующей роли восприятия в деятельности. Потребовалось измерение сенсомоторных процессов.

Таким образом, в ходе исследования пришлось иметь дело с разными измерениями процесса восприятия сигнала. К сожалению, еще до сих пор нам не удалось разработать некоторой единой концепции, которая позволила бы рассмотреть все (необходимые для инженерной психологии) измерения этого процесса в их взаимосвязях.

Еще более отчетливо многомерность проявляется при изучении психических состояний человека-оператора, от которых, как известно, зависит надежность системы «человек — машина».

Во-вторых, система психических явлений — многоуровневая, и, по-видимому, построена иерархически. Идея иерархического строения психики сейчас становится, пожалуй, общепризнанной и подтверждается экспериментальными данными. Важно отметить, что связи между разными уровнями неоднозначны; это составляет один из наиболее трудных моментов их системного анализа. С этими трудностями сталкиваются, когда пытаются, например, наложить психические процессы на нейрофизиологическую канву или описать состояние человека при помощи корреляций между психологическими и физиологическими показателями. Важное условие выявления иерархии уровней в каждом конкретном случае заключается в определении того, что П.К. Анохин называл системообразующим фактором. Имеется в виду тот фактор, благодаря которому различные механизмы (подсистемы) объединяются в целостную функциональную систему (Анохин, 1968, 1973).

При изучении и проектировании деятельности человека-оператора задача выявления системообразующих факторов представляется как одна из главнейших. В общем мы можем говорить о том, что в роли системообразующих факторов,

определяющих структуру деятельности оператора, выступают те функции (или более конкретно — задачи), которые он выполняет в системе управления. И казалось бы, что достаточно четко сформулировать задачи оператора, и проект его деятельности готов. Но трудность заключается в том, что мы далеко не всегда знаем, как предлагаемая задача отражается в сознании оператора, в какую систему мотивов она включается и действительно ли она становится системообразующим фактором его деятельности, а если и становится, то как она определяет соотношение различных уровней психического отражения (скажем, перцептивного и речемыслительного). А ведь от соотношения этих уровней зависит отбор человеком информации, которая поступает к нему как в инструментальной (от систем отображения), так и в неинструментальной форме. От системообразующего фактора зависит и то, как поведет себя человек в опасной ситуации.

В-третьих, системный анализ предполагает выявление оснований многообразных свойств изучаемых объектов. Мы обычно говорим, что практическая задача инженерной психологии — согласование технических устройств со свойствами (особенностями, характеристиками) человека и его возможностями. Но что представляют собой эти свойства? Как они соотносятся между собой? Какие именно свойства нужно учитывать при разработке систем «человек — машина» и каким образом? Нередко при описании психических свойств человека их, если можно так сказать, сваливают в одну кучу. Дается, скажем, перечень, в котором в один ряд попадают характеристики чувствительности разных анализаторов, свойства нервной системы, черты характера, способности и т.д., и говорится о том, что их надо учитывать при разработке систем «человек — машина».

Пока еще трудно навести порядок в этих перечнях. Вместе с тем необходимо отметить, что разработка многомерной классификации свойств человека составляет одну из актуальнейших задач не только для инженерной психологии, но и для психологической науки в целом. Можно, по-видимому, говорить о таких психических свойствах, которые являются собственными свойствами индивида (понятие «собственные свойства»,

конечно, относительное). Это свойства, так сказать, первого порядка. К ним можно отнести свойства нервной системы, оцениваемые по параметрам, например силы, динамичности, баланса нервных процессов, характеристики чувствительности анализатора и некоторые другие. В.Д. Небылицын обозначал их как натуральные, природные (Небылицын, 1966).

Но вряд ли правильно будет отнести к категории этих свойств те, по которым характеризуются способности человека. Эти свойства — более высокого порядка. А если мы обращаемся, например, к чертам характера или тем свойствам, которые выражаются в мотивах деятельности, то это еще более высокий порядок свойств. Порядок свойств определяется той реальной системой (или даже совокупностью систем), которой принадлежит человек и которая определяет образ его жизни. Иначе говоря, свойства человека имеют разные основания. Одни обусловлены генетически, другие формируются прижизненно. При этом в качестве их основания выступают различные стороны жизни человека.

Поуровневый анализ психических свойств может дать очень многое для инженерной психологии: для решения как общих задач (например, распределения функций в системах «человек — машина» или разработка критериев надежности), так и частных (например, определение яркости визуального сигнала).

К сожалению, пока еще наука не располагает удовлетворительной концепцией, раскрывающей систему свойств человека, основания каждого из них и их отношения. Между тем для решения инженерных (инженерно-психологических) задач разработка такой концепции исключительно важна. Например, считается (и это в общем верно), что надежность человека в системе «человек — машина» в значительной мере определяется уровнем его тренированности. Однако В.Д. Небылицын, уделивший очень много внимания изучению свойств нервной системы и индивидуальных различий между людьми, показал, что в сложных ситуациях, опасных для жизни, иногда, так сказать, берут верх природные свойства человека. В этой связи он высказал ряд весьма

интересных суждений о подходе к проблеме отбора и подготовки операторов. Кстати, он отмечал, что нервная система обладает свойствами разного порядка, а также развил представление об общих и парциальных ее свойствах. Для построения общей концепции ценны также работы Б.Г. Ананьева в области комплексного изучения человека (Ананьев, 1968).

Большой интерес для психологии вообще и инженерной в частности представляют методологические исследования В.П. Кузьмина в области системных свойств-качеств и их оснований (Кузьмин, 1974, 1976).

В-четвертых, система психических свойств человека (вообще психическое как система) не является чем-то застывшим и неизменным. Системный подход требует рассматривать психику человека в динамике, в развитии. Реализация принципа развития в инженерно-психологических разработках — дело, конечно, нелегкое. Когда мы, например, исходя из антропометрических данных, определяем рабочую зону, то задача решается сравнительно просто. Но когда речь идет о деятельности человека и мы знаем, что ее психологическая структура и механизмы изменяются, развиваются, задача согласования технических устройств с человеком оказывается на много более трудной.

Определяя, например, требования к информационным моделям (и средствам отображения информации), мы можем исходить из некоторой экспериментально проверенной схемы, характеризующей структуру операции приема информации человеком. Но в ходе обучения, тренировки и накопления того, что принято называть профессиональным опытом, эта структура изменяется¹². Поэтому то, что было сделано на основе наших рекомендаций, может оказаться не самым лучшим вариантом. В частности, нередко при инженерно-психологической оценке приборной панели возникают споры о том, какие приборы нужны, а какие лишние.

¹² Хорошо, например, известно, что опытный оператор при оценке ситуации часто ограничивается показаниями лишь небольшого числа приборов.

Наиболее перспективными нам представляются адаптивные системы. Вообще говоря, любая система «человек — машина» (даже если ее технические звенья остаются неизменными) может рассматриваться в широком смысле слова как адаптивная, так как ее адаптивность обеспечивается за счет человека. Но хотелось бы подчеркнуть, что в принципе возможно создать систему, технические звенья которой изменяются по мере того, как человек овладевает мастерством. Некоторый опыт в этом направлении уже есть. Например, системы, включающие блок контроля состояния оператора (Военная инженерная психология, 1970); системы, в которых вычислительная машина как бы прослеживает стратегию деятельности человека и в зависимости от этой стратегии осуществляет селекцию информации, передаваемой человеку (Human engineering guide..., 1963). Сюда же можно отнести разработки в области сменных мнемосхем (Веккер, Ломов, 1960).

Наконец, *в-пятых*, несколько слов о детерминизме в исследовании психических явлений. В некоторых направлениях психологии (в том числе и инженерной) понятие детерминизма зачастую отождествляется с той его формой, в которой он существует в классической механике, где речь идет о детерминизме линейно-причинного, «жесткого» типа. Однако подобное узкое понимание детерминизма малопродуктивно для психологии. Еще С.Л. Рубинштейн отмечал, что то или иное воздействие на человека вызывает какой-либо эффект не прямо и непосредственно; этот эффект опосредствуется внутренними условиями, вообще говоря, всем психическим складом человеческой личности (Рубинштейн, 1973). Эти внутренние условия представляют собой сложную многоуровневую структуру, которая пока нам еще недостаточно ясна. Исходя из сказанного выше, детерминанты психических явлений также следует рассматривать как сложные структуры.

Реализация перечисленных требований в инженерно-психологических исследованиях может дать многое для развития общей теории систем «человек — машина» и решения конкретных практических задач.

Разработка системной концепции человека и его свойств, если бы она была осуществлена, открыла бы необозримо широкие просторы для инженерной фантазии, для творческих решений задач разработки новой техники. В самом деле, человек как система обладает исключительным богатством и многообразием свойств и возможностей. Недаром в инженерной психологии говорят о человеке как универсальном звене системы «человек — машина».

Об этом убедительно свидетельствует история развития техники и ее современное состояние. Достаточно сказать о том огромном многообразии средств отображения, которые создаются для передачи человеку информации: средства, рассчитанные на зрительный, слуховой, тактильный прием; средства, передающие информацию в форме изображений различного вида, в условно-графической форме, в знаковой форме и т.д. И каждый человек достаточно успешно может пользоваться любым из этих средств.

Недаром К. Маркс писал, что «история промышленности и возникшее предметное бытие промышленности являются раскрытой книгой человеческих сущностных сил, чувственно представшей перед нами психологией» (Маркс, Энгельс, 1956, с. 594).

В данной главе рассматривались вопросы системного исследования главного звена системы «человек — машина» — человека. Нет нужды говорить о том, что, когда мы переходим к изучению системы «человек — машина» в целом, необходимость системного анализа становится еще более очевидной.

Видимо, свойства этих систем не просто сумма свойств человека и свойств технических устройств. Система порождает и новые свойства. В этой связи возникает важная задача разработки интегральных критериев, которые позволили бы оценивать параметры системы «человек — машина» именно как системы.

Мы обращали основное внимание на психологические аспекты проблем инженерной психологии, абстрагируясь от многих других потому, что именно эти аспекты приобретают сейчас первостепенное значение для анализа и синтеза систем «человек — машина». Ведь в конце концов именно человек, подчеркиваем это еще раз, выступает

ведущим звеном в таких системах. От успехов в изучении этого звена зависят и успехи в разработке всех других вопросов, относящихся к системе «человек — машина». При этом на первый план выдвигаются вопросы, относящиеся к изучению именно психологических свойств человека и психологических механизмов регуляции его деятельности¹³.

Однако, всячески подчеркивая значение психологической проблематики, мы, конечно, ни в малейшей степени не хотим тем самым утверждать, что ими исчерпываются все проблемы, возникающие при изучении и создании систем «человек — машина». Напротив, из самой сути системного подхода вытекает необходимость контактов инженерной психологии с техническими, биологическими, медицинскими и некоторыми другими науками.

Интеграция наук, изучающих различные аспекты сложных объектов и комплексный подход к решению практических задач, — ярко выраженная тенденция развития современного научного знания. Одни из таких комплексов, в которые включается инженерная психология, это — *эргономика*, или эргология, как когда-то (в 20-е годы) предлагал называть этот комплекс В.Н. Мясищев; или эргонология, как предлагал его называть В.М. Бехтерев. Имеются и другие названия — антропотехника, «человеческая инженерия» (*human engineering*); предлагались термины «эргатика», «эргономия» и т.д. Но как ни назывался бы этот комплекс, имеется в виду изучение различных аспектов трудовых процессов с целью их оптимизации. Наряду с инженерной психологией в него включаются также психология, физиология и гигиена труда, антропометрия, биомеханика, техническая эстетика и некоторые другие дисциплины. Разные авторы предлагают различные перечни дисциплин, включающихся в этот комплекс. Видимо, в зависимости от конкретных задач состав комплекса дисциплин может быть и должен быть различным.

¹³ Кстати сказать, определение субординации проблем и выявление ведущих проблем в той или иной их системе также составляет одно из требований системного подхода.

В понимании взаимоотношений эргономики с другими науками существуют различные точки зрения. Одни считают, что эргономика — это своего рода инструмент, технология применения данных, накапливаемых в фундаментальных науках (физиологии, психологии и др.), к решению практических задач, связанных с рационализацией труда. Эргономика рассматривается как система нормативов (слово «номос», закон, понимается часто в нормативном смысле), основанных на результатах, полученных в фундаментальных науках.

Другие рассматривают ее как своего рода расширенную гигиену труда, третьи — как составную часть системотехники. Иногда эргономика толкуется как несколько расширенная гигиеническими, антропометрическими и другими сведениями инженерная психология, т.е. по существу просто происходит замена термина «инженерная психология» термином «эргономика». Иногда инженерная психология определяется как теоретическая основа (точнее было бы сказать: одна из теоретических основ) эргономики.

Важно отметить, что эргономика не подменяет, не заменяет и не поглощает ни физиологию, ни гигиену труда, ни инженерную психологию, никакую другую науку. Включаясь в эргономический комплекс с целью решения тех или иных задач, ни одна из них не теряет самостоятельности.

Инженерная психология включается и в другой научный комплекс — *в науку управления*. В рамках этого комплекса она также не теряет самостоятельности, объединяется с экономикой, социологией, социальной психологией и рядом других дисциплин, изучающих так называемые социотехнические системы.

Понятно, что участие инженерной психологии в тех или иных комплексах исследований обогащает ее новыми идеями, методами, подходами, в целом способствует ее развитию.

Вместе с тем важно подчеркнуть, что важнейшее условие эффективного участия инженерной психологии в тех или иных комплексных исследованиях составляет

реализация системного подхода в изучении и проектировании деятельности человека-оператора как основного звена системы «человек — машина», определяющего его эффективность и надежность.

Системный подход призван сыграть важную роль в построении последовательной и цельной теории инженерной психологии, а также решении практических задач, которые ставятся перед ней научно-техническим прогрессом.

ЛИТЕРАТУРА

- Акофф Р., Эмери Ф.* О целеустремленных системах / Пер. с англ. Г.Б. Рубальского. М.: Советское радио, 1974.
- Ананьев Б.Г.* Психология чувственного познания. М.: Изд-во Акад. пед. наук РСФСР, 1960.
- Ананьев Б.Г.* Человек как предмет познания. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1968.
- Анохин П.К.* Биология и нейрофизиология условного рефлекса. М.: Медицина, 1968.
- Анохин П.К.* Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем // Принципы системной организации функций / Отв. ред. П.К. Анохин. М.: Наука, 1973. С. 5-61.
- Бернштейн Н.А.* Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М.: Медицина, 1966.
- Веккер Л.М., Ломов Б.Ф.* Структура трудового действия // Вопросы психологии: материалы Второй Закавказской конференции психологов: сборник, посвященный сорокалетию установления Советской власти в Армении / Под ред. М.А. Мазманяна. Ереван: [б.и.], 1960. С. 42-46.
- Венда В.Ф.* Инженерная психология и синтез систем отображения информации. М.: Машиностроение, 1975.
- Водлозеров В.М., Ломов Б.Ф.* К вопросу о механизмах психической регуляции действий оператора, работающего в режиме слежения // Проблемы инженерной психологии. Вып. 1 / Под ред. Б.Ф. Ломова. Л.: [б.и.], 1964. С. 110-111.
- Военная инженерная психология / Под ред. Б.Ф. Ломова, А.А. Васильева, В.В. Офицерова, В.Ф. Рубахина. М.: Воениздат, 1970.

- Доброленский Ю.П., Завалова Н.Д., Пономаренко В.А., Туваев В.А.* Методы инженерно-психологических исследований в авиации / Под ред. Ю.П. Доброленского. М.: Машиностроение, 1975.
- Завалова Н.Д., Ломов Б.Ф., Пономаренко В.А.* Принцип активного оператора и распределение функций между человеком и автоматом // Вопросы психологии. 1971. № 3. С. 3-12.
- Запорожец А.В.* Развитие произвольных движений. М.: Изд-во Акад. пед. наук РСФСР, 1960.
- Зинченко В.П., Зараковский Г.М.* Анализ деятельности оператора // Эргономика. Принципы и рекомендации. Вып. 1 / Отв. ред. В.П. Зинченко. М.: [б.и.], 1970. С. 33-54.
- Кузьмин В.П.* Принципы системности в теории и методологии К. Маркса. Автореф. дис. ... д. филос. наук: (09.00.03) / Институт марксизма-ленинизма при ЦК КПСС. М.: [б.и.], 1974. 61 с.
- Кузьмин В.П.* Принцип системности в теории и методологии К. Маркса. М.: Политиздат, 1976.
- Леонтьев А.Н.* Проблема деятельности в психологии // Вопросы философии. 1972а. № 9. С. 95-108.
- Леонтьев А.Н.* Проблемы развития психики. М.: Изд-во Московского университета, 1972б.
- Леонтьев А.Н., Ломов Б.Ф.* Человек и техника // Вопросы психологии. 1963. № 5. С. 29-37.
- Литвак И.И., Ломов Б.Ф., Соловейчик И.Е.* Основы построения аппаратуры отображения в автоматизированных системах. М.: Советское радио, 1975.
- Ломов Б.Ф.* Человек и техника: очерки инженерной психологии. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1963.
- Ломов Б.Ф.* О роли практики в развитии теории общей психологии // Вопросы психологии. 1971. № 1. С. 26-35.
- Ломов Б.Ф.* О системном подходе в психологии // Вопросы психологии. 1975. № 2. С. 31-45.
- Лурья А.Р.* Основы нейропсихологии. М.: Изд-во Московского университета, 1973.
- Маркс К., Энгельс Ф.* Из ранних произведений / Ред. Я.Б. Турчинс. М.: Госполитиздат, 1956.

- Маркс К., Энгельс Ф.* Сочинения: в 30 тт. Т. 23. Капитал. Т. 1. Критика политической экономии. Кн. 1. Процесс производства капитала – 2-е изд. / Подгот. к печати А.И. Мальш. М.: Госполитиздат, 1960.
- Миллер Дж., Галантер Е., Прибрам К.* Планы и структура поведения / Пер. с англ. О. Виноградовой и Е. Хомской; общ. ред. А.Н. Леонтьева, А.Р. Лурия. М.: Прогресс, 1965.
- Небылицын В.Д.* Основные свойства нервной системы человека. М.: Просвещение, 1966.
- Небылицын В.Д.* Актуальные проблемы дифференциальной психофизиологии // Вопросы психологии. 1971. № 6. С. 13-26.
- Ошанин Д.А.* Роль оперативного образа в выявлении информационного содержания сигналов // Вопросы психологии. 1969. № 4. С. 24-33.
- Ошанин Д.А.* Предметное действие как информационный процесс // Вопросы психологии. 1970. № 3. С. 34-50.
- Павлов И.П.* Избранные произведения / Под общ. ред. Х.С. Коштыянца. М.: Политиздат, 1951.
- Платонов К.К.* Вопросы психологии труда – 2-е изд.. М.: Медицина, 1970.
- Психологические вопросы регуляции деятельности / Под ред. Д.А. Ошанина и О.А. Конопкина. М.: Педагогика, 1973.
- Рубахин В.Ф.* Некоторые вопросы психологии принятия решения // *Studia psychologica*. 1974а. № 2. С. 91-103.
- Рубахин В.Ф.* Психологические основы обработки первичной информации. Л.: Наука, 1974б.
- Рубинштейн С.Л.* Проблемы общей психологии. М.: Педагогика, 1973.
- Теплов Б.М.* Проблемы индивидуальных различий. М.: Изд-во Акад. пед. наук РСФСР, 1961.
- Хрунов Е.В.* Некоторые инженерно-психологические и психофизиологические аспекты деятельности космонавта-оператора в процессе стыкования и перехода из корабля в корабль // Вопросы психологии. 1972. № 6. С. 80-85.
- Backer J.D., Goldstein J.* Batch vs sequential displays: Effects of human problem solving // *Human factors*. 1966. Vol. 8. № 3. P. 225-236.
DOI:10.1177/001872086600800305
- Charanis A.* Man-machine engineering. Belmont, CA: Wadsworth Pub. Co., 1965.

Hacker W. Some psychological aspects of establishing «human-centered» man-machine systems // XX International Congress of Psychology (August 13-19, 1972). Tokyo: Science Council of Japan, University of Tokyo Press, 1972.

Human engineering guide for equipment design / C.T. Morgan, J.S. Cook, A. Chapanis, M.W. Lund (Eds.). New York: McGraw-Hill, 1963.

Miller R. Response time in man-computer conversational transaction // Proceeding of AFIPS Fall joint computer conference (December 9-11, 1968). Washington, DC: Thompson Book Co., 1968. P. 267-277. DOI:10.1145/1476589.1476628

Welford A.T. On the human demands of automation, mental work, conceptual model, satisfaction and training // Proceedings of the XIV International congress of applied psychology (August 13-19, 1961). Vol. 5. Industrial and business psychology. Copenhagen: Munksgaard, 1962. P. 182-194.

Wiener N., Rosenblueth A. Purposeful and non-purposeful behavior // Philosophy of Science. 1950. Vol. 17. № 4. P. 318-326.

XXI Internationaler Kongress für Luft und Raumfahrtmedizin: Vorabdrucke der Vorträge (September 17-21, 1973). Munchen, 1973.

Статья поступила в редакцию: 8.02.2022. Статья опубликована: 04.04.2022.

ON WAYS OF CONSTRUCTION OF THE THEORY OF ENGINEERING PSYCHOLOGY BASED ON A SYSTEMIC APPROACH

© 2022 Boris F. Lomov

Director of the Institute of Psychology of the USSR Academy of Sciences

This B.F. Lomov's article¹⁴ is devoted to the consideration of the prerequisites for the development of systemic ideas in engineering psychology. The starting point for the development of engineering-psychological research based on a systematic approach is the awareness of the need for a psychological study of the human operator's activity as a whole and

¹⁴ The abstract and keywords for the article were compiled by A.A. Kostrigin.

consideration of the entire system of mental functions, processes and states in the context of this activity. The engineering-psychological study of the “man-machine” system leads to the recognition of it as “purposeful”, since the human operator sets goals, defines tasks and selects the means for their implementation, and also acts as an organizing link in this system, directing it to achieve a certain, in advance by him the same given result and ensuring the plasticity of its functioning. The very structure of human activity has systemic traits and includes the representation of the final result, the “motive-goal” vector, forecasting changes in environmental conditions and other components that are significant for the operator’s work. The transfer and processing of information by a person when interacting with a machine occurs at two levels: at the level of the system of sense organs and sensory processes and the level of the system of representations and conceptual models. The information obtained is used by the operator when making a decision, during which alternative hypotheses are put forward, tested and evaluated. Having made a certain decision, a person develops a program of action to achieve the goal. After the implementation of this program, feedback is received from the control object itself or from signal display systems. The listed components and stages of the activity of a human operator can be designed from the standpoint of a systematic approach, which considers mental phenomena as multidimensional, multilevel, possessing systemic qualities, changing, developing and determined by internal and external factors. The implementation of a systematic approach in engineering psychology also involves interaction with other sciences (technical, biological, medical, etc.) and the inclusion of ergonomic and managerial issues.

Keywords: engineering psychology, “man-machine” system, activity, information processing, decision making, systemic approach, ergonomics.

REFERENCES

- Akoff, R. & Emeri, F. (1974). *O Tselestremlynykh Sistemakh* [*On Purposeful Systems*]. (G.B. Rubalsky (Trans.)). Moscow: Sovetskoe Radio Publ. (in Russian).
- Ananiev, B.G. (1960). *Psikhologiya Chuvstvennogo Poznaniya* [*Psychology of Sensory Cognition*]. Moscow: Akad. ped. nauk RSFSR Publ. (in Russian).
- Ananiev, B.G. (1968). *Chelovek Kak Predmet Poznaniya* [*Man as an Subject of Knowledge*]. Leningrad: Leningrad University Publ. (in Russian).
- Anokhin, P.K. (1968). *Biologiya i Neurofiziologiya Uslovnogo Refleksa* [*Biology and Neurophysiology of the Conditioned Reflex*]. Moscow: Meditsina Publ. (in Russian).
- Anokhin, P.K. (1973). Printsipial'nye voprosy obshchei teorii funktsional'nykh system [Fundamental questions of the general theory of functional systems]. *Printsipy Sistemnoi Organizatsii Funktsii* [*Principles of the System Organization of Functions*]. P.K. Anokhin (Ed.). (pp. 5-61). Moscow: Nauka Publ. (in Russian).

- Bernshtein, N.A. (1966). *Ocherki po Fiziologii Dvizhenii i Fiziologii Aktivnosti* [*Essays on the Physiology of Movements and the Physiology of Activity*]. Moscow: Meditsina Publ. (in Russian).
- Vekker, L.M. & Lomov, B.F. (1960). Struktura trudovogo deistviya [The structure of labor action]. Proceedings from Issues of Psychology: *Vtoraya Zakavkazskaya Konferentsiya Psikhologov - Second Transcaucasian Conference of Psychologists*. M.A. Masmanyam (Ed.). (pp. 42-46). Erevan. (in Russian).
- Venda, V.F. (1975). *Inzhenernaya Psikhologiya i Sintez Sistem Otobrazheniya Informatsii* [*Engineering Psychology and Synthesis of Information Display Systems*]. Moscow: Mashinostroenie Publ. (in Russian).
- Vodlozerov, V.M. & Lomov, B.F. (1964). K voprosu o mekhanizмах psikhicheskoi regulyatsii deistvii operatora, rabotayushchego v rezhime slezheniya [To the question of the mechanisms of mental regulation of the actions of an operator working in the tracking mode]. *Problemy Inzhenernoi Psikhologii. Vyp. 1* [*Problems of Engineering Psychology. Issue 1*]. B.F. Lomov (Ed.). (pp. 110-111). Leningrad. (in Russian).
- Lomov, B.F., Vasiliev, A.A., Ofitserov, V.V. & Rubakhin, V.F. (Eds.). (1970). *Voennaya Inzhenernaya Psikhologiya* [*Military Engineering Psychology*]. Moscow: Voenizdat Publ. (in Russian).
- Dobrolenskii, Yu.P., Zavalova, N.D., Ponomarenko, V.A. & Tuvaev, V.A. (1975). *Metody Inzhenerno-Psikhologicheskikh Issledovaniy v Aviatsii* [*Methods of Engineering and Psychological Research in Aviation*]. Yu.P. Dobrolenskii (Ed.). Moscow: Mashinostroenie Publ. (in Russian).
- Zavalova, N.D., Lomov, B.F. & Ponomarenko, V.A. (1971). Printsip aktivnogo operatora i raspredelenie funktsii mezhdu chelovekom i avtomatom [The principle of an active operator and the distribution of functions between a person and an automaton]. *Voprosy psikhologii* [*Issues of Psychology*], 3, 3-12. (in Russian).
- Zaporozhets, A.V. (1960). *Razvitie Proizvol'nykh Dvizhenii* [*Development of Voluntary Movements*]. Moscow: Akad. ped. nauk RSFSR Publ. (in Russian).
- Zinchenko, V.P. & Zarakovskii, G.M. (1970). Analiz deyatelnosti operatora [Analysis of the operator's activity]. *Ergonomika. Printsipy i Rekomendatsii. Vyp. 1* [*Ergonomics. Principles and Recommendations. Issue 1*]. V.P. Zinchenko (Ed.). (pp. 33-54). Moscow. (in Russian).
- Kuzmin, V.P. (1974). Printsipy Sistemnosti v Teorii i Metodologii K. Marksa [Principles of Systemicity in the Theory and Methodology of K. Marx]. *Doctor's thesis*. Moscow. (in Russian).

- Kuzmin, V.P. (1976). *Printsip Sistemnosti v Teorii i Metodologii K. Marksa* [*Principle of Systemicity in the Theory and Methodology of K. Marx*]. Moscow: Politizdat Publ. (in Russian).
- Leontiev, A.N. (1972a). Problema deyatel'nosti v psikhologii [The problem of activity in psychology]. *Voprosy Filosofii* [*Issues of Philosophy*], 9, 95-108. (in Russian).
- Leontiev, A.N. (1972b). *Problemy Razvitiya Psikhiki* [*Problems of the Development of the Psyche*]. Moscow: Moscow University Publ. (in Russian).
- Leontiev, A.N. & Lomov, B.F. (1963). Chelovek i tekhnika [Man and technology]. *Voprosy Psikhologii* [*Issues of Psychology*], 5, 29-37. (in Russian).
- Litvak, I.I., Lomov, B.F. & Soloveichik, I.E. (1975). *Osnovy Postroeniya Apparatury Otobrazheniya v Avtomatizirovannykh Sistemakh* [*Fundamentals of Building Display Equipment in Automated Systems*]. Moscow: Sovetskoe radio Publ. (in Russian).
- Lomov, B.F. (1963). *Chelovek i Tekhnika: Ocherki Inzhenernoї Psikhologii* [*Man and Technology: Essays on Engineering Psychology*]. Leningrad: Leningrad University Publ. (in Russian).
- Lomov, B.F. (1971). O roli praktiki v razvitiі teorii obshchei psikhologii [On the role of practice in the development of the theory of general psychology]. *Voprosy Psikhologii* [*Issues of Psychology*], 1, 26-35. (in Russian).
- Lomov, B.F. (1975). O sistemnom podkhode v psikhologii [On the systemic approach in psychology]. *Voprosy Psikhologii* [*Issues of Psychology*], 2, 31-45. (in Russian).
- Luriya, A.R. (1973). *Osnovy Neiropsikhologii* [*Fundamentals of Neuropsychology*]. Moscow: Moscow University Publ. (in Russian).
- Marx, K. & Engels, F. (1956). *Iz Rannikh Proizvedenii* [*From Early Works*]. Ya.B. Turchins (Ed.). Moscow: Gospolitizdat Publ. (in Russian).
- Marx, K. & Engels, F. (1960). *Sochineniya. Kapital. Kritika Politicheskoi Ekonomii. Protssess Proizvodstva Kapitala.* [*Works: Capital. Criticism of Political Economy. The Process of Capital Production.*]. V.23. A.I. Malysh (Ed.). (Vols.1-30). (2nd ed.). Moscow: Gospolitizdat Publ. (in Russian).
- Miller, G., Galanter, E. & Pribram, K. (1965). *Plany i Struktura Povedeniya* [*Plans and Structure of Behavior*]. O. Vinogradova, E. Khomskaya (Trans.); A.N. Leontiev, A.R. Luria (Ed.). Moscow: Progress Publ. (in Russian).
- Nebylitsyn, V.D. (1966). *Osnovnye Svoistva Nervnoi Sistemy Cheloveka* [*Basic Properties of the Human Nervous System*]. Moscow: Prosveshchenie Publ. (in Russian).

- Nebylitsyn, V.D. (1971). Aktual'nye problemy differentsial'noi psikhofiziologii [Actual problems of differential psychophysiology]. *Voprosy Psikhologii* [Issues of Psychology], 6, 13-26. (in Russian).
- Oshanin, D.A. (1969). Rol' operativnogo obraza v vyyavlenii informatsionnogo sodержaniya signalov [The role of the operational image in identifying the information content of signals]. *Voprosy Psikhologii* [Issues of Psychology], 4, 24-33. (in Russian).
- Oshanin, D.A. (1970). Predmetnoe deistvie kak informatsionnyi protsess [Object action as an information process]. *Voprosy Psikhologii* [Issues of Psychology], 3, 34-50. (in Russian).
- Pavlov, I.P. (1951). *Izbrannye Proizvedeniya* [Selected Works]. Kh.S. Koshtoyants (Ed.). Moscow: Politizdat Publ. (in Russian).
- Platonov, K.K. (1970). *Voprosy Psikhologii Truda* [Issues of Labor Psychology]. (2nd ed.) Moscow: Meditsina Publ. (in Russian).
- Oshanin, D.A. & Konopkin, O.A. (1973). *Psikhologicheskie Voprosy Regulyatsii Deyatel'nosti* [Psychological Issues of Activity Regulation]. Moscow: Pedagogika Publ. (in Russian).
- Rubakhin, V.F. (1974a). Nekotorye voprosy psikhologii prinyatiya resheniya [Some issues of decision-making psychology]. *Studia Psychologica*, 2, 91-103. (in Russian).
- Rubakhin, V.F. (1974b). *Psikhologicheskie Osnovy Obrabotki Pervichnoi Informatsii* [Psychological Bases of Primary Information Processing]. Leningrad: Nauka Publ. (in Russian).
- Rubinshtein, S.L. (1973). *Problemy Obshchei Psikhologii* [Problems of General Psychology]. Moscow: Pedagogika Publ. (in Russian).
- Teplov, B.M. (1961). *Problemy Individual'nykh Razlichii* [Problems of Individual Differences]. Moscow: Akad. ped. nauk RSFSR Publ. (in Russian).
- Khrunov, E.V. (1972). Nekotorye inzhenerno-psikhologicheskie i psikhofiziologicheskie aspekty deyatelnosti kosmonavta-operatora v protsesse stykovaniya i perekhoda iz korablya v korabl' [Some engineering-psychological and psychophysiological aspects of the activity of the cosmonaut-operator in the process of docking and transition from ship to ship]. *Voprosy Psikhologii* [Issues of Psychology], 6, 80-85. (in Russian).
- Backer, J.D. & Goldstein, J. (1966). Batch vs sequential displays: Effects of human problem solving. *Human Factors*, 8(3), 225-236. DOI:10.1177/001872086600800305
- Chapanis, A. (1965). *Man-Machine Engineering*. Belmont, CA: Wadsworth Pub. Co.

- Hacker, W. (1972). Some psychological aspects of establishing «human-centered» man-machine systems. *XX International Congress of Psychology (August 13-19, 1972)*. Tokyo: Science Council of Japan, University of Tokyo Press.
- Morgan, C.T., Cook, J.S., Chapanis, A. & Lund, M.W. (1963). *Human Engineering Guide for Equipment Design*. New York: McGraw-Hill.
- Miller, R. (1968). Response time in man-computer conversational transaction. *Proceeding of AFIPS Fall Joint Computer Conference (December 9-11, 1968)*. (pp. 267-277). Washington, DC: Thompson Book Co. DOI:10.1145/1476589.1476628
- Welford, A.T. On the human demands of automation, mental work, conceptual model, satisfaction and training. *Proceedings of the XIV International Congress of Applied Psychology (August 13-19, 1961)*. Vol. 5. *Industrial and Business Psychology* (pp. 182-194). Copenhagen: Munksgaard, 1962.
- Wiener, N. & Rosenblueth, A. (1950). Purposeful and non-purposeful behavior. *Philosophy of Science*, 17(4), 318-326.
- XXI Internationaler Kongress für Luft und Raumfahrtmedizin: Vorabdrucke der Vorträge (September 17-21, 1973)*. Munchen, 1973.

The article was received: 8.02.2022. Published online: 04.04.2022

Библиографическая ссылка на статью:

Ломов Б.Ф. О путях построения теории инженерной психологии на основе системного подхода // Институт психологии Российской академии наук. Организационная психология и психология труда. 2022. Т. 7. № 1. С. 279 - 319. DOI: 10.38098/ipran.opwp_2022_22_1_013

Lomov, B.F. (2022). О путях построения теории инженерной психологии на основе системного подхода [On ways of construction of the theory of engineering psychology based on a systemic approach]. *Institut Psikhologii Rossiyskoy Akademii Nauk. Organizatsionnaya Psikhologiya i Psikhologiya Truda [Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences. Organizational Psychology and Psychology of Labor]*, 7(1), 279 - 319. DOI: 10.38098/ipran.opwp_2022_22_1_013

Адрес статьи: <http://work-org-psychology.ru/engine/documents/document774.pdf>