

**Содержание**

[Введение 4](#bookmark0)

[**Эргономика и ее место в системе наук 11**](#bookmark4)

[*§ 1. Предмет эргономики и ее задачи* *11*](#bookmark5)

[*§ 2. Междисциплинарные связи эргономики* *20*](#bookmark7)

ЛИТЕРАТУРА 32

[**Краткая история развития эргономики 35**](#bookmark11)

[*§1. Исторические предпосылки возникновения эргономики* *35*](#bookmark12)

[*§2. Возникновение эргономики и ее современное состояние* *48*](#bookmark14)

ЛИТЕРАТУРА 60

[**Принципы и методы эргономики 63**](#bookmark17)

[*§1. Методологические средства эргономики* *63*](#bookmark19)

[§2. Общая характеристика эргономических исследований и их методов.. 66](#bookmark20)

[*§3. Методы наблюдения и опроса* *74*](#bookmark23)

[§4. Методы исследования исполнительной и познавательной деятельности](#bookmark24)

[80](#bookmark24)

[*§5. Методы оценки функциональных состояний* *92*](#bookmark27)

[*§6. Моделирование в эргономике* *106*](#bookmark29)

[*§7. Использование ЭВМ в эргономических исследованиях* *108*](#bookmark31)

ЛИТЕРАТУРА 112

[**Принципы эргономического анализа трудовой деятельности 115**](#bookmark33)

[*§ 2. Классификация рабочих профессий* *116*](#bookmark36)

[§2. Функциональная структура исполнительных (перцептивно-моторных)](#bookmark37)

действий 123

[§3. Функциональная структура познавательных действий 152](#bookmark40)

[§ 4. Информационная подготовка решения 179](#bookmark42)

[**Эргономические основы проектирования техники 190**](#bookmark44)

[§1. Структура эргономических свойств и показателей техники 191](#bookmark46)

[§2. Учет требований эргономики при проектировании техники 196](#bookmark48)

[Эргономические основы организации рабочего места 208](#bookmark50)

[§1. Общие эргономические требования 208](#bookmark52)

[§ 2. Требования антропометрии и биомеханики 216](#bookmark54)

[Рабочие сиденья 221](#bookmark56)

[Оптимизация средств и систем отображения информации 224](#bookmark58)

[§1. Деятельность оператора с информационными моделями 224](#bookmark60)

[§2. Пространственные характеристики зрительной информации 233](#bookmark64)

[§з. Яркостные характеристики зрительной информации 238](#bookmark66)

[§4. Временные характеристики зрительной информации ' 242](#bookmark62)

[§5. Кодирование зрительной информации 243](#bookmark68)

[§6. Требования к визуальным индикаторам 246](#bookmark70)

[§7. Интегральные индикаторы 254](#bookmark72)

[§8. Мнемосхемы 255](#bookmark74)

[§9. Табло коллективного пользования 257](#bookmark76)

2

[§10. Методы трехмерной индикации 263](#bookmark78)

[§11. Сигнализаторы звуковые (неречевых сообщений) 265](#bookmark80)

[§12. Словесные сигналы предостережения 268](#bookmark82)

[Оптимизация рабочих движений и органов управления 270](#bookmark84)

[§1. Оптимизация рабочих движений 270](#bookmark86)

[§2. Общие требования к органам управления 273](#bookmark88)

[§3. Требования к отдельным видам органов управления 275](#bookmark90)

[Учет факторов среды при оптимизации системы «человек—](#bookmark91)

машина» 286

[§ 1. Основные направления работ, термины и определения 286](#bookmark94)

[§ 2. Общая характеристика факторов среды 293](#bookmark96)

[Стандартизация эргономических норм и требований и](#bookmark97)  
[эргономическая оценка качества промышленной продукции 307](#bookmark97)

[§1. Основные направления эргономической стандартизации в системе](#bookmark99)

управления качеством продукции 309

[§2. Эргономическая оценка качества промышленных изделий 311](#bookmark102)

Введение

Социализм впервые в истории ставит вопрос о трудящемся человеке не просто как о работнике, а как о личности, чье всестороннее развитие становится необходимым фактором роста производительных сил и прогресса общества в целом. Такой подход выражает и объективную тенденцию резкого повышения роли человеческого фактора в общественном производстве, обусловленного научно-технической революцией.

Создание условий, благоприятствующих всестороннему развитию способностей и творческой активности советских людей, всех трудящихся, в период коммунистического строительства становится настоятельной потребностью самого хозяйственного развития Советского государства. Удовлетворение многих жизненных потребностей трудящихся прямо или косвенно связано с конкретным производством, в котором они заняты. Советское государство заботится, и это закреплено статьей двадцать первой нового Основного Закона — Конституции СССР, об улучшении условий и охра­не труда, его научной организации, о сокращении, а в дальнейшем и полном вытеснении тяжелого физического труда на основе комплексной механизации и автоматизации производственных процессов во всех отраслях народного хозяйства.

Развитие материального производства на основе повышения эффективности и качества— основной путь достижения фундаментальных, долговременных целей экономики развитого социалистического общества. Высокая эффективность производства — исключительно многогранная проблема. Ее достижение зависит от широкого круга факторов, связанных с собственно научно-техническим прогрессом, с совершенствованием системы социалистического хозяйствования, дальнейшим развитием социалистической демократии, ростом уровня профессиональной и идейно-теоретической под­готовки трудящихся. Все эти факторы находят свое отражение внепосредственном трудовом процессе, в трудовой деятельности людей, в различных областях народного хозяйства в той или иной конкретной форме, в том или ином конкретном сочетании.

Повышение эффективности и качества труда является одним из важнейших средств достижения высокой эффективности производства. Движение за высокую эффективность и качество работы стало в нашей стране поистине всенародным. Дальнейшее, более успешное решение этой задачи настоятельно требует научного теоретического исследования проблем трудовой деятельности человека, его роли в современном производстве.

Труд есть явление социальное. Но поскольку в основе всякого труда лежат психические и физиологические процессы, большую роль в решении задач повышения производительности труда играют науки, изучающие деятельность и функции человека.

С развитием производства меняются условия, методы и организация трудовой деятельности человека, претерпевают существенные изменения функции, роль и место человека в процессе труда и соответственно на разных исторических этапах выступают на первый план те или иные аспекты научного

4

исследования трудовой деятельности человека. Преимущественно энергетический подход к изучению этого процесса, обусловленный преобладанием в прошлом ручного труда, являлся типичным для исследований в сфере физиологии труда, возникшей в XIX веке. В настоящее время физиология труда, претерпев определенную эволюцию, изучает закономерности протекания физиологических процессов и особенности их регуляции при трудовой деятельности человека и соответствующими данными обосновывает средства организации трудового процесса, способствующие длительному поддержанию работоспособности человека на высоком уровне. Тесно связана с физиологией труда гигиена труда — профилактическая дисциплина, изучающая воздействие трудового процесса и окружающей производственной среды на организм работающих с целью разработки санитарно-гигиенических и лечебно­профилактических мероприятий, направленных на создание наиболее благоприятных условий труда и обеспечение -высокого уровня состояния здоровья и трудоспособности человека.

В начале XX в., когда технический прогресс вызвал появление сложных видов трудовой деятельности (управление автомобилем, локомотивом и др.), предъявивших серьезные требования к скорости реакции, восприятию и другим психическим процессам человека, был дан мощный импульс развитию психологии труда. Эта научная дисциплина изучает психологические особенности трудовой деятельности человека в целях повышения производительности труда и формирования профессионально важных качеств личности.

Дифференциация наук о труде сыграла и продолжает играть по­ложительную роль в развитии наших знаний о нем. В ходе такой диф­ференциации были созданы и отработаны методики исследования, выявлены важные закономерности, сформулированы принципы рациональной организации отдельных сторон и моментов трудового процесса.

Вместе с тем по мере накопления знаний неизбежно возникали контакты между науками. Гигиена труда вынуждена была обращаться к данным физиологии и психологии труда, психология труда — к данным гигиены и системотехники и т. д. Это и понятно, поскольку в действительности труд представляет собой не сумму разрозненных элементов, а нечто целое. В реальной трудовой деятельности психологические компоненты не отделены от физиологических или социальных. Более того, деятельность человека нельзя понять, не изучая ее во взаимодействии с функционированием технических устройств, посредством которых человек решает ту или иную трудовую задачу.

В конце 40-х — начале 50-х годов на основе накопленных знаний о труде возникла потребность в целостной системе представлений о работающем человеке, о его трудовой деятельности, о его взаимоотношениях с машиной и с окружающей средой. Без такой системы затруднялось дальнейшее развитие специальных наук и эффективное использование накопленных знаний в практике.

Но дело, конечно, не только в логике развития наук. Решающую роль в становлении системного подхода к изучению работающего человека, его трудовой деятельности сыграли те объективные процессы, которые были вызваны научно-технической революцией. Происходят качественные сдвиги в содержании труда, и преобразуется веками установившаяся структура профессий. Автоматизация производства, коренным образом изменяя содержание труда человека, синтезирует в его деятельности многие трудовые функции, которые прежде были разделены. В трудовой деятельности все более выявляются подлинно человеческие творческие функции. Современная эпоха революционных преобразований, эпоха становления новой коммунистической формации, внутренне связанной с революционными изменениями в науке и технике, наполняет реальным смыслом положение, согласно которому «в исторически отдаленной перспективе речь идет об одном из самых радикальных преобразований — о преобразовании всего существующего способа челове­ческой деятельности» [44, с. 152—153; см. литературу к гл. 1).

Противоречивость научно-технического прогресса состоит в том, что наряду с огромными положительными результатами он несет с собой и определенные отрицательные социальные последствия [см. 1]. В современном производстве, которое широко оснащается сложными техническими системами, к человеку предъявляются резко возросшие требования, вынуждающие его иногда работать на пределе психофизиологических возможностей и в крайне усложненных условиях труда. При этом человек несет ответственность за эффективное функционирование больших систем управления производством, транспортом, связью, космическими полетами и т. п. и допущенная им ошибка может привести в некоторых случаях к очень тяжелым последствиям. Технический прогресс со всей остротой поставил проблему «человек — машина». Возможности человека расширяются за счет развития орудий труда, но орудия труда часто оказываются настолько сложными или нерационально сконструированными, что становится трудно ими пользоваться. С развитием техники возникла задача согласования конструкции машин и условий их функционирования с характеристиками работающего человека. Машина должна быть во всех отношениях удобной для обслуживающего ее человека, она должна соответствовать его психофизиологическим характеристикам.

В настоящее время происходит усложнение (структурное и функциональное) технических средств и технологических процессов, централизация управления крупными комплексами. Анализ эффективности автоматизированных систем управления показывает, что именно ошибки оператора зачастую оказываются причиной отказов в системе. Тенденции развития современного производства таковы, что в ближайшие десятилетия основные трудности проектирования, вероятно, будут связаны не с исследованием характеристик оборудования, а с определением путей и средств оптимального взаимодействия человека и техники. В процессе проектирования сложных комплексов возникает проблема прогнозирования деятельности человека (группы людей), которую нельзя решать, как убеждает печальный опыт реализации некоторых дорогостоящих систем, руководствуясь правилом: «построим машину — посмотрим, почему она не работает».

Раньше каждый вариант орудия труда мог буквально столетиями опробоваться в деятельности людей и постоянно совершенствоваться. Сейчас же общество не располагает временем для этого (за последние десятилетия, например, сменились три поколения ЭВМ). Вместе с тем резко возросла стоимость технических средств и «цена» ошибки человека при управлении сложными системами. Поэтому при проектировании новой и модернизации существующей техники необходимо заранее и с максимально доступной полнотой учитывать возможности и особенности людей, которые будут ею пользоваться.

Показатели физической среды на производстве также должны быть согласованы с характеристиками человека, только при этом условии можно рассчитывать на высокую эффективность его труда. В некоторых видах производства человек в течение рабочего дня вынужден находиться в помещениях с искусственным освещением, с определенным, требуемым технологией, химическим составом воздуха. Иногда ему приходится работать при повышенном, иногда при пониженном атмосферном давлении. Некоторые профессии связаны с необходимостью переносить большие ускорения, измене­ния гравитации, шумы, вибрацию и т. д. Создание новых машин и разработка новых технологических процессов есть создание новой среды для человека. Иногда эта среда представляет собой сочетание естественных и искусственных условий, иногда полностью является искусственной. Поэтому, когда создается новая машина, речь должна идти не просто о машине как таковой, а о системе «чело-век — машина — производственная среда».

Комплексный, системный подход к изучению перечисленных проблем явился методологической основой рождения новой отрасли знания — эргономики. Разумеется, в той или иной степени указанные проблемы ставились и ранее, некоторые из них находили известное решение в исследованиях психологии, физиологии и гигиены труда. В ходе этих исследований усиливалось взаимодействие названных наук, возникла необходимость взаимопроникновения некоторых из них, например физиологии и психологии труда.

Изучение и проектирование систем «человек — машина — про­изводственная среда» создали предпосылки для объединения технических дисциплин и наук о человеке и его трудовой деятельности, обусловили появление новой психофизиологической проблематики. Эргономика сложилась на стыке психологии, физиологии, гигиены труда и технических наук. Все они, за исключением технических наук, изучают один и тот же объект, но при этом рассматривают человека в труде с разных точек зрения и пользуются для этого разными методами.

В исследовании проблем развития современного производства и управления им, повышения его эффективности все возрастающую роль играет комплекс наук о человеке. Формирование эргономики отражает потребности общественного производства в синтезе достижений социально-экономических, естественных и технических наук применительно к задачам исследования и проектирования трудовых процессов. «Новые возможности для плодотворных исследований как общетеоретического, фундаментального, так и прикладного характера, — подчеркивалось на XXV съезде КПСС, — открываются на стыке различных наук, в частности,— естественных и общественных. Их следует использовать в полной мере» [3, с. 87].

Если прежде развитие техники обеспечивалось в основном успехами физико-математических, химических и технических наук, то в настоящее время все чаще к решению задач, возникающих в технике, привлекаются данные биологических, психологических, социально-экономических наук [21]. «Предметом научного исследования в области трудовой деятельности становится не техника сама по себе, и не только 'человек как субъект производства, но и согласование его физических и психических возможностей, эстетических вкусов и других социальных качеств со свойствами современных технических систем» [43, с. 62]|.

Возникновение эргономики связано с развитием противоречия внутри реального объекта, а именно техники, которая как явление, имеющее природную основу, обладает относительно самостоятельной логикой функционирования и развития, но как элемент процесса труда она функционирует в единой системе с человеком и развивается по законам его труда. «Существование техники вне тела создает возможность бесконечного технического прогресса, свобод-ного от ограничений человеческого организма. Но сколь бы техника ни развивалась, она навсегда останется «продолжением» естественных органов человека, его рук и мозга. Бесконечность технического прогресса, принципиальная возможность «передачи» трудовых функций субъекта технике ограничена целями человека, ее назначением быть средством человеческого труда» [40, с. 55].

В эргономике разрабатываются определенные проблемы качества труда, которое понимается достаточно широко. Качество представляет интегральную характеристику данного вида труда, в которой фиксируются показатели качества и количества производимой продукции, взятые в отношении к трудовым затратам, психологической и физиологической «цене» деятельности, а также по отношению к показателям здоровья и развития личности работника. Взаимосвязь и взаимообусловленность всех перечисленных компонентов образуют целостную систему качества определенного вида труда, имеющую многоуровневое строение.

Работы эргономического направления относятся к категории тех прикладных исследований, которые непосредственно обеспечивают интеграцию науки с производством. Разработка и внедрение в жизнь эргономических принципов и рекомендаций становятся составной частью широкой программы мероприятий, направленных на создание, новой и модернизацию существующей техники, на дальнейшее облегчение и оздоровление труда, а также повышение его эффективности и качества. Эргономика вносит определенный вклад в осуществление многоплановой и долгосрочной программы перехода от техники безопасности к безопасной технике. Одновременно с этим использование достижений эргономики позволяет существенно повысить привлекательность труда. «На работе человек проводит значительную и самую активную часть своей жизни. Отсюда специфика требований, предъявляемых различными социальными группами к своей трудовой деятельности. Это требования и к содержанию труда, и к возможности самовыражения и самоутверждения, это требования к условиям и режиму работы, позволяющим сохранить здоровье и выполнять различные роли и функции вне трудовой деятельности, и, наконец, это требования к определенному материальному вознаграждению. Степень удовлетворения этих требований определяет оценку привлекательности труда» [16, с. 84].

В условиях все ускоряющегося обновления имеющегося запаса знаний, а соответственно техники и технологии эргономическое совершенствование отдельных сторон производства должно быть включено в программу образования человека (понятого в широком смысле)" как внутреннее условие ее осуществления, при этом более эффективно будут решаться не только задачи приспособления техники к человеку, но и активного формирования способностей человека в соответствии с требованиями, которые предъявляет к «ему технический прогресс, и возможностями, которые перед ним открываются с развитием техники.

Тенденции развития эргономики приводят к необходимости применения разрабатываемых ею методов и критериев к любой сфере человеческой деятельности как на производстве, так и в быту. Предметная область изучения и проектирования в эргономике расширяется и за счет включения различных объектов, формирующих предметно-пространственную среду

жизнедеятельности людей, в том числе и пожилых людей и лиц с физическими недостатками. Сегодня одна из наиболее новых сфер применения результатов эргономического исследования — проектирование технически сложных промышленных изделий культурно-бытового назначения. Эргономика в тесном содружестве с технической эстетикой обеспечивает высокие потребительские свойства этих изделий, их красивый внешний вид и повышенное удобство эксплуатации.

В условиях научно-технической революции эргономика приобретает все большую социальную и экономическую значимость, содействуя наиболее эффективному использованию ее достижений в интересах человека и общества. Эргономика призвана способствовать не только созданию оптимальных условий для труда, быта и отдыха людей, но и формированию новых культурных ценностей, созданию условий для всестороннего развития человека.

Учебное пособие написано на основании 20-летнего опыта работы авторов в области психологии труда, инженерной психологии, эргономики. Использованы курсы лекций, прочитанные в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова. В книге отражены также результаты многочисленных исследований по общей и экспериментальной психологии, выполненные кафедрой психологии труда и инженерной психологии МГУ и отделом эргономики Всесоюзного научно-исследовательского института техни­ческой эстетики Госкомитета по науке и технике СССР.

В предлагаемом учебном пособии обобщены материалы публикаций, подготовленных как самими авторами, так и под их руководством: Инженерная психология. М., Изд-во Моск. ун-та, 1964; Инженерно-психологические требования к системам управления. М., изд. ВНИИТЭ, 1967; Эргономика. Труды ВНИИТЭ, вып. 1—17, М., изд. ВНИИТЭ, 1970—1979; Эргономика. Принципы и рекомендации, вып. 1—7. М., изд. ВНИИТЭ, 1970—1975; Эргономические основы организации труда. М., «Экономика», 1974; Микроструктурный анализ исполнительной деятельности. М., изд. ВНИИТЭ, 1975; Психометрика утомления. М., Изд-во Моск. ун-та, 1977; Актуальные проблемы эргономики. Физиология человека и животных, т. 21 (Итоги науки и техники ВИНИТИ АН СССР). М., изд. ВИНИТИ, 1978; Современное состояние и тенденции развития эргономики. М., изд. ВНИИТЭ, 1978. В книге использованы также комплекс стандартов «Система человек — машина» и «Межотраслевые требования и нормативные материалы по научной организации труда, которые должны учитываться при проектировании новых и реконструкции действующих предприятий, при разработке технологических процессов и оборудования», т. 1, М., 1978, изд.НИИтруда Госкомтруда СССР. В создании этих нормативно-тех­нических материалов авторы принимали непосредственное участие.

В книге нашли определенное отражение предварительные результаты научно-технического сотрудничества стран — членов СЭВ по проблемам эргономики, которое осуществляется при содействии Координационного центра, созданного на базе ВНИИТЭ.

Авторам посчастливилось работать над проблемами, которым посвящена настоящая книга, под руководством и совместно с целым рядом выдающихся советских ученых: С. Г. Геллерштейном, Ф. Д. Горбовым, П. И. Зинченко, А. Н. Леонтьевым, В. Д. Небы-лицыным, Д. Ю. Пановым, Э. Г. Юдиным. Все они беззаветно служили науке, способствовали созданию и развитию новых направ­лений в изучении и проектировании трудовой деятельности и внесли огромный вклад в разработку новых методологических принципов ее анализа.

Авторы выражают глубокую благодарность всем многочисленным сотрудникам и коллегам, которые личным участием, советами и критическими замечаниями оказали существенную помощь в работе над книгой.

Подготовка учебного пособия — дело в такой же степени ответственное, в какой и трудное. Трудности во много крат возрастают, когда речь идет о создании учебного пособия в междисциплинарной, комплексной и новой области научной и практической деятельности. Поэтому авторы будут признательны за критику, замечания и пожелания по дальнейшему совершенствованию учебного пособия, которые следует .направлять в адрес Издательства Московского государственного университета.

1. Эргономика и ее место в системе наук

§ 1. Предмет эргономики и ее задачи

Проблемы определения объекта исследования эргономики и тех сторон в этом объекте, которые она изучает, т. е. выявления ее предмета исследования, представляются особо важными для формирующейся научной дисциплины. Указанные определения строятся, как правило, исходя из эмпирических данных и в значительной степени из реального научного вклада специалистов, занятых в данной области знания [5, 13, 23, 28, 49, 51, 53, 54].

Эргономика — научная дисциплина, комплексно изучающая человека (группу людей) в конкретных условиях его (их) деятельности, связанной с использованием машин (технических средств). Человек, машина и среда рассматриваются в эргономике как сложное, функционирующее целое, в котором ведущая роль принадлежит человеку. Эргономика является одновременно и научной, и проектировочной дисциплиной, так как в ее задачу входит разработка методов учета человеческих факторов при модернизации действующей и создании новой техники и технологии, а также соответствующих условий труда (деятельности).

Интерес к системам «человек — машина» возник в середине XX в.; он обусловлен тем, что в качестве объектов технического проектирования и конструирования стали все чаще выступать различного рода сложные системы управления производством, транспортом, связью, космическими полетами и т. п., эффективность функционирования которых во многом определяется деятельностью включаемого в них в качестве ведущего звена — человека. Сочетание способностей человека и возможностей машины (или совокупности технических средств) существенно повышает эффективность управления. Несмотря на совместное выполнение функций управления человеком и машиной, каждая из двух составляющих этой сложной системы подчиняется в работе собственным, свойственным только ей закономерностям, причем эффективность функционирования системы в целом определяется тем, в какой степени при ее создании были выявлены и учтены присущие человеку и машине особенности, в том числе ограничения и потенциальные возможности.

Предметом эргономики является конкретная деятельность человека (группы людей), использующего машины (технические средства], а объектом исследования — система «человек (группа людей) — машина (техническое средство) —среда»[[1]](#footnote-2) [[2]](#footnote-3). Задача оптимизации таких систем требует комплексного подхода. «Эргономика — это наука плюс техника. Предмет эргономики как науки — деятельность человека-труженика и человека-потребителя. Цель эргономики как техники — оптимизация условий труда» [16, с. 14].

Эргономика рассматривает технический и человеческий аспекты в неразрывной связи. Эргономика может, вероятно, существовать и добиваться определенных успехов на стыке психологии, физиологии, гигиены труда и анатомии, однако подлинный прогресс и практическая ценность ее

определяются уровнем синтеза в ней человеческого и технического аспектов. Более того, стремление раскрыть закономерности этого синтеза характеризует эргономику как новую науку особого типа. Решение прикладных проблем эргономики предполагает движение одновременно в двух направлениях — от требований человека к технике и условиям ее функционировавия и от требований техники и условий ее функционирования к человеку. Оба эти направления взаимосвязаны, и оптимальные решения находятся, как правило, на их пересечении. Для нахождения таких оптимальных решений недостаточно использовать отдельные рекомендации психологии, физиологии, гигиены труда, антропометрии и др. Необходимо согласовать эти рекомендации между собой, субординировать и увязать в единую систему требований к тому или иному виду конкретной деятельности и условиям ее осуществления. Важны знания (или представления) не отдельных функциональных возможностей восприятия, мышления и действий работающего человека, а его деятельности в целом, причем необходимо учитывать все обстоятельства, от которых зависит успех деятельности человека.

Эргономичность техники является целостной характеристикой, наиболее обобщенным показателем, венчающим иерархическую структуру свойств и показателей более низких уровней. Эта целостная характеристика вырастает из ряда эргономических свойств техники: управляемости, обслуживаемости, освояемости и обитаемости. Первые три характеризует органичность включения техники в соответствующие виды деятельности человека (группы людей). Обитаемость техники характеризует приближение условий (среды) ее функционирования к биологически оптимальным параметрам внешней среды, при которых работающему человеку обеспечиваются нормальное развитие, хорошее здоровье и высокая работоспособность, а также достигается уменьшение или ликвидация вредных последствий ее эксплуатации для окружающей среды. Каждое эргономическое свойство техники, в свою очередь, вырастает из ряда комплексных показателей, которые представляют разные, но взаимосвязанные стороны этих свойств. Комплексные эргономические показатели формируются на основе групповых показателей, которые представляют собой совокупность однородных единичных эргономических показателей: социально-психологических, физиологических, психологических и психофизиологических, антропометрических и гигиенических. Данная иерархическая структура объединяет различные уровни интеграции эргономических показателей. Изучение взаимопереходов одних уровней в другие и составляет собственно исследовательскую задачу эргономики.

Различают две стадии (этапа) в развитии и соответственно два вида эргономики — коррективную и проективную (превентивную), которые соответственно связывают с задачами модернизации существующих машин и систем и с проектированием новых. Принятый в коррективной эргономике подход предполагает в каждом случае оптимизацию деятельности поочередно по отдельным факторам: психологическдму (тогда значение

антропометрического, физиологического и гигиенического факторов заранее принимается как оптимальное либо не учитывается вообще), физиологическому, гигиеническому и т.д. (с теми же оговорками). Затем отдельные, данные суммируются. Вполне очевидно несоответствие подобной суммы идеализированных одномерных моделей реальным условиям протекания деятельности, где все факторы взаимосвязаны и переплетены. Если бы эргономике не отводилась роль научной основы комплексного проектирования деятельности, то такая идеализация, широко принятая в научных исследованиях, была бы не только допустимой, но и закономерной, поскольку она позволяет добиваться особой строгости результатов и сокращать сроки исследований отдельных сторон деятельности.

Коррективная эргономика играет немаловажную роль, объединяя для решения важных и актуальных проблем специалистов различных областей знания. В коррективной эргономике предпринимаются попытки свести воедино, пусть зачастую и механически, факты, добытые различными науками о труде. Коррективная эргономика оказывает определенное положительное влияние на практику проектирования, способствует накоплению отдельных данных о труде.

Формирование проективной эргономики предполагает не только накопление данных о человеческих факторах, но и развитие специальных исследований типичных видов и форм человеческой деятельности, создание методов ее анализа и формализации, выявление факторов, определяющих ее эффективность. В свою очередь, эти задачи побуждают анализировать факторы, влияющие на про-текание различных видов деятельности, составлять эргономическую типологию видов деятельности, разрабатывать собственные, специфические, исследовательские методы проективной эргономики.

Проектировщики нуждаются в научно обоснованном инструменте проектирования трудовой деятельности, позволяющем оптимизировать СЧМ. Такой инструмент и призвана дать проективная эргономика, формирование которой позволит нейтрализовать явно наметившуюся тенденцию «рецептурной» эргономики, таящей в себе опасность ограничения роли творческого анализа в таком сложном и ответственном деле, каким является гуманизация техники и условий труда и быта.

В связи с усиливающейся тенденцией технизации быта специалисты в области эргономики все большее внимание уделяют исследованию человеческих факторов применительно к задачам проектирования, создания и оценки технически сложных изделий культурно-бытового назначения. Однако в этом направлении сделаны только первые шаги.

Эргономика играет все возрастающую роль и в решении комплексной проблемы реабилитации лиц, в той или иной мере утративших трудоспособность. Такая реабилитация представляет систему государственных, социально-экономических, медицинских, профессиональных, педагогических, психологических и других мероприятий, направленных на возвращение больных и инвалидов в общество и к общественно полезному труду. Изучение возможно­стей и особенностей различных категорий инвалидов с целью учета полученных результатов при проектировании оборудования общественных, административных и жилых зданий, а также отдельных помещений, рабочих мест и различных промышленных изделий представляет одно из важных направлений эргономики. С этой же целью в эргономике изучаются психофизиологические возможности и особенности людей пожилого возраста.

Имея в качестве основного объекта исследования системы СЧМ, эргономика изучает определенные их свойства. Эти свойства получили название человеческих факторов; они представляют собой интегральные характеристики связи человека и машины (технического средства), проявляющиеся в конкретных условиях их взаимодействия при функционировании системы, связанном с достижением конкретных целей.

Из приведенного определения человеческих факторов следует, что они не могут быть сведены к взятым самим по себе характеристикам человека, машины (технического средства), среды. Естественно, при их выделении и определении используются фундаментальные знания о каждом из этих компонентов системы, имеющиеся и получаемые в соответствующих изучающих их науках. Из приведенного определения следует также, что характеристики и свойства, фиксируемые в понятии человеческих факторов, представляют собой не отдельные изолированные признаки компонентов СЧМ, а являются ее совокупными, системными качествами. «Новое качество, возникающее как продукт интеграции, соединения в единое целое многих элементов, дает нечто большее, чем сумма частей, оно отражает некие общие кооперативные свойства данного множества явлений и представляет собой определенность надындивидуальную» [19, с. 83].

По отношению к свойствам — качествам компонентов СЧМ человеческие факторы представляют собой качества второго порядка, возникающие как результат интеграции, воплощения в единое целое природных качеств, характеризующих среду, предметных качеств, характеризующих машину (техническое средство), функциональных, в том числе и социальных качеств, характеризующих человека. Эргономику интересуют не все возможные «первичные» качества человека, машины, среды, а лишь те, которые определя­ются положением и ролью человека в СЧМ — именно поэтому они называются человеческими факторами. Это не значит, что число таких качеств невелико. По- видимому, наиболее совершенными и эффективными будут такие модели, в которых количество свойств, качеств человека, поставленных в функциональную связь с его положением в системе, с ее природными и предметными качествами, является максимальным. Именно поэтому для оптимизации деятельности человека и обеспечения эффективности СЧМ недостаточно компетенции отдельных наук, изучающих различные аспекты трудовой деятельности.

Эргономика должна обеспечить определение необходимой и достаточной номенклатуры функциональных связей между компонентами СЧМ, поскольку только в этом случае последняя и может приобрести статус системы, обладающей заданной эффективностью и отвечающей определенным критериям. Номенклатура функциональных связей должна быть конструктивной (а не бесконечной) и отвечать целому ряду критериев оценки СЧМ, как техническим (стабильность, надежность, помехоустойчивость), так и социально­экономическим. Конкретно это выражается в том, что эргономика не просто оперирует различными наборами исходных свойств, качеств, показателей (гигиенических, физиологических, психологических, социально­психологических, технических, экологических и пр.), добываемых в соответствующих науках, а трансформирует их в системные качества путем установления между ними необходимого числа функциональных связей.

Человеческие факторы, понимаемые как важнейшие интегральные характеристики СЧМ, представляют собой, таким образом, некоторую суперпозицию исходных показателей, а соответственно и фиксированные (или динамичные) функциональные связи между элементами и компонентами СЧМ. Поскольку система «человек — машина» представляет собой определенную функциональную структуру, то с эргономической точки зрения человеческие факторы выступают как основные, системообразующие элементы, или таксоно­мические единицы анализа функциональной структуры системы.

Естественно, что функциональная структура СЧМ характеризуется не только человеческими, но и другими факторами: организационными, информационными, территориальными и пр. Поэтому выделение человеческих факторов в качестве единиц анализа, т. е. элементов функциональной структуры системы, разумеется, не исключает выделения в ней таксономических единиц другого рода в зависимости от целей анализа таких систем.

Человеческие факторы не однородны. Их выделение и классификация — достаточно сложная и специальная задача. Важно отметить, что и сами человеческие факторы выступают как структурные образования различной степени сложности. Понимаемые именно таким образом, они представляют собой некоторое временное сочетание сил, способное осуществить определенное достижение.

Такое понимание эргономики и человеческих факторов расходится с распространенным взглядом на эргономику как на комплекс наук о трудовой деятельности или как на своего рода метанауку, интегрирующую другие науки. Статус эргономики определяется тем, что она оперирует данными, полученными в других науках, трансформирует их, разрабатывая свои исходные представления и средства и преследуя собственные цели и задачи, связанные с организацией и проектированием условий и способов деятельности человека в системе.

Как уже отмечалось, именно деятельность человека служит основанием при выделении необходимых для учета человеческих факторов, при определении функциональных связей между компонентами СЧМ. Столь же справедливо и то, что наличие подобных функциональных связей представляет собой необходимую основу для организации успешного осуществления деятельности человека в системе. Это означает, что человеческие факторы не даны изна­чально. Они представляют собой искомое, то, что может быть найдено лишь на основе предварительного анализа задач СЧМ, функций человека в системе, типа и характера его трудовой деятельности.

Подобный анализ является непременным условием проектирования СЧМ. Иное дело, что он осуществляется с большим или меньшим профессионализмом, на интуитивном или научном уровне, эмпирически, экспериментально (на соответствующих прототипах, макетах, экспериментальных стендах или реальных устройствах), на основании имеющегося практического опыта. В результате такого предварительного анализа деятельности определяется номенклатура человеческих факторов, учет которых необходим для эффективного функционирования СЧМ. Полнота выделенных человеческих факторов и соответственно богатство и полнота потенциальных функциональных связей между компонентами СЧМ, которые удалось установить на этапе проектирования системы, существенно облегчают внедрение указанных систем, в том числе и формулирование требований к профессиональному отбору, обучению персонала, согласованию внешних средств трудовой деятельности и способов ее осуществления и пр. Правильно выделенная и сконструированная система человеческих факторов во многом определяет проектирование СЧМ, обеспечивая повышение эффективности ее функционирования и способствуя успешному выполнению предписанных ей задач.

Таким образом, деятельность человека представляет собой начало и завершение эргономического исследования, эргономической оценки, эргономического проектирования. Понятие деятельности соответственно служит и теоретической основой приведенной выше трактовки человеческих факторов. Поэтому в эргономике формируются новые концептуальные схемы деятельности и новые методы ее анализа, что, в свою очередь, стимулирует разработку общей теории трудовой деятельности. В указанном отношении проблематика эргономики перекрещивается с проблематикой праксеологии, которая ставит задачу изучения общих законов всякой деятельности и определения наиболее общих правил ее организации.

На основе марксистского учения о предметной деятельности, ее развитии и формах наметился продуктивный выход эргономических исследований в сферу теории и методологии изучения трудовой деятельности. Эффективное решение эргономических проблем возможно только при условии, «если синтез общественных и естественных наук будет направляться не по пути механического объединения данных тех или других наук в некую суммированную систему или конгломерат знаний и не по пути их «соподчинения», а станет базироваться на общей теории трудовой деятельности» [43, с. 63].

Эргономика решает задачи рациональной организации деятельности людей в СЧМ, целесообразного распределения функций между человеком и машиной, определения критериев оптимизации СЧМ с учетом возможностей и особенностей работающего человека (группы людей), разрабатывает типологии таких систем. К числу эргономических относятся проблемы определения методов оценки динамики функционального состояния работающих людей-и оптимальных показателей среды СЧМ.

Определенное представление о содержании эргономических исследований дают систематизация и анализ публикаций в журналах. Реферативный английский журнал «Ergonomics Abstracts» следующим образом классифицирует все работы по эргономике (приводится сокращенно).

I. Работы общего характера.

П. Человек как компонент системы: 1. Перцептивные (входные)-процессы (зрение, слух и т. п.). 2. Центральные процессы (кратковременная и долговременная память, принятие решений, внимание и т. п.). 3. Основные моторные процессы (слежение, двигательные навыки, ручная сноровка и т. п.). 4. Характеристика перцептивно-моторной деятельности и факторы, влияющие на нее. 5. Основные физиологические процессы. 6. Условия работы (статическая и ди-намическая нагрузка). 7. Антропометрические и биомеханические данные. 8. Основные данные физиологии органов чувств и факторы, влияющие их физиологические и биомеханические функции (утомление, стресс и т. п.).

1. Проектирование средств взаимодействия между человеком и машиной: 1. Визуальные, слуховые, кинестетические и тактильные индикаторы. 2. Органы управления и специализированные входные устройства. 3. Планирование рабочего пространства. 4. Конструкция оборудования, инструментов, механизмов и машин, специального защитного снаряжения. 5. Физические факторы среды (освещенность, шум, вибрация, температура, атмосферные ус­ловия и т. п.).
2. Проектирование и организация систем: 1. Распределение функций между человеком и машиной. 2. Проектирование и организация работ (темп, рабочие смены и т. п.). 3. Тренировка. 4. Отбор. 5. Мотивация и отношение к работе.
3. Методы исследования и экспериментальная техника в эргономических исследованиях: 1. Методы и приборы измерения, анализа и оценки данных. 2. Программа тренировки, процедуры отбора, тестирование, методики опроса и т. п. 3. Моделирование, в том числе на ЭВМ. 4. Статистическая обработка данных и планирование эксперимента, в том числе с помощью ЭВМ.

В приведенном перечне заложена определенная избыточность информации, обусловленная требованиями информационного поиска.

Эргономика не только изучает, но и проектирует целесообразные варианты конкретных видов человеческой деятельности, связанных с использованием новой техники. На основе проекта деятельности, разработанного в соответствии с основными целями создаваемой СЧМ, формулируются требования к используемым техническим средствам, которые используются в трудовой деятельности, и одновременно к профессиональному отбору и обучению, а также к техническим средствам подготовки. При этом не только внешние сред­ства обусловливают способы деятельности, но в соответствии с последними «преобразуются» и внешние средства, в результате чего происходит оптимизация условий, способствующих проявлению трудовой активности человека.

Эргономика при социализме содействует созданию таких условий, орудий и процессов труда и быта, которые позволяют более успешно решать триединую задачу: повышение эффективности деятельности, сохранение здоровья людей и всестороннее развитие личности. «Уже сейчас, видимо, следует... в разработке технического задания исходить из идеи вторичной, обслуживающей функции машин, и, следовательно, учитывать прежде всего позитивные качества человека как действительного субъекта труда, т. е. то, что составляет не его недостатки, а его преимущества по сравнению с машиной. На этом пути открываются принципиально новые резервы повышения эффективности труда... В перспективе переход от решения неотложных проблем организации труда, совершенствования имеющейся техники, адаптации человека к сложившимся уже технологическим нормам к проектированию новых видов человеческой деятельности на основе комплексного теоретического исследования потенциальных физических, психических и интеллектуальных возможностей человека, которым уже сейчас занимается эргономика» [43, с. 63].

Проектирование человеческой деятельности опирается на фун­даментальные психологические исследования и моделирование высших психических функций: восприятия, памяти, мышления (образного и понятийного). Эти функции являются по существу собственными средствами, или психологическими инструментами деятельности. К числу таких 'средств (способов) деятельности относятся опыт, знания, программы и схемы поведения, навыки оператора, составляющие в совокупности его профессиональный облик. На основе собственных средств деятельности формируются постоянные и оперативные образно-концептуальные модели, лежащие в основе процесса принятия решения и управляющей деятельности человека, которые подлежат специальному формированию и тренировке.

Работающий человек, использующий арсенал 'психологических инструментов деятельности, опирается на внешние средства, предоставляемые ему конструкторами машин и систем. К внешним средствам деятельности относятся информационные модели, реализуемые на устройствах отображения 'информации (экраны, табло, мнемосхемы, индикаторные приборы или в форме документа), средства математического обеспечения ЭВМ (при решении задач совместно с ЭВМ), и другие вспомогательные средства подготовки решения, органы управления и средства коммуникации. В разных условиях центр тяжести проектирования может приходиться либо на внешние, либо на собственные средства деятельности.

Проектирование конкретных видов человеческой деятельности как в сравнительно простых, так и в сложнейших человеко-машинных комплексах требует проведения самых разнообразных исследований. Специальные издания в области эргономики насыщены экспериментальными антропометрическими, физиологическими и психологическими исследованиями познавательной и исполнительной деятельности. Более того, эргономика наложила свой отпечаток на проблематику, теорию и методы исследования в упомянутых областях знания. Получаемые в науках о человеке результаты выполняют сейчас не только функцию иллюстрации и доказательства той или иной теории или гипотезы. Они приобретают и самостоятельное практическое значение. Грамотное проектирование внешних средств трудовой деятельности и формирование способов ее осуществления требуют не только теоретических знаний о строении человеческой деятельности, но и большого числа количественных данных, относящихся к точности, скорости, устойчивости и оперативности выполнения различных видов деятельности. Получение таких данных возможно лишь на основе разработки новых методов экспериментального исследования, создания специальных экспериментальных стендов. Их сложность (и стоимость) порой бывает соизмеримой с реальной сложностью технических средств, с которыми приходится иметь дело операторам современных автоматизированных систем управления.

При таком размахе экспериментальных работ и их направленности на решение практических задач особенно велико значение методологических исследований.

Перед эргономикой стоят два класса методологических проблем. Первый связан с тем, что эргономика является областью междисциплинарных исследований. Поэтому важнейшей задачей является разработка методологических средств для учета и синтеза результатов, полученных в различных областях знаний, на которые опирается эргономика. Отсюда не следует делать вывод, что эргономика не может успешно развиваться до тех пор, пока не будет решена, например, старая, как мир, проблема взаимоотношений между психическим и физиологическим. В эргономике данная ме­тодологическая проблема ставится в достаточно конкретной форме и приобретает вид проблемы совместимости в одном экспериментальном исследовании как различных методов, так и способов интерпретации получаемых результатов. Уже сейчас накапливается позитивный опыт психологического изучения различных видов предметной познавательной деятельности с одновременной полиэффекторной регистрацией физиологических функциональных структур и систем, участвующих в реализации этих видов деятельности.

В итоге получаются данные, позволяющие характеризовать не только суммарную эффективность деятельности, например, в режиме обнаружения, информационного поиска или информационной подготовки решения, но также и энергетические затраты участвующих в ее реализации физиологических функциональных систем. На основании 'подобного объединения в одной экспериментальной процедуре методов, развитых в различных науках, в частности в психологии и физиологии, появляется возможность делать более реальные прогнозы относительно эффективности и возможных функциональных состояний в проектируемых видах деятельности. Аналогичным образом накапливается опыт одновременного изучения антропометрических, биомеханических и психологических аспектов исполнительной деятельности, например деятельности в режиме сенсомоторного слежения, оперирования органами управления, в том числе и имеющих две-три степени свободы.

Второй класс методологических проблем, стоящих перед эргономикой, может быть назван внутридисциплинарным. В каждой из наук, на которые опирается и результаты которых использует эргономика, существуют различные методологические подходы, концептуальные схемы и методические приемы изучения и описания одних и тех же явлений. Эти концептуальные схемы возникали в свое время для решения определенных научных и практических задач, которые далеко не всегда совпадают с задачами эргономики Но это вовсе не означает, что молодая научная дисциплина должна проявлять «методологический ригоризм» и обязательно строить собственную методологическую концепцию, так сказать, на пустом месте, лишь бы эта методология была оригинальной, эргономической. Иное дело, что при опробовании пригодности тех или иных сложившихся ранее концептуальных схем и методологических подходов для решения эргономических задач возникает необходимость их частичного пересмотра, дополнения, изменения. Разработка проблем методологии и методов исследования способствует по­строению теории эргономики и тем самым обогащает практику конкретных исследований.

§ 2. Междисциплинарные связи эргономики

Для современного этапа развития эргономики особое значение приобретает вопрос о взаимосвязи ее предмета с предметами смежных наук. Это представляется важным не только с точки зрения определения концепции эргономики как науки и выявления конструктивных путей ее формирования, но и в плане решения практических задач организации соответствующих научных исследований и эффективного использования их результатов в различных сферах деятельности.

Эргономика, занимаясь комплексным изучением человека в конкретных условиях его деятельности с использованием машин (технических средств), руководствуется основополагающими принципами марксистско-ленинской философии о социальной и пред-метно-деятельностной сущности человека; о целостном и конкретно-историческом понимании человека; о сущности и\* содержании процесса труда как человеческой предметной деятельности, преобразующей природу и производящей весь мир человеческой культу\* ры; о технике как системе материальных, искусственно созданных средств деятельности людей; о человеке, его всестороннем развитии как высшем критерии ценности научно-технического и общественного прогресса. Теория целостного человека, развиваемая в философии, представляет методологическую базу для комплексного исследования взаимодействия человека и машины, человеко-машинных систем и среды.

Исследуя закономерности построения нового общества, научный коммунизм служит методологической основой определения целей и задач эргономики при социализме. Будучи непосредственно связана с созданием и развитием техники, изучением и совершенствованием трудовой деятельности людей, эргономика руководствуется положениями политической экономии — науки о законах, управляющих производством, распределением и обменом материальных жизненных благ в человеческом обществе.

Эргономика взаимодействует с общественными, естественными и техническими науками. Продолжающийся процесс формирования эргономики осуществляется в контакте со многими сферами научной и практической деятельности и позволяет говорить о базовых по отношению к эргономике науках; о комплексе научных дисциплин, специально вовлекаемых в эргономические исследования, и, наконец, о собственно эргономике как сфере научной и практической деятельности.

Логика развития эргономики все теснее связывает ее с социологией, и прежде всего с социологией труда, которой отводится ведущая роль в реализации комплексного подхода к изучению трудовой деятельности (характер и содержание труда, соотношение различных стимулов и факторов удовлетворенности трудом, социальные аспекты рациональной организации труда и т. д.). Важное место отводится в социологии труда изучению системы «человек — техника» [40]. Изучая социальные аспекты трудовой деятельности и закономерности функционирования трудовых коллективов, социология труда разрабатывает широкий круг проблем, являющихся методологически отправным пунктом многих эргономических исследований. Социологические исследования позволяют более конкретно связать 'принцип объективной детерминации деятельности с принципом активности субъекта. Применительно к трудовой дея­тельности источник активности человека лежит в соотношении интересов, поскольку индивид совершает эту деятельность всегда в качестве члена той или иной социальной общности, и она направлена на удовлетворение потребностей и интересов определенной социальной группы, класса или общества в целом [47].

Используя для решения многих прикладных задач результаты исследований социологии труда, эргономика, в свою очередь, начинает оказывать на нее возрастающее обратное влияние. Укреплению этих взаимосвязей в немалой степени способствует общая тенденция развития социологии, задача которой «не только описывать нынешнее состояние социальных объектов, не ограничиваться общим прогнозом будущего их состояния и выработкой отдельных практических рекомендаций как «побочного продукта» исследова­ний, но специально разрабатывать систему новых социальных средств и методов, позволяющих своевременно и точно воздействовать на объекты социального управления в целом и обеспечивать интенсификацию их развития» [20, с. 166].

Связи с социологией — необходимое, но не единственное условие реализации эргономикой комплексного подхода к изучению человека в конкретных условиях деятельности. Для эргономики представляются важными связи с социальной психологией, которая изучает закономерности поведения и деятельности людей, обусловленные фактом их включения в социальные группы, а также психологические характеристики самих этих групп. Игнорирование этих связей приводит, как правило, к ситуации, при которой исследователь становится неспособным за среднестатистическими данными и схемами увидеть живого человека со всем богатством его социально­психологических отношений [42]. Изучение социальной психологией кооперированной совместной деятельности членов групп определяет наиболее существенные ее связи с эргономикой. Теория деятельностного опосредствования взаимоотношений в группе [35] представляется принципиальной для эргономического изучения и проектирования трудовой деятельности групп (коллективов). Вместе с тем деятельностный подход в эргономике позволит обогатить и саму эту теорию.

Для эргономики важны также исследования неформальных отношений всех видов в группах: горизонтальных, вертикальных и «диагональных» (отношения между лицами с различным должностньм статусом, но не находящимися в прямом подчинении). Особый интерес представляет подход, в котором подчеркивается роль деловых отношений (в том числе и отношений ответственной зависимости) в формировании и развитии трудового коллектива. Изучение и проектирование конкретных видов трудовой деятельности предполагают учет социально-психологических факторов, которые непосредственно влияют на характер протекания и результаты деятельности. В этом отношении наиболее существенными представляются два основных направления изучения социально-психологического климата, под которым понимают преобладающую и относительно устойчивую духовную атмосферу, психический настрой коллектива, проявляющийся как в отношении людей друг к другу, так и в отношении к общему делу.

Социально-психологические исследования отношения к труду и прежде всего удовлетворенности трудом, включенности личности в трудовую деятельность, профессиональной и социальной адаптации и др. также имеют прямое или косвенное отношение к проблематике эргономических исследований.

Эргономика нуждается в установлении прочных связей с экономикой труда, предметом изучения которой является труд в его исторически определенной форме, общественная и народнохозяйственная организация труда.

В настоящее время отмечается тенденция к взаимному проникновению психологии и экономической науки, обусловленная потребностями объективного развития производительных сил, изменением характера труда в ходе научно-технической революции, необходимостью улучшения отбора и подготовки кадров, растущим значением рационализации и организации труда с целью эффективного использования «человеческого фактора» и т. д. [45]. Под влиянием этих же процессов происходит сближение эргономики и экономической науки. Определение социально-экономической эффективности новой техники, ставшее актуальной проблемой экономической науки, является сферой, где перекрещиваются интересы экономики и эргономики. Без опоры на эргономические знания вряд ли возможно продуктивное решение указанной проблемы. «Возможности повышения производительности труда и, следова­тельно, экономической эффективности заложены в самой новой технике как таковой. Но реализация их происходит не автоматически, а тогда, когда техника творчески используется человеком в процессе производства. От того, как техника в процессе ее использования влияет на человека, на его условия жизни в обществе и условия труда на производстве, зависит, в какой мере будет ре­ализован потенциально заложенный в ней экономический эффект» [25, с. 12]. В свою очередь, возможности дальнейшего развития эргономики и особенно использования ее результатов в различных сферах народного хозяйства в существенной степени будут зависеть от разработки круга проблем, связанных с определением социально-экономической эффективности новой техники.

Как уже отмечалось, статус эргономики определяется тем, что она оперирует данными, полученными в других науках, и трансформирует их, разрабатывая свои исходные представления и средства. Разработка общего понятия человеко-машинной системы и соответствующего языка ее описания как единого целого, согласующего между собой описания указанной системы на языках отдельных наук, представляется одной из важных задач эргономики.

Эргономику интересует прежде всего функциональная структура СЧМ, определяемая положением и ролью человека в системе, внутренние связи этой системы и взаимодействие со средой, тогда как психология, физиология и гигиена труда сосредоточивают свои научные интересы на изучении и моделировании отдельных составляющих названной системы и их взаимодействия с другими ее элементами. «Комплексность в изучении человека, занятого производством, связана с решением в каждой из комплексирующих наук двух параллельных и связанных между собой задач: 1) изучение каждого звена такой системы, особенностей и закономерностей, существующих внутри этого звена; 2) изучение зависимостей между звеньями, существующих здесь прямых и обратных связей» [24, с. 27].

Эргономика не может не интересоваться изучением отдельных элементов системы, точно так же как психология, физиология и гигиена труда не могут упускать из виду связи изучаемых ими элементов системы с другими составляющими и системой в целом. Следовательно, изучение зависимостей, существующих внутри этой сложной системы, существенно не только с точки зрения эргономики, но и наук, на стыке которых она возникла. Более того, только изучение этих зависимостей, например, позволит решить поставленные перед физиологией труда теоретические и практические задачи.

Основная задача физиологии труда заключается в изучении закономерностей протекания физиологических процессов и особенностей их регуляции в ходе трудовой деятельности, т. е. в выявлении особенностей, характеризующих функционирование физиологических систем и всего организма в зависимости от существующих связей между указанными элементами системы [24].

Эргономика не отменяет и не подменяет исследований, проводимых в сфере физиологии, гигиены и психологии труда, но опирается на них, синтезирует их достижения. Эргономика использует результаты и стимулирует определение оптимальных характеристик рабочего процесса, позволяющих достигнуть высокой эффективности труда, изучение изменений функционального состояния организма человека под влиянием его рабочей деятельности, осуществляемые в рамках физиологии труда.

Эргономика руководствуется данными гигиены труда, изучающей влияние на организм человека трудовых процессов и воздействий окружающей человека производственной среды и разрабатывающей гигиенические нормативы и мероприятия по обеспечению благоприятных условий труда и предупреждения профессиональных заболеваний.

Эргономика не может существовать и развиваться без опоры на весь комплекс исследований гигиены труда, поскольку целью последней является научное обоснование биологического оптимума, которому должна соответствовать внешняя среда, чтобы обеспечить человеку нормальное развитие, хорошее здоровье, высокую работоспособность и долголетие [18]. Внутренняя логика исследований 'по определению оптимальных показателей микроклимата, освещенности и других факторов производственной среды наиболее полно выявляет векторы необходимых связей гигиены труда с другими науками, в том числе и с эргономикой. Изучая влияние факторов окружающей человека производственной среды на качество профессиональной деятельности, эргономика стимулирует разработку определенных проблем гигиены труда. Кроме того, эргономика вносит существенный вклад в разработку норм, средств и мероприятий, направленных на предупреждение вредного действия различных факторов окружающей человека производственной среды.

Важное значение для эргономики представляет установление тесных связей с психогигиеной, которая разрабатывает научные основы оздоровительных мероприятий в отношении психического здоровья людей с целью профилактики заболеваний. Не менее значимы связи эргономики с психоневрологией, которая позволяет вскрыть генезис и патофизиологические механизмы невротических состояний, возникающих в отдельных случаях у работающих в процессе их деятельности, в частности в стрессовых ситуациях.

Эргономика призвана восполнить недостающее звено в междис­циплинарных исследованиях человека в труде. Способствуя развитию комплексного подхода к изучению трудовой деятельности, эргономические исследования обеспечивают разработку определенных «стыков» между отдельными науками, изучающими человека в труде. При этом решаются проблемы, которые поставлены самой логикой развития указанных наук и обусловлены изменением характера практических задач, стоящих перед ними. В этой связи можно указать на то, что настоятельной потребностью становится формирование такой смежной с психологией труда науки, как психофизиология труда [41].

Комплексное изучение условий труда, гигиеническая оценка новых технологических процессов и оборудования, психофизиологические исследования определенных видов труда, дальнейшая разработка научно обоснованных мер борьбы с монотонней, гиподинамией и гипокинезией — все это позволяет полнее использовать достижения научно-технического прогресса для оздоровления условий труда. «В решении этих задач гигиенистам и физиологам труда необходимо уделять больше внимания комплексированию с технологическими и проектными институтами для оценки новых процессов и оборудования на стадии проектирования и изменения их в соответствии с гигиеническими и эргономическими требованиями» [14, с. 2].

Комплексный подход в науках, изучающих человека в труде, реализуется не только на уровне междисциплинарного взаимодействия, но и в рамках отдельных дисциплин в процессе изучения разных объектов с использованием одного или нескольких методов определенной науки. «При комплексном изучении условий труда, как правило, дается гигиеническая оценка самим технологическим процессам, используемому оборудованию, инструменту, применяемым сырьевым материалам, побочным и 'промежуточным продуктам и готовой продукции, санитарно-техническим устройствам, общей и индивидуальной защите, архитектурно-строительным и планировочным решениям промышленных заданий и помещений, их естественному и искусственному освещению, а также физиолого-гигиеническая оценка организации труда и отдельных трудовых операций» [17, с. 141].

Эргономика не может развиваться вне связей с анатомией человека, наукой о форме и строении отдельных органов и организма в целом. Функциональная анатомия, которая выясняет взаимосвязи особенностей строения органов и систем человеческого организма с характером их функционирования, является одной из отраслей науки, на стыке которых возникла эргономика. Особый инте­рес для эргономики представляют исследования взаимосвязи и взаимной обусловленности морфологических, биохимических и психических характеристик человека. В эргономике используется и получает дальнейшее развитие совокупность методических приемов, характерных для антропометрических исследований, с помощью которых измеряют и описывают тело человека в целом и отдельные его части, а также определяют количественные характеристики их изменчивости.

Комплексный подход к изучению и проектированию деятельности человека обусловливает тесные и многоплановые отношения эргономики с психологией [33], в предмет которой деятельность входит не особой своей «частью», или «элементом», а своей особой функцией полагания субъекта в предметной действительности и ее преобразования в форму субъективности [22];. Дело не только в том, что психологический фактор является составной частью человеческих факторов в технике. Эргономика связана со многими отраслями психологии: психологией труда и инженерной психологией, авиационной и космической психологией, социальной психологией и психологией личности, военной и педагогической психологией. Эргономикой в полной мере используются сложившиеся и формирующиеся в психологии методы исследования познавательной и исполнительной деятельности, а в отдельных случаях она развивает и создает новые.

Будучи связанной с социологией труда, профессиональной педагогикой, физиологией и гигиеной труда, функциональной анатомией и технической эстетикой, психология труда подготовила широкую научную базу для возникновения эргономики [36]. Этому в немалой степени способствовал процесс решения двуединой задачи, которая представляется актуальной для современного этапа развития психологии труда, а именно: 1) анализ и оценка соответствующих концепций наук о труде для целей психологии труда и 2) одновременно с этим определение значения психологических концепций для наук о труде [|48].

Установление многосторонних связей психологии труда с другими научными дисциплинами, в том числе и с эргономикой, во многом определяется синтетической природой психологического фактора в трудовой деятельности, что находит отражение, в частности, в психологическом анализе деятельности. На всех этапах развития психологии труда в центре ее внимания находились психологические факторы, качественные характеристики трудовой деятельности, которые приобрели особое научное и практическое значение в на­ши дни. Разработка психологической концепции качества труда является одной из важнейших проблем психологии труда. Еесоздание будет стимулировать дальнейшую разработку многих проблем психологии труда. Вместе с тем будут укрепляться и развиваться ее связи со смежными научными дисциплинами, и прежде всего с эргономикой, для которой проблема качества труда представляется одной из важнейших.

По условиям своего возникновения, а главное по задачам и методам ближайшей к эргономике отраслью психологии является инженерная психология. В последнее время не без оснований высказывается мысль о том, что, будучи исторически связанной с психологией труда, инженерная психология формируется тем не менее как самостоятельная отрасль психологии, характеризующаяся глубокой спецификой методики эксперимента, теоретических концепций и подходов [27]. Обусловливается это прежде всего спецификой предмета исследования, в качестве которого уже на ранних этапах развития инженерной психологии выделилась деятельность оператора АСУ с физическими моделями управления, заместителями реальных управляемых объектов [10],.

Являясь отраслью психологии, инженерная психология рассматривает только определенные аспекты взаимодействия человека и машины, и в этом отношении она одновременно выступает как один из разделов эргономики, в задачу которой входит комплексное изучение различных аспектов взаимодействия человека и машины, человеко-машинной системы и среды. «Инженерная психология, собственно, может быть рассматриваема как одна из дисциплин, вносящих вклад в более широкую область исследования че­ловеческих факторов» [50, с. 699].

Инженерная психология по времени своего возникновения в нашей стране непосредственно предшествовала появлению эргономики. Она также стремилась к комплексности учета человеческих факторов и довольно быстро переросла рамки собственно психологического анализа трудовой деятельности. В начале своего развития инженерная психология решала наиболее острые и актуальные проблемы организации деятельности операторов СЧМ со средствами автоматизации. К ним относились прежде всего проблемы сенсомоторного слежения, обнаружения и выделения полезного сигнала из шума на электронно­лучевых трубках, усовершенствования мнемосхем (органов управления) и т. д. Потом задачи инженерной психологии стали формулироваться в более общих терминах: разработка принципов проектирования информационных моделей, ис­следование процессов информационного поиска, информационной подготовки и принятия решений — и, наконец, еще более широко — организация информационного взаимодействия между человеком и машиной. Естественно, что на каждом этапе развития инженерно-психологических исследований их тематика трансформировалась. Откликаясь на запросы практики, инженерная психология обрастала все более широким кругом задач и проблем, для решения которых недостаточно было только компетенции психолога. В коллективы, призванные решать инженерно-психологические задачи, стали привлекать антропологов, биомехаников, физиологов, гигиенистов, дизайнеров и других специалистов, что обусловило развитие соответствующих форм и методов комплексных исследований. Расширение тематики инженерно­психологического исследования и проектирования привело к тому, что инженерно-психологическая служба в промышленности естественным образом стала превращаться в эргономическую, хотя название некоторое время оставалось прежним. Своеобразной реакцией на этот процесс в отечественной инженерной психологии явились призывы к ее «психологизации». По существу, это означало осознание необходимости более строгого определения и сужения области исследования инженерной психологии в целях эффективного ее развития как отрасли психологии, ведущего раздела психологии трудовой деятельности человека.

Одновременно с этим происходила и трансформация инженерно­психологической проблематики в собственном смысле этого слова. Она вызывалась и вызывается достаточно быстрой сменой технических средств автоматизации: появление все новых поколений вычислительной техники, средств отображения информации, органов управления. Усовершенствование указанных средств деятельности приводит к росту масштабов СЧМ, они становятся иерархическими, в памяти ЭВМ хранится значительно больший объем информации, повышается ее доступность для операторов, появляются возможности вызова одной и той же информации в различной форме: текстовой, знаковой, графической и пр., резко улучшается качество ее отображения, появляются более широкие возможности использования цветового выделения и кодирования информации Не кажутся больше фантастическими возможности настройки средств отображения на пользователя. При этом пользователь в недалеком будущем сможет выбирать удобные для себя не только яркость, контраст, угловые размеры изображения и его элементов, но также и способ начертания букв, цифр и пр.

Все это приводит к тому, что инженерно-психологическая тематика все более и более смещается в область исследования принятия решений, организации диалогового взаимодействия с ЭВМ. Операторы превращаются в пользователей ЭВМ и других средств автоматизации. Вместе с тем усовершенствование последних ставит перед инженерными психологами качественно новые задачи. Объем данных, хранимых в памяти ЭВМ, настолько велик, что он не может быть выведен одновременно на средства отображения, при систематическом последовательном выводе он становится плохо обозримым. Не спасает и обобщенная информационная модель, поскольку обобщение информации возможно по многим основаниям. Другими словами, объектом деятельности оператора (пользователя) становится не только информационная модель, выведенная на средства отображения информации, сколько информационная модель, хранимая в памяти ЭВМ, нередко последняя называется информационным массивом, совокупностью баз банка данных. Обращаясь к этим базам банка данных, оператор должен сам формировать оперативную информационную модель, что требует от него совершенно иной подготовки, знания совокупности баз банка данных, умения ориентироваться в них, знать возможные уровни обобщения информации, различные основания их классификации. Наиболее сложной задачей является построение логической упорядоченности баз банка данных на основе комплексных, разнородных, гетерогенных информационных моделей, выведение их на средства отображения, последующая оценка, коррекция, модификация и принятие решений. Это лишь один из примеров новой проблематики инженерной психологии, требующей ее интенсивного развития в еще более тесном контакте с общей и экспериментальной психологией. Естественно, что эргономика при разработке требований по учету человеческих факторов в технике в полной мере опирается и использует результаты как прежних, так и новейших инженерно - психологических исследований. Равным образом это относится и к другим наукам о труде и трудовой деятельности Сегодня еще преждевременно утверждать, что все вопросы соотношения инженерной психологии и эргономики разрешены. Определенные трудности пока еще имеют место, и связаны они прежде всего с тем, что процесс формирования инженерной психо­логии и эргономики продолжается. Происходит уточнение и иногда даже определенная переакцентировка предмета исследования обеих дисциплин. Тем не менее в главном, существенном, что характеризует единство и различие этих двух сфер исследования, достигнута определенная ясность. В тех случаях, когда между эргономикой и инженерной психологией не проводят различия и между ними ставят знак равенства, зачастую возникают бесплодные споры, причиной которых являются не различия во взглядах, а терминологические недоразумения [52].

Развитие психологической науки сегодня во многом стимулируется задачами эргономики, которая вводит в ее контекст новые виды трудовой деятельности, новые средства ее реализации и новые средства ее изучения. В ближайшем будущем следует ожидать дальнейшего углубления и расширения связей эргономики и психологической науки.

При проектировании деятельности человека в системах управления одновременно решаются, как правило, вопросы профессионального отбора, обучения и тренировки. Объединение в целостной системе проектирования трудовой деятельности, профессионального отбора, обучения и тренировки позволяет решать каждую из названных задач на качественно ином уровне, чем это делается в иных случаях. Эта динамичная система призвана решать проблемы не только оптимального приспособления машины к человеку, но и активного формирования способностей человека в соответствии с требованиями, которые предъявляет к нему технический прогресс, и возможностями, которые открываются перед ним с развитием техники.

Эргономика совместно с педагогикой и педагогической психологией призвана содействовать процессу совершенствования политехнического образования в школе с тем, чтобы дать определенную профессиональную ориентацию и обеспечить соответствующую подтотовку подрастающего поколения для работы с проектируемой и создаваемой новой техникой. В процессе политехнического образования можно положить начало приобщению школьников к эргономической культуре как составной части общей, производственной, трудовой культуры.

Одной из важнейших проблем является установление сравнительной значимости активируемых профессиональной работой психофизиологических функций для развития политехнических установок и навыков. Синтезируя достижения целого ряда наук о трудовой деятельности и технических дисциплин, эргономика может способствовать установлению соответствующих межпредметных связей и лучшей организации самого процесса обучения. Поэтому не лишены смысла утверждения, согласно которым назрела необ­ходимость создания педагогической эргономики. Представляется существенной проблема учета содержания и методов обучения учащихся (будущих рабочих, техников и др.) средних школ пои разработке эргономических требований к машинам, рабочим местам и производственной среде.

В условиях социализма у научной организации труда и эргономики общие цели — способствовать повышению производительности труда, сохранению здоровья и развитию личности. Здесь много общих направлений исследований, связанных прежде всего с изучением и проектированием трудовых процессов, совершенствованием организации и обслуживания рабочих мест, улучшением условий труда. Вместе с тем научная организация труда и эргономика — это разные уровни изучения и проектирования трудовых: процессов, между которыми существуют определенные взаимосвязи и переходы от одного уровня к другому. На каждом из этих уровней устанавливаются свойственные им законы, что находит отражение в определенной теории, системе понятий и категорий [12, 23,32,34].

Эргономика и научная организация труда оперируют различными единицами анализа трудовой деятельности, для определения которых иногда используются одинаковые термины. В эргономике принята схема единиц анализа деятельности, развиваемая в психологической науке: отдельная деятельность, действие и операция [22]. Деятельность направляется мотивом, за которым всегда стоит потребность субъекта. Мотив не только побуждает деятельность и создает ее направленность, но, что очень важно, придает деятель­ности (и всем реализующим ее процессам) определенный личностный смысл (можно сказать также — субъективную ценность). В научной организации труда единицами анализа трудового» процесса являются операции, приемы, действия, движения. «Главной частью трудового процесса является операция. Она выполняется одним или несколькими рабочими на одном рабочем месте над. одним предметом труда. Трудовой прием объединяет ряд трудовых действий рабочих органов человека, выполняемых без перерыва для осуществления каких-либо элементов одной операции. Трудовое действие — это совокупность трудовых движений пальцев, рук, ног, а также корпуса рабочего, выполняемых без перерыва.. Трудовое движение — однократное перемещение пальцев, рук, ног, а также корпуса рабочего в процессе труда. Трудовое движение может расчленяться на микродвижения» [37, с. 9].

Сравнение единиц анализа трудовой деятельности, принятых в эргономике и научной организации труда, позволяет утверждать, что мы имеем дело с различными по содержанию исследованиями одного и того же объекта. В первом случае главное внимание уделяется выявлению внутренних закономерностей деятельности, тогда как во втором преимущественно рассматривают внешние проявления той же самой деятельности. Различие это находит отражение и в методах исследования, хотя некоторые методы у эргоно­мики и научной организации труда общие. Организация труда в условиях современного производства, для которого становится характерным комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, выдвинула целый ряд новых задач, эффективное решение которых возможно лишь при осуществлении научного синтеза знаний о трудовой деятельности человека. Выполняемое научной организацией труда объединение результатов исследова­ний, полученных в отдельных научных дисциплинах, необходимо дополнить результатами такого синтеза, который осуществляется в процессе междисциплинарного исследования. Одним из направлений, по которому осуществляется такой синтез, является эргономика.

Эргономика и НОТ представляют две самостоятельные, но органически взаимосвязанные сферы научной и практической деятельности. Эргономика вносит все возрастающий вклад в дело социалистической научной организации труда. Процесс .дальнейшего взаимодействия и взаиморазвития эргономики и научной организации труда просматривается в трех основных направлениях.

Первое направление связано с разработкой теоретических проблем, прежде всего проблем проектирования коллективных и индивидуальных трудовых процессов. Одной из первоочередных представляется также проблема социально-экономической эффективности внедрения научной организации труда и результатов эргономических исследований в народное хозяйство.

Второе направление приложения совместных усилий специалистов в области эргономики и научной организации труда — это разработка норм и требований НОТ и эргономики. Проводимая в этом плане работа нуждается в существенном расширении и научном обосновании. Это направление тесно связано с первым, поскольку от исследования теоретических проблем во многом зависит эффективность разработки указанных норм и требований.

Наконец, третье направление связано с использованием достижений эргономики непосредственно на производстве. Практика показывает, что наибольший эффект достигается тогда, когда мероприятия в области эргономики предусматриваются в качестве составной части планов НОТ. Эргономисты совместно со специалистами в области научной организации труда должны более активно включаться в процессы технического перевооружения и реконструкции действующих предприятий. «Важной особенностью современной реконструкции является то, что помимо технического перевооружения производства, обеспечивающего увеличение выпуска продукции и снижение текущих затрат, она все в большей мере решает социально-экономические задачи — улучшения условий работы, ликвидации неоднородности труда рабочих различных профессий, преодоления существенных различий между умственным и физическим трудом, повышения материального уровня жизни трудящихся, охраны окружающей среды» [39, с. 22].

Эргономика играет все возрастающую роль в обеспечении безопасных условий труда [7]. Под охраной труда понимается система законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технических, гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Учет требований эргономики — необходимое условие создания удобной, надежной и безопасной техники. Опираясь на работы в области безопасности труда, эргономика в определенном отношении дополняет и развивает их. Становится общепризнанным, что число несчастных случаев, вызванных в конечном итоге опасными действиями, значительно больше, чем несчастных случаев, вызванных опасными условиями. В этой связи отмечается, что эргономика открывает новые возможности для определения скрытых причин небезопасных действий, могущих привести к несчастным случаям.

Проблема критериев оценки тяжести и напряженности труда, решение которой возможно лишь при системном подходе и опоре на достижения гигиены, физиологии, психологии труда, экономики труда и других дисциплин, в наибольшей степени отражает потребность в органической взаимосвязи охраны труда и эргономики. Эргономический подход является необходимым для изучения тяжести и напряженности труда, которые проявляются в показателях функционального состояния организма, формирующихся под влиянием физической, психической или нервно-эмоциональной нагрузки и факторов производственной среды.

Использование достижений эргономики позволяет более эффективно решать современные задачи охраны труда. Уже в 30-е годы обсуждался вопрос о том, что требования оздоровления и безопасности труда должны стать составной органической частью процесса создания техники, а не прикладываться к ней как что-то постороннее и самостоятельное. В современных условиях такая постановка вопроса стала реальной задачей. «Нашу цель,— подчеркнул Л. И. Брежнев, выступая на XVI съезде профсоюзов СССР,— можно сформулировать так: от техники безопасности — к безопасной технике. Мы стали на этот путь и будем идти по нему неуклонно» [4, с. 187]. На этом пути складываются тесные связи между охраной труда и эргономикой, которая является одной из важных сфер разработки научных и методических проблем создания безопасной техники.

Многие проблемы и практические задачи эргономика решает в тесном содружестве с дизайном, который позволяет наиболее полно реализовать ее принципы и требования. Эргономика рассматривается как естественнонаучная основа дизайна [30]. В свою очередь, дизайн обогащает эргономическую проблематику путем включения ее в более широкий контекст развития культуры [31]. В практическом плане учет человеческих факторов является неотъемлемой частью всего процесса художественного конструирования промышленных изделий и соответствующего преобразования производственной и предметно­пространственной среды. Дизайн в принципе не может существовать и развиваться вне связи с эргономикой.

Эргономика тесно связана с техническими и математическими науками: кибернетикой, системотехникой, общей теорией систем, исследованием операций — и другими дисциплинами и направлениями современных научных исследований.

Эргономика решает ряд проблем, поставленных в системотехнике: оценку надежности, точности и стабильности работы, влияние психической напряженности, утомления, эмоциональных факторов и особенностей нервно­психической организации оператора на эффективность его деятельности в системе «человек— машина», приспособительные и творческие возможности человека. На практике взаимоотношения эргономики и системотехники— это проблема организации всестороннего и профессионального учета человеческих факторов на различных этапах создания снстем и их эксплуатации. Учет человеческих факторов является обязательным компонентом разработки структурных и функциональных схем как системы в целом, так и ее отдельных звеньев. Эргономика так или иначе связана со всеми науками, предметом исследования которых является человек как субъект труда, познания и общения. Решая практические задачи, эргономика должна опираться на всю систему знаний о человеке. По мере своего формирования эргономика оказывает все возрастающее влияние на развитие этой системы знаний. «Среди новых гумани­тарных дисциплин, имеющих важнейшее значение для общей теории человекознания, следует отметить эргономику, которую можно было бы определить как специальную науку о трудовой деятельности человека» [5, с. 13].

Проведенный выше анализ свидетельствует о богатстве меж­дисциплинарных связей эргономики с общественными, естественными и техническими науками, разумеется, в первую очередь с теми их аспектами, которые ближе всего к трудовой деятельности. Как известно, междисциплинарные связи имеют двусторонний характер. Эргономика не только испытывает на себе влияние связанных с ней наук, но и сама уже начала оказывать на них влияние в области теории, методов и практики. В настоящее время наиболее очевидным является воздействие эргономики на две последние области, поскольку прикладные задачи продолжают занимать в эргономике ведущее место. Развитие комплексных исследований влечет за собой определенную перестройку наук, вовлекаемых в данное исследование [38]. Перестройка эта не является чем-то искусственно навязываемым извне наукам о трудовой деятельности, а представляет закономерный этап их развития [24]. Своеобразным катализатором этого процесса выступает эргономика.

ЛИТЕРАТУРА

1. М арке К. и Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 495—496.
2. Л е н и н В. И. Поли. собр. соч., т. 36, с. 300.
3. Брежнев Л. И. Отчет Центрального Комитета КПСС и очередные задачи партии в области внутренней и внешней политики. М., Политиздат, 1976,

с.' 87.

4. Брежнев Л. И. Советские профсоюзы — влиятельная сила нашего общества.—В кн.: Материалы XVI съезда профессиональных союзов СССР. М., Профиздат, 1977, с. 18. 5 Ананьев Б. Г. О проблемах современного человекознания. М., «Наука»,

1977, с. 13.

1. Ант о сен ко в Е. Е., Куприянова 3. В. Тенденции в текучести рабочих кадров. Динамический аспект анализа. Новосибирск, «Наука», Сибирское отделение, 1977, с. 84.
2. Бланшар Ф. За более человеческие условия труда. Условия труда и производственная среда. Международная конференция труда. 60-я сессия,

1975. Международное бюро труда. Женева, 1975, с. 32—33.

1. В а й с м а н Р. С. Связь межличностных отношений с групповой эффективностью деятельности.— «Вопросы психологии», 1977, № 4.
2. Венда В., Зинченко В., Мунипов В. Проективная эргономика.— «Техническая эстетика», 1970, № 8.
3. Зинченко В. П., Панов Д. Ю. Узловые проблемы инженерной психологии.— «Вопросы психологии», 1962, № 5.
4. Зинченко В. П., Мунипов В. М. Методологические проблемы эргономики. М., «Знание», 1974.
5. 3 и н ч е н к о В. П., Мунипов В. М., Смолян Г. Л. Эргономические основы организации труда. М., «Экономика», 1974.
6. Зинченко В. П., Мунипов В. М. К теории эргономики.— «Техническая эстетика», 1977, № 6.
7. Измеров Н. Ф., Летавет А. А. Решения XXV съезда КПСС и задачи гигиены труда.— «Гигиена труда и профессиональные заболевания», 1976, Хя 5, с. 2.
8. Инженерная психология. Теория, методология, практическое применение. М., «Наука», 1977, с. 6.
9. Интервью с участниками конференции.— «Техническая эстетика», 1972, № 12, с. 14.
10. Кок а рев Н. П. Гигиена труда на производстве. М., Профиздат, 1973, с. 141.
11. Кротко в Ф. Г. Гигиена. БСЭ. Изд. 3-е, т. 6, 1971, с. 458.
12. Кузьмин В. П. Принципы системности в теории и методологии К. Маркса. М., Политиздат, 1976.
13. Л а п и н Н. И., К о р ж е в а Э. М., Наумова Н. Ф. Теория и практика социального планирования. М., Политиздат, 1975, с. 166.
14. Леонтьев А., Ломов Б., Кузьмин В. Психология и научно-технический прогресс.— «Коммунист», 1971,

№ 11.

1. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. М., Политиздат, 1975, с. 92.
2. Ломов Б. Ф. Эргономика и НОТ.— «Социалистический труд», 1969, № 8.
3. Медведев В. И. Теоретические проблемы физиологии труда.— «Физиология человека», 1975, т. 1, № 1,

с. 27.

1. Методологические вопросы определения социально-экономической эффективности новой техники. М., «Наука», 1977.
2. Методологические проблемы эргономики. Материалы 1 Международной конференции ученых и специалистов стран — членов СЭВ и СФРЮ по вопросам эргономики. М., изд. ВНИИТЭ, 1972.
3. Методология исследований по инженерной психологии и психологии труда.

Ч.1. Под ред. А.А. Крылова. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1974 28. Монм о л л е н М. Системы «человек и машина». Пер. с франц. М., «Мир»,29. Мунипов В. Об эргономических основах художественного конструировав ния.— «Техническая эстетика», 1964, № 10.

1. М у н и п о в В. Эргономика и техническая эстетика.— «Техническая эстетика», 1969, № 7.
2. My нип о в В. М. Дизайн и наука.— «Вопросы философии», 1976, № 9.
3. My н ил ов В. М. Эргономика и научная организация труда. В кн.: Труды ВНИИТЭ. Эргономика, вып. 9. М., 1976.
4. М у н и п о в В. М. Эргономика и психологическая наука.— «Вопросы психологии», 1976, № 5.
5. Научная организация труда в промышленности. Под общ. ред. С. С. Новожилова. М., «Экономика»,

1978.

1. Петровский А. В. О социально-психологической концепции групповой активности.— «Вопросы психологии», 1973, № 5.
2. Платонов К. К. Место психологии труда в системе наук, изучающих труд. В кн.: Методологические проблемы эргономики. Материалы I Международной конференции ученых и специалистов стран — членов СЭВ и

СФРЮ по вопросам эргономики. М., изд. ВНИИТЭ, 1972.

1. П о д ж и в а т о в В. П. Роль передовых методов труда в НОТ. М., «Экономика», 1972, с. 9.
2. П о н о м а р е в Я. А. К вопросу об исследовании психологического механизма «принятия решения» в условиях творческих задач.— В кн.: Проблемы принятия решения. М., «Наука», 1976, с. 90.
3. Смышляева Л. Важный путь интенсификации производства.— «Коммунист», 1976, № 5, с. 22.
4. Суслов В. Я. Труд в условиях развитого социализма. Л., «Наука», 1976, с. 55.
5. Точилов К. С. О положении физиологии труда как науки.— В кн.: Физиология труда (Тезисы доклада VI Всесоюзной научной конференции по физиологии труда). М., 1973, с. 351—352.
6. Т у г а р и н о в В. П., П а р ы г и н Б. Д. О соотношении социального и психологического.— «Философские науки», 1967, № 6.
7. Укреплять взаимосвязь общественных, естественных и технических наук.— «Коммунист», 1977, № 1.
8. Человек — наука — техника (опыт марксистского анализа научно-технической революции). М., Политиздат, 1973, с. 152—153.
9. Ч е р н и к о в Г. П. Политическая экономия и психология.— «Вопросы философии», 1972, № 2.
10. Шеррер Ж. Физиология труда (Эргономия). Пер. с франц. М., «Медицина», 1973.
11. Щ е р б а к Ф. В. Стимулы трудовой деятельности (методологический аспект). Л., Изд-во Ленингр. ун­та., 1976, с. 66.
12. Bures Z. Psychologie prace a jeja uziti. Praha. Prace. 1973.
13. С h a p a n i s A. A Relevance of Psysiological and Psychological Criteria to Man-Machine Systems: the Present State of the Art. — «Ergonomics», 1970, vol. 13, N 3.
14. Chap an is A. Engineering Psychology. — In: Handbook of Industrial and Organizational Psychology. Marvin D. Dunnette, Editor Copyright 1976 by Rand Me Nally College Publishing Co.
15. Fa verge J. M. L'ergonomie vue par les ergonomes.—«Le Travail Human», 1976, t. 39, 2.
16. Hunt D. P., Howe 11 W. C, Roscoe S. N. Educational Programes for Engineering Psychologist: That Depends a Good Deal on Where You Want to Get to. Human Factors, 1972, N 14 (1).
17. Meister D. Human factors: theory and practice. N. Y., 1971.
18. Murrel K. F. N. Ergonomics. London, 1965.
19. Краткая история развития эргономики

§1. Исторические предпосылки возникновения эргономики

Собственно эргономика возникла несколько десятилетий тому назад, однако можно считать, что ее истоки восходят ко временам первобытного общества, которое научилось сознательно изготовлять орудия, придавая им удобную для определенной работы форму и расширяя тем самым возможности человеческих органов. Уже со времени второй межледниковой эпохи, как показывают археологические находки, критериями оценки вносимых изменений в орудия труда с целью их улучшения служили удобство применения и соразмерность с естественными органами человека [36]. В доисторические времена, отмечает Б. Шеккел, удобство и точное соответствие орудий труда потребностям человека были вопросом жизни и смерти, так как если он изготовил плохое оружие и не мог достаточно эффективно его применять, на свете очень скоро становилось одним плохим конструктором меньше [см. 40]. Дж. М. Кристенсен также относит предпосылки возникновения профессии эргономиста ко временам первобытного человека, чем законно могут гордиться, считает американский ученый, специалисты в области эргономики. «Специально отобранные камни, костяные ложки, простейшие орудия и посуда явились результатом специфических осознанных реакций на взаимодействия между че­ловеком и средой... Разница между первобытной эпохой и нашим временем заключается главным образом в степени сложности. Эта сложность,— подчеркивает ученый,— является основанием для существования эргономики» [42, с. 287—288].

Орудия труда совершенствовались в процессе практической деятельности многих поколений. Поэтому многие старинные инструменты по конструкции и форме отвечают современным требованиям. «Серп для жнеца — это смычок,— писал художник К. С. Петров-Водкин,— в нем все должно быть пригнано в размере и веседля работника. Хорошие серпы на базаре не покупались. У нас в городке было несколько кузнецов специалистов, знавших секреты кругления лезвия, нарезки и накала стали» [27, с. 62].

До определенного периода и степень совершенства технических объектов определялась эмпирическим путем, так как практическое использование процессов и материалов природы опередило формулирование основных законов, в соответствии с которыми люди добивались необходимых технических решений. Еще в середине 70-х годов прошлого столетия в создании станков безраздельно царствовали традиция, опыт, глазомер [36]. Техника парового двигателя на полвека опередила его теорию.

Не только искусные ремесленники отдаленных времен, но и многие инженеры-конструкторы наших дней интуитивно и в меру полученного практическим путем знания законов психофизиологии проектируют машины, удобные в эксплуатации и легко управляемые. Так, рулевое управление первых несовершенных в конструктивном отношении летательных аппаратов соответствовало логике движений пилота и гарантировало от ошибок в

35

критических ситуациях. Чтобы набрать высоту, летчик тянул ручку «на себя», а при посадке «отдавал ручку от себя». Однако на современном этапе научно - технического прогресса многие вопросы взаимодействия человека и техники уже невозможно решать только на основе здравого смысла, опыта и интуиции.

Обращение к анализу исторических предпосылок возникновения эргономики позволило в последнее время выявить целый ряд фактов и положений, которые ранее не могли быть введены в систему историко -научных знаний [16, 22, 23, 24, 25, 43, 46]. Г Термин «эргономия» предложен в 1857 г. польским естествоиспытателем Войтехом Ястшембовским, который опубликовал в еженедельнике «Природа и промышленность» статью под наз­ванием «Очерки по эргономии, или науке о труде, основанной на закономерностях науки о природе». Работа представляет теоретическое исследование, в котором предпринята попытка построить модель трудовой деятельности человека, базирующуюся на законах естествознания.

Первые шаги в научном изучении трудовой деятельности обычно связывают с именем Ф. Тейлора и относят к периоду образования крупного капиталистического машинного производства, в условиях которого, как писал К. Маркс, «уничтожается более сложный труд, охватывающий различные виды деятельности, и на место этого более сложного труда ставится простой машинный труд. Под простым машинным трудом мы понимаем те вспомогательные операции, которые должен выполнять человек, обслуживающий рабочую машину» [1, с. 506].

Создавая одну из первых научно обоснованных систем эксплуатации наемного труда, Ф. Тейлор проводит экспериментальные исследования простого машинного труда, результаты которых используются при его рационализации [33]. Руководствуясь при проведении этих исследований принципами технологического детерминизма, в соответствии с которыми рабочий рассматривается в качестве одного из элементов технологической системы производства Ф. Тейлор обосновывает необходимость разделения трудовых функций работающих на элементарные операции и стандартизированные движения. «Нивелирование роли работника ведет к тому, что на первый план выдвигается рациональная структура производства. Это объективное обстоятельство дает повод рационалистически истолковывать производственный процесс, рассматривать систему «человек — машина» лишь как систему машин, абстрагировано от самого человека» [30, с. 15].

Продолжая работы, начатые Ф. Тейлором, Ф. Гилбрет выдвигает идею универсальных микродвижений (терблигов), из комбинации которых в различных сочетаниях и в различной последовательности должна состоять любая операция [12]. Трудовые функции предельно упрощаются на заводах Г. Форда. В рамках системы Ф. Тейлора зарождается и практически реализуется в капиталистическом производстве концепция «инженерного проектирования» методов работы. Важную роль в формировании этой концепции сыграли труды Ф. Гилбрета, где обоснована необходимость перехода от изучения метода работы после ее начала к его изучению до начала работы, т. е. к проектированию процесса [3]. В работах Ф. Тейлора содержится мысль о том, что максимальная подгонка человека к машине предполагает и соответствующее ее проектирование. По технико-экономическим причинам принцип, согласно которому орудия труда должны соответствовать физической организации работника, был реализован на практике Ф. Тейлором лишь на примере конструирования простейших орудий труда — лопат различных размеров и форм.

Тейлоризм с его предельно механистическим подходом к изучению трудовой деятельности человека имеет много общего с формировавшимся приблизительно в то же самое время бихевиоризмом, в основе которого лежит понимание поведения, деятельности человека как механического сочетания элементарных реакций на воздействия внешней среды.

Определение рациональных перерывов в работе как способ борьбы с утомлением — один из принципов, выявленный Ф. Тейлором чисто эмпирически. Однако принцип этот не оградил систему Ф. Тейлора от проблемы борьбы с утомлением, которую капиталистическая система организации труда обостряла до предела. В конце XIX и начале XX в. в Германии, Англии, США и других странах организуются специальные гигиенические и физиологические лаборатории, кафедры и институты, сотрудники которых изучают влияние на организм человека трудовых процессов и окружающей его производственной среды.

Первая мировая война и связанное с ней быстрое развитие военной промышленности привели к тому, что в результате интенсификации труда и удлинения рабочего дня до 13—14 часов перенапряжение рабочих и быстро развивающееся утомление достигли крайних пределов. С утомлением было связано резкое увеличение количества травм на производстве. Положение было настолько серьезным, что вынудило образовать в Англии в 1915 г. Комитет по изучению здоровья рабочих, занятых в военной промышленности. С этим Комитетом, в состав которого входило несколько лиц со специальной подготовкой в области физиологии и психологии, связывают в Англии первое организационное вторжение специалистов этого профиля в промышленность. После войны комитет был преобразован в Совет по изучению здоровья промышленных рабочих, исследования для которого проводили физиологи, психологи, врачи и инженеры. Эти специалисты, во многих случаях работавшие совместно, проявили интерес к широкому кругу проблем, начиная с изучения рабочей позы и кончая использованием функциональной музыки на производстве. Некоторые из этих исследований можно с полным правом назвать междисциплинарными.

Технический прогресс и развитие производства поставили на повестку дня проблему профессионального отбора, т. е. выбора лиц, от которых можно ожидать с наибольшей вероятностью успешного выполнения определенной работы. Попытки в этом отношении с применением совершенно произвольных приемов предпринимал Ф. Тейлор [13]. Одни из первых работ по определению профессиональной пригодности выполнил накануне первой мировой войны Г. Мюнстерберг.

К этому же времени относится возникновение психотехники, задачей которой явилось приложение психологии к решению практических вопросов, в основном связанных с трудовой деятельностью. На первом этапе развития психотехники центральное место в ней заняли проблемы профессионального отбора. В дальнейшем в задачи психотехники включалось решение таких вопро­сов, как профессиональное обучение, рационализация труда, борьба с профессиональным утомлением и несчастными случаями, приспособление человека к машине и машины к человеку, психология воздействия средствами плаката, рекламы, кино и т. п. По своему содержанию и методам психотехника в значительной части совпадает с психологией труда.

В психологии труда как таковой и в психотехнике появлялись идеи комплексного подхода к изучению и рационализации трудовой деятельности. Они намечались уже в предложенном Ф. Гизе различении психотехники объекта и психотехники субъекта. Первая связана с поисками средств для наилучшего приспособления объективных производственных факторов к психологическим свойствам человека, а вторая — с приспособлением психических свойств человека к определенным объективным условиям и требованиям профессии [см. 11].

В 20—30-е годы интенсивно развиваются физиология, психология и гигиена труда, а результаты соответствующих исследований получают широкое применение в производстве. В ходе названных дований накапливались знания об отдельных аспектах трудовой деятельности человека и факторах, ее определяющих. Принципы технологического детерминизма в подходе к изучению трудовой деятельности, а точнее трудовых функций «частичного человека» в крупном машинном производстве, определяли направленность соответствующих исследований. Физиология труда, биомеханика, психология труда и целый ряд других дисциплин решают задачи приспособления человека к машине. Осуществляются отбор, приспособление, тренировка человека к соответствующим технологическим процессам, орудиям и машинам. «Человек в системе «человек —машина»,— писал А. Н. Леонтьев, — необходимо подчиняется машине, приспосабливается к ней. Даже когда вопрос исследования формулируется в терминах «приспособления машины к человеку», то это выражает собой лишь частную задачу внутри той же общей проблемы подчинения человека машине. По существу, это вопрос о том, какие особенности человека должны учитываться при создании машины для того, чтобы человек мог ее обслужить» [21, с. 67].

В 20-е годы XX в. зарождается индустриальная социология, возникновение которой связывают с проведенным под руководством Э. Мэйо известного хоторнского эксперимента на предприятиях американской электротехнической компании «Вестерн электрик». Новые условия производства, качественно изменившаяся рабочая сила, считал Мэйо, настоятельно требуют переноса цент­ра тяжести в использовании рабочей силы с экономических на моральные и психологические стимулы. Начав с критики тейлоризма, Э. Майо и не мыслил об отмене или замене этой системы, а лишь пытался «гуманизировать» ее методы (Организации производства, придать им «благопристойную форму» [9], имея в виду при этом повышение производительности труда, укрепление суще­ствующей организационной структуры и сглаживание внутренних противоречий в системе капиталистической организации. Этим целям служат теория и практика человеческих отношений, в ходе формирования которых вместе с тем было привлечено внимание к изучению факторов и стимулов положительного и отрицательного отношения к труду работников промышленного предприятия, закономерностей формирования трудовых коллективов и влияния коллектива на личность и т. д. С именем Э. Мэйо связывается новый подход к проблемам оптимального использования трудовых ресурсов. «Основным полем деятельности «психосоциологии» стали отношения «рабочий коллектив — система производственной техники», заменившие в ходе развития технологической интеграции автоматизированного производства систему «человек — машина» [15, с. 108].

В 30-е годы экспериментальные исследования психологии групп и мотивации осуществляет Курт Левин, основатель теории групповой динамики. Изучением психологических взаимоотношений людей в малых группах занимается Дж. Морено, используя для этих целей социометрические тесты. «Отныне психологи в промышленности начинают пристально следить за тем, что происходит в группе, выявляют взаимоотношения между ее участниками, причины низкой производительности, взгляды, настроения, проявления недовольства, распределения ролей между членами группы, их восприятие друг друга и своего лидера, их отношения к нанимателю и поведение вне предприятия... Они предлагают меры по созданию нужной социально­психологической атмосферы» [39, с. 86].

В 20—30-е годы предприниматели ряда стран и прежде всего США проявляют повышенный интерес к методам психологического воздействия на рабочих. В США в 1921 г. создается даже специальная компания под названием «Психологическая корпорация». «Когда легко мобилизуемые резервы рабочего времени исчерпаны, капитал вынужден переходить к новым методам управ­ления, учитывающим человеческий фактор в не меньшей, а позднее и в большей степени, чем фактор технический и материальный. Сохранение старых методов управления, связанных с тейлоризмом, ведет к гигантским и все возрастающим потерям, возникающим вследствие игнорирования человеческого фактора в производстве» [20, с. 65].

Действительное и полное развертывание творческих сил трудящихся в производстве и других сферах общественной жизни стало возможным только после победы Великой Октябрьской социалистической революции, которая ознаменовала коренное изменение в характере труда. В условиях величайшей в истории человечества смены труда подневольного трудом на себя одной из главных, коренных и злободневных задач всей общественной жизни первого социалистического государства стала задача учиться работать. Советские ученые приступили к исследованию человека освобожденного труда как новой исторической фигуры и использованию средств науки с целью рационального построения,, его деятельности [41].

Предлагая объявить конкурс на учебник по научной организации труда, В. И. Ленин считал, что за основу такого учебника можно взять книгу П. Керженцева «НОТ». Книга эта включала в себя три части: 1) изучение человека с точки зрения максимальной эффективности его работы, т. е. изучение субъективного момента труда; 2) изучение и приспособление материальной обстановки труда, орудий и пр.; 3) изучение рациональных методов организации труда, т. е. взаимоотношений между субъективными и объективными моментами работы. По этой программе и начала разворачиваться научно­практическая работа в нашей стране. Вопрос об изучении трудовой деятельности человека представителями разных наук, в каждой из которых она рассматривается под определенным углом зрения, подвергся серьезному обсуждению в 1921 г. на первой Всероссийской инициативной конференции по научной организации труда и производства [5, б, 26]. На этой конференции с докладом по основным проблемам психологии, Физиологии и гигиены труда выступил академик В. М. Бехтерев. Критикуя систему Ф. Тейлора, Бехтерев сформулировал принципиально новый подход к проблеме, полностью отвечавший духу ленинских идей. «Не в тейлоризации труда все дело,— говорил В М- Бехтерев,— не в ней окончательный идеал проблемы труда, а в таком осуществлении самого труда, который бы давал максимум производительности при оптимуме или максимуме здоровья, при отсутствии не только переутомления, но и при гарантии полного здоровья и развития личности трудящихся» [5, с. 25].

На выполнение человеком одноообразных, механических операций в процессе работы мы смотрим, продолжил, выступая на конференции, мысль своего учителя В. Н. Мясищев, как на временную меру, пока не создана соответствующая машина. «Нам представляется,— подчеркнул он,— совершенно неприемлемым стремление Тейлора сделать из человека машину» [26, с. 24].

Многогранность и сложность изучения и организации трудовой деятельности с целью решения триединой задачи — повышение про­изводительности труда, сохранение здоровья и развитие личности трудящихся — требуют комплексного подхода. Идея такого подхода, содержавшаяся в докладах В. М. Бехтерева и В. Н. Мясищева, имела теоретические и экспериментально-методические предпосылки ее реализации. Такие предпосылки формировались в созданных в разное время и руководимых В. М. Бехтеревым многочисленных научно-исследовательских лабораториях и институтах [25]. Среди них прежде всего следует назвать Психоневрологический институт и Институт по изучению мозга и психической деятельности. Своими истоками указанные предпосылки исследований уходят к идеям И. М. Сеченова, с работами которого — «Физиологические критерии для установки длины рабочего дня» (1897), «Участие нервной системы в рабочих движениях человека» (1900), «Участие органов чувств и работа рук у зрячего и слепого» (1901), «Очерк рабочих движений человека» (1901)—связывают зарождение отечественной физиологии и психологии труда.

Комплексный подход к изучению трудовой деятельности явился характерной особенностью исследований, которые проводились в первые годы существования Института по изучению мозга и психической деятельности, созданного в 1918 г. по решению Советского правительства на базе бывшего Психоневрологического института. Изучение различных видов трудовой деятельности отвечало основной направленности работ вновь созданного института, а именно задаче всестороннего изучения человеческой личности, условий ее развития и деятельности. «Впервые в отечественной и мировой науке Бехтерев объединил деятелей различных наук для синтетического и комплексного изучения мозга и личности в интересах воспитания, организации труда и личности человека» [29, с. 288].Уже в 1918 г. в составе Института по изучению мозга и психической деятельности был организован специальный отдел профессиональной психологии, который вскоре преобразовали в отдел труда с более широкими задачами и масштабами деятельности. Сотрудники отдела проводили исследования как на заводах и фабриках, так и в лабораториях института.

В 1920 г. по просьбе Народного комиссариата труда и Военно-санитарного управления институт предпринял изучение трудовой деятельности радиотелеграфистов и врачей. Изучение осуществлялось под руководством В. М. Бехтерева специально созданными для этих целей комиссиями, в состав которых входили представители различных научных специальностей.

Цель названных исследований состояла не только в разработке практических рекомендаций, но и в уточнении путей и форм научного изучения трудовой деятельности в новых социальных условиях. Подвергнув анализу достижения отечественной и зарубежной практики и обобщив двухгодичный опыт собственных исследований, В. М. Бехтерев и его сотрудники пришли к твердому убеждению, что для планомерного и всестороннего изучения трудовой деятельности работников различных профессий необходимо создать научно­исследовательскую организацию по образу и подобию Института по изучению мозга и психической деятельности, в которой реализовалась бы идея единства различных направлений исследования трудовой деятельности.

Развивая идеи В. М. Бехтерева о комплексном изучении трудовой деятельности, В. Н. Мясищев предложил создать особую научную дисциплину — эргологию. Он считал целесообразным синтезировать человеческие знания с точки зрения их отношения к труду и, «поскольку номенклатура есть орудие систематизации, объединить эту точку зрения единым термином эргологии, учение о работе человека» [26, с. 24]. Аргументируя необходимость такой науки, В. Н. Мясищев указывал: «Выделение в особую дисциплину может быть обоснованно, во-первых, тем, что деятельность (трудовая.— В. 3. и В. М.) не изучается в целом ни одной из существующих наук, во-вторых, тем, что она не умещается в рамки ни одного из существующих предметов, и, в-третьих, потому, что этот предмет является чрезвычайно важным, в чем, кажется, не возникает сомнения» [26, с. 24].

При создании оптимальных условий труда необходимо учитывать, подчеркивал В. Н. Мясищев, весь комплекс сложных, а иногда и противоречивых требований. Синтетическая природа проблем эргологии обусловливает необходимость их глубокой методологической проработки: «... если мы хотим труд организовать,— говорил В. Н. Мясищев,— то мы должны в первую голову организовать изучение его: должен быть организационный центр методологии работы, которая должна быть строго разработана. Этот центр и есть эргологический институт» [35, с. 29]. Новизну и перспективность предлагаемого подхода к изучению трудовой деятельности сразу же оценил С. Г. Струмилин, который заявил, что «... конференция должна поддержать эту идею —такую координированную работу всех специалистов, занимающихся вопросами труда»[35,с. 29].

Положительно оценивая итоги работы Первой Всероссийской инициативной конференции по научной организации труда и производства, В. М. Бехтерев поддержал мысль В. Н. Мясищева о создании специальной научной дисциплины о труде и предложил назвать ее «эргонологией», понимая под этим термином учение о законах работы. Он высказал надежду, что наука о труде получит в нашей стране соответствующее развитие [6, с. 23].

В. М. Бехтерев и его сотрудники разработали проект создания Эргологического института (Институт труда), который должен был основываться на тех же научно-организационных принципах, что и Институт по изучению мозга и психической деятельности. Более того, ученые настаивали, чтобы новый институт был создан при Институте по изучению мозга и психической деятельности, так как только при таком условии он мог в то время приступить к практической реализации идеи о комплексном изучении трудовой деятельности.

Проект нового института в 1920 г. был представлен на рассмотрение Петроградского совета профессиональных союзов, который одобрил предложение о его создании. Однако в силу целого ряда объективных причин проекту не суждено было осуществиться [25].

Многие из сформулированных В. М. Бехтеревым и В. Н. Мясищевым положений не утратили своего значения и в наши дни. Идеи, развивавшиеся В. Н. Бехтеревым и его сотрудниками, намного опережали реальные задачи и возможности того времени в области изучения и организации труда.

В 1924 г. в Петрограде изучением человека в труде занимается А. А. Ухтомский с сотрудниками, организуя для этих целей лабораторию и проводя исследования непосредственно на заводах. Интенсивная деятельность Ухтомского в этом направлении позволила стать ему одним из создателей новой научной дисциплины — физиологии труда. Выступая на XV Международном конгрессе физиологов (Москва, 1935), А. А. Ухтомский подчеркнул, что исследованиям физиологии труда «в стране социализма принадлежит постоянное нормальное место, и поучительно видеть ее развитие здесь. Целый ряд выдающихся физиологов Союза мог быть выдвинут нашей страной перед иностранными гостями: проф. М. Н. Шатерников, Н. А. Бернштейн, И. Л. Кан, К. X. Кекчеев, М. И. Виноградов и др.» [37, с. 65].

Созданный в 1921 г. Центральный институт труда ВЦСПС (ЦИТ) сосредоточил свои усилия на исследовании трудовых движений и разработке методов рационального производственного обучения. Характеризуя науку о человеческом труде как своеобразную трудовую технологию, А. К. Гастев рассматривал инженерный расчет и анализ в качестве важных средств изучения человека в трудовом процессе. Вместе с тем он подчеркивал, что одной из основных задач ЦИТа должно быть синтезирование всех достижений психофизиологических исследований. Разрабатывая концепцию трудовой «установки», А. К. Гастев понимал ее как способ организации движений, предваряющий, направляющий и стабилизирующий «цепи» реакций.

Развивая идеи социальной инженерии, А. К. Г астев формулирует целый ряд положений, которые имеют явно кибернетическую направленность. Глубокая вера А. К. Гастева в неограниченные возможности творческой инженерии стимулировала работу его мысли в плане разработки идеи, созвучной современным положениям о проектировании конкретных видов трудовой деятельности. Однако на этом пути А. К. Гастев не избежал серьезных методо­логических просчетов, связанных, как отмечает Е. А. Климов, с отрицанием стойких индивидуальных особенностей человека и пониманием трудовой деятельности как пассивного продукта объективной обстановки [см. 19].

Перспективные подходы к изучению и управлению трудовой деятельностью, намеченные А. К. Гастевым, получили дальнейшее развитие и обоснование в трудах Н. А. Бернштейна, который в 20-е годы заведовал биомеханической лабораторией ЦИТа. «Идейно-научная атмосфера этого учреждения (ЦИТ.— В. 3. и В. М.), где широко развернулись междисциплинарные исследования труда по новаторской гастевской программе, без сомнения воздействовала и на искания молодого Бернштейна» [41, с. 7]. Представляется продуктивной попытка Н. А. Бернштейна рассматривать целый ряд принципиальных проблем улучшения и оптимизации трудовой деятельности с позиций системно-структурных воззрений, которые формировались у него в процессе изучения физиологических механизмов регуляции и построения движений. И дело не только в том, что ученый употребляет сам термин «система», но прежде всего в глубоком понимании системной природы объектов, в выделении тех признаков, которые считаются центральными при определении системы: определенная целостность, иерархичность, отношения и связи, структура. «Производственный процесс, к какому бы виду производства он ни относился,— писал Н. А. Бернштейн,— выполняется системой, состоящей из: 1) орудия производства и 2) работника, обслуживающего это орудие. Деятельность такой системы, очевидно, тем совершеннее, чем лучше она рассчитана в целом и чем ближе соответствие между частями системы — орудием и работником» [4, с. 3].

Основываясь на достижениях биомеханики того времени, и прежде всего на результатах собственных исследований, Н. А. Бернштейн неоднократно указывал на возможность биомеханического расчета указанных систем, по точности не уступающего инженерному расчету их механических частей. Успехи биомеханики как научной дисциплины укрепляли также веру ученого принципиальную возможность расчета системы «человек — орудие труда» с позиций человеческого фактора в целом. Термин «человеческий фактор» Н. А.

Бернштейн употреблял в собирательном значении, довольно близком по содержанию современному его значению, для обозначения психофизиологических характеристик человека, определяемых в конкретных условиях его взаимодействия с орудием труда. «Почему у Hutte нет таблиц его (человека.— В. 3. и В. М.) размеров, характеристик прочности, мощности, механической конструкции. И можно ли надеяться,—• заключает ученый,— на безупречную работу системы, одна из составляющих которой рассчитана по всем правилам новейшей сложной техники, а другая взята без всякого расчета и даже без всякого знания» [4, с. 3].

Оптимизация названных систем не может быть сведена только к решению задачи приспособления человека к орудию труда, машине. Н. А. Бернштейн показывает ограниченность такого подхода к проблеме, который являлся традиционным и доминировал в физиологии и психологии труда в 20—30-е годы. «Профотбор,— отмечал ученый,— орудие далеко не гибкое; его применимость ограничена скромным размахом естественных биологических ва­риаций. Если нельзя приспособить работника к орудию и обстановке,— делает вывод Н. А. Бернштейн,— то следует приспособить орудие и обстановку к работнику» [4, с, 3]. Принципиальные установки ученого находили воплощение в прикладных исследованиях, одно из которых было связано с психофизиологической реконструкцией рабочего места вагоновожатого.

Анализ положений, содержащихся в работах Н. А. Бернштейна, позволяет сделать вывод, что рассматриваемые им системы «человек— орудие труда — производственная обстановка» характеризуются как многоуровневые, что предполагает наличие взаимосвязанных, но относительно автономных уровней их изучения и оптимизации. Биомеханический подход является одним из уровней анализа и проектирования таких систем. Связывая надежды на реализацию в 30-е годы многоуровневого подхода к оптимизации указанных систем с охраной труда, Н. А. Бернштейн активно выступил против того, что она «часто становится бытовым компромиссом почти филантропического порядка, вместо того, чтобы лечь в основу норм и расчетов всей работающей системы в целом. Работник охраны труда,— подчеркивал ученый,— должен по-насто­ящему не вносить поправки в готовую конструкцию, сделанную без его участия, а участвовать как необходимый сотрудник в самом созидательном процессе» [4, с. 4].

Предпосылки комплексного подхода к изучению и оптимизации трудовой деятельности формировались в 20—30-е годы в целом Ряде других исследований, прежде всего связанных с анализом сложных видов трудовой деятельности. Обобщая опыт исследовании предшествующих лет, Н. М. Добротворский в 1930 г. следующим образом формулировал задачи изучения летного труда. «Изучение летного труда,— писал он,— распадается на ряд задач.

1. Изучение орудий производства, т. е. самолета и его оборудования. Изучение орудий производства должно вестись с точки зрения, с одной стороны, приспособленности их к тому человеческому материалу, которым мы располагаем, и, с другой стороны, с точки зрения подбора человеческого материала, вполне соответствующего тем требованиям, которые предъявляют орудия производства.

2. Изучение условий летного труда. При изучении условий летного труда нам важно не безотносительное влияние этих условий, как это рассматривается в гигиене, а значение влияния этих условий, в зависимости от условий применения (форм тактического использования), дабы заранее учесть, какие люди будут наиболее подходящи для выполнения тех или иных боевых заданий, каким образом лучше осуществлять выполнение этих заданий, чтобы с возможно большей полнотой использовать те свойства, которыми обладает находящаяся у нас в части живая сила. 3. Изучение летно-трудовых процессов. Здесь наше внимание должно быть сосредоточено как на характере изучаемых трудовых процессов, так и условиях, повышающих их эффективность. 4. Изучение летного состава. Эта задача имеет в виду разрешение вопросов комплектования воздушного флота соответственного качества живой силой в соответственном летном виде» [14, с. 3].

В работе Н. М. Добротворского предельно четко и последовательно прослеживается подход к изучению и оптимизации трудовой деятельности летчика, который в современных условиях называется комплексным. Здесь присутствуют все элементы такого подхода и указаны необходимые взаимосвязи между ними. Обращает на себя внимание глубина постижения Н. М. Добротворским взаимосвязи двух направлений исследований — приспособления человека к технике и приспособления техники к человеку. «Мы считаем,— писал он,— что требования к человеку могут быть поставлены только лишь после того, как самолет будет приноровлен к требованиям, предъявляемым к нему средним человеком. Мы отнюдь не склонны ставить требование, чтобы самолеты имели разнообразные конструкции соответственно разнообразию групп людей, могущих быть использованными для работы на самолете — известные ограничения должны быть в отношении человека постав­лены, но внутри этих границ самолет должен удовлетворять тем требованиям, которые предъявляются ему для полноценного использования этой средней группы людей» [14, с. 10].

Характеристики человека в той или иной степени учитывались конструкторами при создании летательных аппаратов и на заре развития авиации. Однако последовательный научно обоснованный подход к их учету, содержащийся в работе Н. М. Добротворского,. далеко опережал научно­техническую мысль того времени.

В методическом отношении анализ Н. М. Добротворским кабины летчика и приборной доски с позиций человеческого фактора не утратил своего значения и в наши дни. Конкретные рекомендации не противоречат современным, хотя отдельные детали, обусловленные конструкцией летательных аппаратов и приборов того времени, представляют лишь исторический интерес.

Содержательная концепция Н. М. Добротворского о комплексном подходе к изучению и оптимизации трудовой деятельности летчика оказала существенное влияние на развитие соответствующих исследований в авиации. В свете этой концепции не кажутся случайными и неожиданными выполненные Н.

В. Зимкиным и Н. А. Эппле в русле психотехнических исследований работы по - изучению авиационных приборов, которые с достаточным на то основанием можно отнести к первым инженерно-психологическим исследованиям.

Стремление комплексно изучать человека в труде, рассматривая его не только как организм, но прежде всего как личность, намечалось в некоторых разделах психологии труда [28]. Достаточно явно проявлялась тенденция к комплексному охвату многих, проблем изучения и рационализации трудовой деятельности в психотехническом движении в нашей стране в 20—30-е годы [24]. Представляя сложное и противоречивое явление, психотехническое движение выходило за рамки лабораторных психологических исследований и смыкалось, во-первых, с движением за научную организацию труда, реконструкцию и совершенствование производства, а во-вторых, с нарождавшимися проблемами целого-комплекса медико-биологических дисциплин. Природу этих многосторонних связей можно лучше понять, если иметь в виду, что через толщу различных наслоений в психотехнике под давлением практики пробивалась тенденция к психологическому изучению предметной трудовой деятельности. Не случайно обращалось внимание на синтетическую природу психологического анализа трудовой деятельности, отправного пункта многих психотехнических исследований. «Только...— писал И. Н. Шпильрейн, совмещая чисто профессиографические задачи с интересами биомеханики, охраны труда и НОТа,— психологический анализ профессий при­обретает теоретико-практическую значимость. В то же время, иллюстрируя единство в многообразии отдельных нотовских проблем, такого рода анализ вскрывает объективную ценность хотя и многопланового, но не эклектического в дурном смысле, и единством внутреннего содержания спаянного методического подхода к общей проблеме научной организации труда и производства» [34, с. 172].

Рассматривая вопрос о возможном участии психотехника в проектировании орудий труда («активного соучастника в построении основной идеи того или другого орудия труда»), а не только в осуществлении функций психофизиологического контроля и оценки уже сконструированных орудий труда, С. Г. Геллерштейн вплотную подходит к идее, созвучной современным положениям системного подхода в эргономике. В работах И. Н. Шпильрейнатакже можно обнаружить движение научной мысли в этом направ­лении. Ученый обращал внимание на перспективность тех психотехнических работ, в которых предпринимались попытки органического сочетания двух направлений исследований: 1) одновременного охвата всех факторов, влияющих на эффективность трудовой деятельности; 2) выделения каждого фактора в отдельности я определения его влияния на эффективность трудовой деятель­ности [см. 17].

Имея в виду исследования подобного типа, С. Г. Геллерштейн [10] писал, что психотехника в данном случае уже перестает быть собственно психотехникой, она перерастает свои границы и должна будет изменить свое название. Эти исследования отражали потребность в междисциплинарных исследованиях. Предварительным условием эффективного участия психотехники в таких исследованиях явилось решение целого ряда методологических проблем, и прежде всего проблем предметной, трудовой деятельности. В этой связи представляется существенным высказывание Л. С. Выготского о том, что в процессе сближения психотехники с эксперимен­тальной психологией, генетической психологией и психопатологией происходила более углубленная трактовка проблем психотехники, изменение задач и методов психотехнических исследований. На этом же пути намечалось решение важнейших теоретических проблем, которые вставали перед психотехникой. «Разрыв между двумя основными формами психотехнического исследования,— указывал Л.С. Выготский,— между аналитическим изучением отдельных, большей частью элементарных функций, на которые разлагается обычно та или иная сложная профессиональная деятельность, и имитативной подделкой всей профессиональной деятельности в целом с максимальным приближением к действительности — должен быть заполнен с помощью изучения высших, сложных синтетических интеллектуальных функций» [7, с. 384].

Поиски форм и методов комплексных исследований достаточно интенсивно велись в 20—30-е годы в русле работ по охране труда [18]. Формулировались принципиально новые проблемы. «Самое содержание новой техники,— писал В. Строганов,—должно постоянно расширяться и обогащаться. Это значит, что развитие социалистической техники должно пойти новым путем, а не теми путями, которыми оно шло и идет в настоящее время в капиталистических странах. Идеи оздоровления и безопасности труда должны у нас стать органической частью развивающейся техники, а не дополнять эту технику как некий посторонний, самостоятельный привесок» [32, с. 14].

В 20—30-е годы в стране действовала широкая сеть психофизиологических лабораторий непосредственно на фабриках и заводах. Для тех лет было характерно тесное сотрудничество психологов, физиологов, гигиенистов труда, инженерно-технического персонала предприятий, специалистов по организации, охране труда и технике безопасности. Решение практических задач совершенствования трудовой деятельности и улучшения условий труда на производстве и транспорте являлось той реальной основой, на которой укреплялись взаимосвязь и взаимодействие наук о трудовой деятельности. В стране действовали лаборатории, которые проводили комплексные исследования трудовой деятельности (научно-исследовательский сектор отдела техники безопасности и промсанитарии Горьковского автозавода, возглавляемый К К. Платоновым, психофизиологическая лаборатория на Московском электрозаводе, возглавляемая А. Ф. Гольдбергом, и др.). В 1932 г. в резолюции конференции по психофизиологии и организации труда, созванной по инициативе Всесоюзного электротехнического объединения, отмечалось, что «результаты работы психофизиологических лабораторий подтверждают целесообразность и своевременность постановки изучения человеческого фактора и его влияния на протекание трудового процесса в производственной обстановке» [31, с. 192].

На этой конференции всеобщее внимание привлек доклад А. Ф. Г ольдберга, так как в деятельности руководимой им лаборатории нашли отражение некоторые общие тенденции изучения человеческого фактора на производстве. Одной из особенностей работы лаборатории явилось то, что ее сотрудники действовали в тесном контакте с рабочими, которые были не только испытуе­мыми, но и активными участниками всех проводимых мероприятий. «Проведя подробный производственно-психофизиологический анализ процесса работы на агрегатах,— говорил А. Ф. Гольдберг,— детально ознакомившись с санитарно­гигиеническими условиями цехов и основными психофизиологическими особенностями работающих на агрегатах, лаборатория дала ряд предложений, охватывающих рабочее место, сидение, рабочие движения, режим рабочего дня, рациональный пищевой режим и т. д.» [31, с. 185]. Рассматривая исторические предпосылки возникновения эргономики, нельзя не отметить, что в 1926 г. в Киеве была опубликована статья экономиста Е. Е. Слуцкого «Изучение проблемы построения формально-праксеологических основ экономики», в ко­торой впервые в нашей стране рассматривались проблемы праксеологии. Автор определяет праксеологию как общую теорию успешной целеустремленной деятельности. Проблематика указанной дисциплины перекликается с эргономикой. Тридцать пять лет спустя прямо указал на это Т. Котарбинский в статье «Молодые эргологические науки» (1961): «В последнее десятилетие мы стали свидетелями возникновения ряда дисциплин, предметом исследования которых служат действия, операции, работа и вообще любые формы деятельности личности, умеющей что-то делать, проявлять активность. Я позволю себе назвать эти науки эргологическими, исходя от названия одной из них — эргологии» [44, с. 5].

Эргология (эргонология) не оформилась в 20—30-е годы в самостоятельное научное направление. Однако в это время были определены цели и задачи новой научной дисциплины, намеченыосновные ее проблемы и организационные формы исследований, указаны пути практического приложения и осуществлены первые прикладные работы.

§2. Возникновение эргономики и ее современное состояние

В годы второй мировой войны был дан мощный толчок меж­дисциплинарным исследованиям, направленным на выявление оптимальных условий деятельности человека, а также его предельных возможностей. Произошло это потому, что сложная военная техника, поступавшая на вооружение армий, зачастую не могла эффективно использоваться, так как предъявляла к обслуживающему персоналу требования, которые превосходили психофизиологические возможности человека. «Быстрое техническое развитие в некоторых областях, таких, как радарная техника, или высокоскоростная авиация,— отмечает австралийский ученый А. Т. Велфорд,— привело к появлению таких ситуаций, в которых никакой отбор и никакая тренировка не гарантируют полного использования оператором всех возможностей оборудования. Поэтому стало необходимым приспособить «работу к человеку», т. е. проектировать такое оборудование, в котором были бы учтены границы человеческих способностей. Для этой цели большое число академических специалистов, занимающихся проблемами, связанными с человеком,— анатомов, физиологов, психологов — пригласили покинуть свои лаборатории и работать вместе с инженерами» [48, с. 275—276].

В годы второй мировой войны психологи впервые в массовом порядке были привлечены к проектированию новой военной техники (радарные установки, сложное приборное оснащение самолетов и т. п.), эксплуатация которой характеризовалась резко возросшими требованиями к психическим свойствам человека. Именно поэтому для проведения исследований, связанных с про­ектированием сложных систем, в которых человек выполняет функции контроля и управления, больше всего подходили специалисты, имеющие подготовку в области экспериментальной психологии. Методы и результаты исследований экспериментальной психологии явились исходным пунктом становления инженерной психологии. «Цель инженерной психологии,— пишет Е. Поултон,— не простое сравнение двух проектных решений какого-либо элемен­та оборудования, а точное определение возможностей и ограничений человека, исходя из которых и следует осуществлять выбор оптимального варианта решения. Перед нами картина инженерной психологии как экспериментальной психологии середины двадцатого века. Возможно, она выгодно контрастирует с экспериментальными психологическими исследованиями человека и животных, проводимыми в несколько искусственной среде традиционной психологической лаборатории» [47, с. 178].

В США лаборатории инженерной психологии были организованы в 1945 г. в военно-воздушных и военно-морских силах. В это же время Национальный исследовательский совет по авиационной медицине и Корнеллский университет США проводят инженерно-психологические исследования, связанные с проектированием кабин для пилотов.

Изучение человеческих факторов, от которых существенным образом зависят эффективность и надежность функционирования систем управления и контроля, обусловило постепенное обогащение и расширение области исследований инженерной психологии. В годы второй мировой войны, констатируют О. Едхолм и К. Маррелл, «физиологи, психологи, анатомы и инженеры или дизайнеры работали вместе с взаимной пользой» [43, с. 83].

Ниже будет дана краткая характеристика развития и состояния эргономики в ряде капиталистических и социалистических стран (Англия, США, Япония, Болгария, Польша, Советский Союз). На примере этих стран можно составить определенное представление о тенденциях и состоянии эргономики в капиталистических и социалистических странах.

Во время второй мировой войны в Англии исследования, в которых совместно принимали участие указанные специалисты, осуществлялись под эгидой Комитета по исследованиям личного состава (Service Personnel Researsch Commitees). Под «исследованием личного состава» («personnel research») понималось, с одной стороны, выявление с помощью физиологических и психо­логических методов путей повышения эффективности боевой деятельности, безопасности и комфорта солдат, матросов и летчиков в различных условиях окружающей среды; а с другой — приспособление кораблей, боевых транспортных средств, самолетов и вооружения к психофизиологическим возможностям тех, кто должен их использовать, с тем, чтобы обеспечить необходимое удобство пользования указанными техническими средствами. О. Едхолм и К- Маррелл не без оснований отмечают, что подобная общая направленность исследований личного состава, если отвлечься от военных задач, мало чем отличается от целевых установок Эргономического исследовательского общества [43].

В ходе второй мировой войны с особой силой проявилась необходимость привлечения данных медико-биологических, психологических и социально­экономических наук для решения определенных вопросов развития техники. Однако вряд ли следует жестко связывать возникновение эргономики с этой войной. Предпосылки эргономики фактически были заложены еще до войны, а в качестве самостоятельного направления исследований она оформилась после войны.

Термин «эргономика» (греч. ergon — работа+nomos—закон) был принят в Англии в 1949 г., когда группа английских ученых положила начало организации Эргономического исследовательского общества. О Едхолм и К. Маррелл подчеркивают, «что это было объединение людей, работающих в сфере научных исследований. Вопрос о создании прикладной науки эргономики в это время не рассматривался» [43, с. 78]. Инициаторы создания общества, среди которых называют К. Маррелла, О. Едхолма, П. Рэндла, У. Флойда, У. Хика и других, были единодушны в том, что объединение ученых смежных научных дисциплин для совместной работы по решению общих проблем позволяет добиваться лучших результатов, которые в принципе не могут быть получены в рамках какой-либо одной из этих дисциплин. В этом их, в частности, убеждал опыт успешной совместной работы физиологов, психологов, анатомов, инженеров и дизайнеров в годы второй мировой войны.

Деятельность английского Эргономического исследовательского общества с самого начала привлекла внимание ученых различных стран мира. В 1951 г. в обществе насчитывалось 14 ученых из других стран, в том числе В. Акерблом, Дж. М. Кристенсен (Швеция), П. Фиттс, Л. Мид, К. Морган (США; в 1954 г. количество иностранных членов увеличилось до 51, а к 1957 г. их число составляло одну треть от общего состава общества. Начав с налаживания информационных связей между учеными, изучавшими различные аспекты поведения человека в труде, члены общества впоследствии стали искать пути преодоления неизбежной в рамках отдельных научных дисциплин односторонности решения проблем рациональной организации труда. «Появление эргономики,— констатирует один из инициаторов создания этого общества К. Маррелл,— можно рассматривать как одно из следствий интереса исследователей с широким диапазоном знаний в различных областях к комплексному изучению трудовой деятельности человека, и в этом смысле существование эргономики вполне оправдано» [46, с. 3].

На ежегодные конференции Общества выносились следующие темы: «Человеческие факторы в проектировании оборудования», «Утомление», «Измерение человеческой деятельности», «Научное изучение трудовой деятельности в промышленности» и др.

Эргономика способствовала объединению направлений, развивавшихся прежде независимо друг от друга, содействовала сближению людей с разными уровнями подготовки и разных специальностей. Название «эргономика» было выбрано в связи с тем, что новая область знания не принадлежит полностью ни одной из дисциплин, участвующих в ее разработке; кроме того, как всякий термин, он должен быть кратким, однозначным, определенным и получить распространение в других странах. «Эргономика»,— по определению К. Маррелла,— это научные исследования взаимодействия человека и рабочей среды» [45, с. XIII]. Он поясняет, что имеется в виду не только непосредственное окружение, в котором работает человек, но также станки и материалы, методы и организация индивидуальной и коллективной работы.

В 1960 г. был образован факультет эргономики и кибернетики в английском технологическом колледже в г. Лавбро, который первоначально осуществлял подготовку эргономистов из числа дипломированных специалистов. В настоящее время этот факультет, переименованный в факультет наук о человеке, является ведущим высшим учебным заведением по подготовке специалистов по эргономике. При факультете создан Институт по изучению эргономических проблем товаров массового спроса. Несколько ' позже подготовку эргономистов стали осуществлять факультет прикладной психологии Астонского университета в г. Бирмингаме и факультет промышленного производства Бирмингамского университета, а также некоторые другие высшие учебные заведения. Начиная с 1962 г. в Англии издается серия брошюр для работников промышленности, в которых освещаются методические вопросы использования данных эргономики на практике. В 1969 г. был основан информационный центр по эргономике, одной из задач которого является удовлетворение запросов английской промышленности в области применения данных эргономики. Прикладные эргономические исследования получили широкое развитие на железнодорожном транспорте, в сталелитейной, электронной, стекольной и других отраслях промышленности.

В 1963—1964 гг. формируются исходные положения системного подхода в эргономике; впоследствии они интенсивно разрабатываются У. Синглтоном и другими английскими учеными. В 1965 г. К. Маррелл издает фундаментальный труд «Эргономика».

Размах деятельности Эргономического исследовательского общества способствовал объединению ученых многих стран, о чем свидетельствовали, в частности, проводимые им международные семинары и симпозиумы, на которых глубоко и всесторонне обсуждались эргономические проблемы. Одновременно активизировалась деятельность в различных странах по созданию национальных эргономических ассоциаций. Первые неформальные группы спе­циалистов, обсуждавших проблемы человеческих факторов, возникли в США еще в предвоенный период. В 1938 г. лаборатория по изучению человеческих факторов была создана в Bell Telephone Laboratories.

Как и в Англии, в годы второй мировой войны в США для работы в авиационной промышленности и военных исследовательских организациях были приглашены психологи, антропологи, физиологи, биологи и врачи, которые в тесном содружестве с инженерами решали проблемы обеспечения оптимального взаимодействия людей и сложных технических систем. В 1945 г. П. Фиттс организует лабораторию инженерной психологии в Военно-воздушных силах США, а Ф. Тейлор создает лабораторию человеческой инженерии в Военно-морских силах США.В конце 40-х годов в США в государственном университете в г. Огайо и Иллинойсском университете учреждаются специаль­ные программы для получения ученой степени в области человеческих факторов. Другие университеты вводят курсы по человеческим факторам.

Первый симпозиум по проблемам человеческих факторов на национальном уровне был проведен в США в 1953 г. В 1957 г. образовано Общество инженерных психологов как отдельное подразделение Американской психологической ассоциации. Тем не менее все острее ощущалась необходимость в создании национальной профессиональной организации, объединяющей специалистов в области человеческих факторов, и издании соответствующего научного журнала.

В 1957 г. в США возникло Общество человеческих факторов, в создании которого принимали участие члены английского Эргономического исследовательского общества. В 1958 г. вышел первый номер американского журнала «Человеческие факторы». Кроме того, в США ежемесячно издается «Бюллетень Общества человеческих факторов». Термин «человеческие факторы» возник в результате буквального перевода и сокращения американского выражения «техника человеческих факторов» (human factors engineering) и получил распространение главным образом в США, где он обозначает область знания и новую профессию, которую в Европе определяют термином «эргономика». Человеческие факторы и эргономика как сферы научных исследований имели некоторые различия на первых этапах своего развития, хотя и тогда они представляли одно направление исследований. Тенденция развития такова, что различия между ними все больше нивелируются, а само направление исследований обогащается за счет органичес­кого сближения исследования человеческих факторов и эргономики.

Уже к 1970 г. подготовку кадров в области человеческих факторов США на уровне бакалавра, магистра и доктора наук осуществляли соответственно 20, 43 и 42 университета. Одновременно с расширением подготовки кадров в США издаются работы по теоретическим проблемам и методам исследования человеческих факторов, а также руководства для инженеров, дизайнеров, архитекторов и других специалистов.

В 1921 г. японский ученый К. Танака издал книгу «Человеческая инженерия» и тем самым впервые ввел в Японии этот термин. В этом же году был создан частный институт по изучению труда (Institute for Labor Science), с которым связывают первые систематические исследования в области человеческих факторов в Японии. В настоящее время указанный институт является государственной организацией и называется Научно­исследовательский институт труда (Institute for Labor Science Research). Начиная с 1925 г. исследования человеческих факторов в Японии достаточно интенсивно разрабатываются в различных военных организациях. Ускоренное развитие эргономики в Японии отмечается после второй мировой войны, когда в стране происходит бурный рост промышленности и осуществляется перевооружение производства на высоком техническом уровне. Первая национальная конферен­ция по проблемам эргономики состоялась в 1963 г. В 1964 г. было основано Японское научно-исследовательское эргономическое общество, которое издает журнал по проблемам эргономики. Создается множество эргономических групп в различных отраслях промышленности, на транспорте, в университетах и научно-исследовательских организациях. Большое внимание уделяется эргоно­мическим исследованиям в Научно-исследовательском институте промышленной продукции, Научно-исследовательском институте условий труда на железнодорожном транспорте, Научно-исследовательском институте труда, в отделении архитектуры и дизайна университета Чиба и других организациях. Уже к 1970 г. было издано 10 учебников по эргономике, хотя потребность в хорошем учебнике ощущается и по настоящее время. Для студентов тех­нических отделений университетов был введен курс по человеческим факторам в объеме 40—60 учебных часов. «В современном промышленном производстве,— отмечалось уже в 1964 г. в японской «Энциклопедии дизайна»,— потребность в эргономических исследованиях стала до такой степени необходимым и важным делом, что нельзя не признать, что в Японии эргономика превращается сейчас в своего рода фетиш».

Эргономика быстро развивается в ФРГ, Франции, Италии, Швеции и других промышленно развитых странах.

Противоречивость развития эргономики при капитализме проявляется в колоссальном ее всплеске в военном и аэрокосмическом промышленных комплексах при одновременной ограниченности ее развития в гражданской промышленности. Стремление подчинить развитие эргономики целям производственной политики капиталистического менеджемента является еще одним из проявлений указанного противоречия.

Все больший интерес проявляется к эргономическим исследованиям и особенно к использованию их результатов на практике в развивающихся странах. В Индии, например, предпринимаются усилия, направленные на создание единой эргономической службы в промышленности с максимальным учетом особенностей социально-экономического и культурного развития этой страны.

В 1961 г. создана Международная эргономическая ассоциация, согласно решению, принятому в 1959 г. на ежегодной конференции английского эргономического общества. В ассоциации представлены специалисты свыше тридцати стран, и в ее состав входят национальные и несколько международных ассоциаций. К числу последних относятся, например, Эргономическая ассоциация, объединяющая специалистов франкоязычных стран. В 1957 г. в

Международной организации по стандартизации создан специальный технический комитет № 159 «Эргономика», в состав которого ужевходят специалисты 37 стран. В Англии издается журнал «Ergonomics» (с 1957 г.), ставший официальным органом Международной эргономической ассоциации. В Англии издаются также международные журналы: «Applied Ergonomics» (с 1969 г.) и «Ergonomics Abstracts» (с 1969 г.).

Как самостоятельная научная дисциплина эргономика начала развиваться в социалистических странах в 50-е годы. Ее развитие было обусловлено прежде всего теми изменениями в трудовой деятельности, которые произошли благодаря реконструкции народного хозяйства социалистических стран на базе новой техники, механизации и автоматизации производства. Оно стимулируется задачей создания условий, благоприятствующих всестороннему развитию способностей и творческой активности трудящихся, которая стала настоятельной потребностью самого хозяйственного развития социалистических стран.

В 1963 г. в системе Министерства народного здравоохранения и социального обеспечения Народной Республики Болгарии были организованы первые лаборатории но физиологии и психологии труда и осуществлены некоторые мероприятия по эргономическому контролю над процессами производства. В 1966 г. был организован первый окружной совет эргономики и промышленной эстетики, а в последующие годы такие советы создаются во всех округах (основная административная единица) страны и на многих- промышленных предприятиях.

В 1967 г. при Научно-техническом союзе по машиностроению создается секция антропотехники, которая провела первый в стране симпозиум по эргономическим проблемам машиностроения. В 1970 г. организуется Национальный совет эргономики и промышленной эстетики, который руководит окружными советами по эргономике. По государственной линии руководство эргономики осуществляет Координационный совет эргономики Государствен­ного комитета науки и технического прогресса. В системе Болгарской Академии наук (БАН) организуется Координационный совет фундаментальных исследований в области эргономики при президиуме БАН. В Центре промышленной эстетики и художественного проектирования Государственного комитета по науке и техническому прогрессу функционирует одна из первых лабораторий эргономики, в Научно-исследовательском институте по экономике и организации машиностроения имеется секция по эргономике. Созданы лаборатории эргономики и в ряде других министерств. В 1976 г. организован специализированный Институт охраны труда и эргономики в системе Болгарских профессиональных союзов и Министерства народного здравоохранения. Проблемы эргономики разрабатываются в высших учебных заведениях (Высший медицинский институт в г. Пловдиве, Высший машино­электротехнический институт им. В. И. Ленина, Софийский университет и др.), в которых читаются курсы лекций по эргономике. Введена система повышения квалификации инженеров, экономистов и других специалистов в области эргономики и научной организации труда. Для этих целей в 1972 г. выпущено учебное пособие «Основы эргономики». В 1973 г. издан «Справочник по эргономике». Издается бюллетень «Эргономика».

Существенные успехи в развития эргономики, внедрении ее достижений в народное хозяйство и повышении квалификации в этой области специалистов самого различного профиля достигнуты в Польской Народной Республике. Этому в немалой степени способствует систематическое совершенствование организации указанных работ в масштабе страны. В 1964 г. была организована Эргономическая комиссия при Главной технической организации (НОТ) и Центральном Совете профессиональных союзов Польской Народной Республики. Несколько позже создан Польский Комитет по эргономике и охране труда при Центральном правлении Главной технической организации, который в 1970 г. был принят в члены Международной эргономической ассоциации. В 1972 г. учреждается Эргономическая комиссия Краковского отделения Польской Академии наук, а в 1974 г. организуется Комитет Эргономики при президиуме Польской Академии наук, который с 1978 г. издает специальный научный журнал «Эргономика». В 1977 г. организовано Польское эргономическое общество, являющееся наиболее представительной общественной организацией специалистов указанного профиля и смежных дисциплин и имеющее свои отделения в тринадцати воеводствах ПНР. Комитет эргономики при президиуме Польской Академии наук занимается выявлением потребностей народного хозяйства в эргономических исследованиях, координирует и стимулирует развитие эргономических исследований, анализирует состояние и намечает мероприятия по повышению квалификации в области эргономики. Комитет по эргономике и охране труда сосредоточивает свои усилия на решении вопросов практического использования достижений эргономики в различных сферах народного хозяйства.

Эргономические исследования проводятся в научно-исследовательских институтах, таких, как Институт технической эстетики, Центральный институт охраны труда, Институт обработки металлов резанием и др., а также в отдельных университетах, технических, медицинских, экономических, художественных вузах. Специалисты Центрального конструкторского бюро станкостроительной промышленности осуществили широкие эргономические обследования станочного парка страны.

В 1963 г. в ПНР издается коллективная монография «Эргономика. Проблемы приспособления условий труда к человеку», а в следующем году П. Красуцкий и Я. Рознер публикуют книгу «Справочное пособие по эргономике». В ряде университетов и Других высших учебных заведениях начинают читаться курсы лекций по эргономике, разрабатываются программы подготовки инженерно-технических работников в области эргономики. Определенным международным признанием достижений эргономикив ПНР является решение о проведении VII конгресса Международной эргономической ассоциации в этой стране в 1979 г.

Разработка эргономической проблематики и решение ее практических задач осуществляются во многих организациях Советского Союза (Институт психологии АН СССР, Институт общей и педагогической психологии АПН

СССР, Институт гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР. Центральный научно-исследовательский институт охраны труда ВЦСПС, Научно-исследова­тельский институт труда, Институт медико-биологических проблем, Центральный научно-исследовательский институт комплексной автоматизации, Институт кибернетики АН УССР, Ленинградский, Московский, Тартуский, Харьковский, Тбилисский, Ярославский университеты и др.).

В 1959 г. в Ленинградском университете им. А. А. Жданова была организована первая университетская лаборатория инженерной психологии, а в 1966 г. создана кафедра инженерной психологии и эргономики. Лаборатория явилась инициатором созыва первой ленинградской конференции по инженерной психологии в 1964 г. В 1962 г. во Всесоюзном научно­исследовательском институте технической эстетики создается первый в Советском Союзе отдел эргономики. В 1963 г. Научный совет АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика» совместно с Институтом психологии АПН РСФСР и Институтом автоматики и телемеханики АН СССР провели Всесоюзную конференцию, посвященную системам «человек— автомат». В 1963 г. вышла книга Б. Ф. Ломова «Человек и техника», а в 1964 г. под редакцией А. Н. Леонтьева, В. П. Зинченко и Д. Ю. Панова издана коллективная монография «Инженерная психология». Эти работы сыграли важную роль в систематизации и анализе накопленного инженерной психологией и эргономикой экспериментального материала. В настоящее время в Советском Союзе изданы руководства для инженерно-технических работников, а также учебные пособия по эргономике и инженерной психологии.

Координацию работ в области эргономики осуществляет Всесоюзный научно-исследовательский институт технической эстетики (ВНИИТЭ) в Москве, который имеет десять филиалов в столицах союзных республик и крупных городах Советского Союза. В каждом из филиалов имеется отдел или лаборатория эргономики, которые работают по единому плану и под методическим руководством головного отдела эргономики в Москве. Специализация отделов и лабораторий осуществляется в двух направлениях: проблемном и объектном.

Развитие эргономики в СССР характеризуется достаточно интенсивной разработкой теоретических и методологических проблем. Большое внимание уделяется разработке системного подхода в эргономике, который реализуется в теории и прикладных работах. В СССР ведутся исследования по всем основным направлениям эргономики. Большое количество исследований посвящается разработке эргономических проблем проектирования, создания и эксплуатации автоматизированных систем контроля и управления. Эргономисты принимают участие в изучении проблем взаимодействия человека с электронно­вычислительными машинами, в том числе в разработке языков диалога.

Все возрастающее значение приобретают эргономические исследования при решении научных и технических задач в области пилотируемых космических полетов. Много общего с космической эргономикой имеет и авиационная эргономика, которая интенсивно развивается в Советском Союзе. Большая роль эргономическим исследованиям отводится при проектировании и эксплуатации систем управления воздушным движением. Проблема учета чело­веческих факторов при проектировании судов в последние годы стала одной из важнейших проблем судостроения. На достаточно высоком профессиональном уровне выполняются эргономические работы для станкостроительной промышленности. Эргономические разработки осуществляются в радио- и электронной промышленности, на железнодорожном транспорте и автомобильной промышленности, в сельскохозяйственном машиностроении и угольной промышленности, в строительной индустрии и полиграфическом производстве и многих других отраслях промышленности.

С каждым годом увеличивается число специалистов в области эргономики, работающих непосредственно на промышленных предприятиях. Их усилия направлены прежде всего на модернизацию существующей техники и улучшение условий труда с тем, чтобы по возможности устранить или ослабить действие отрицательных явлений, которые на современном этапе развития отдельных отраслей производства обусловлены монотонным и малосодержа­тельным характером труда, а также трудом, связанным с использованием несовершенных автоматических устройств. В Советском Союзе разрабатываются и реализуются программы, цель которых — за счет широкого внедрения результатов эргономических исследований содействовать процессу совершенствования целых отраслей промышленности. Например, в министерствах тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения СССР созданы системы эргономических лабораторий и групп в головных НИИ, проектных организациях и на предприятиях, методическое руководство которыми осуществляет лаборатория эргономики Уральского филиала ВНИИТЭ. Уральский филиал ВНИИТЭ проводит экспертизу изделий отрасли, представленной на высшую категорию качества (государственный Знак качества), с целью определения их соответствия эргономическим, и эстетическим показателям, он принимает также участие в работе отраслевых аттестационных комиссий, проводящих раз в два года аттестацию» всех изделий отрасли; учет требований эргономики и технической эстетики становится неотъемлемой частью проектирования изделий отрасли (пассажирские и багажные вагоны, рудничные электровозы, буровые машины, угольные комбайны, вагоны метрополитена и др.). Уральский филиал ВНИИТЭ поддерживает тесные связи с Уральским заводом тяжелого машиностроения, с его службой НОТ и выполняет для завода эргономические исследования, ре­зультаты которых используются при проектировании и создании новой техники.

Всесоюзное объединение «Союзэлектроприбор» Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления СССР совместно с ВНИИТЭ и его филиалами выполняет комплексную художественно­конструкторскую и эргономическую программу, основная цель которой — создание оптимальных условий для качественной работы человека в процессе производства и всестороннее удовлетворение требований потребителя, для кото - рого предназначена производимая продукция. Вся продукция объединения, номенклатура которой составляет 1200 наименований электроизмерительных приборов, приводится в соответствие с требованиями эргономики и художественного конструирования. Осуществляется также разработка эргономических и художественно-конструкторских проектов типовых рабочих мест для заводов объединения с целью улучшения условий труда и повышения его производительности.

Объем эргономических исследований, выполняемых по хозяйственным договорам с промышленными предприятиями и ведомствами, вырос в Советском Союзе за последние годы в несколько раз. При этом потребность в такого рода исследованиях удовлетворяется далеко не полностью.

Одним из важнейших направлений внедрения достижений эргономики в народное хозяйство является стандартизация эргономических норм требований, а также учет этих требований при аттестации качества промышленной продукции. В СССР введены в действие несколько десятков стандартов и продолжают разрабатываться нормативно-технические документы на эргономические требования к промышленным изделиям, рабочим местам систем управления и другим объектам. Требования эргономики включаются в нормативные материалы по научной организации труда и в стандарты безопасности труда. Учет человеческого фактора стал неотъемлемой частью процесса художественного проектирования промышленных изделий. В классификацию технико-экономических свойств изделий включается новый показатель, отражающий соответствие изделий требованиям эргономики. Экспертиза эргономических свойств привлекает к себе все большее внимание как важный аспект независимой, вневедомственной экспертизы, которая призвана исключить создание машин, приборов, технологических процессов, не отвечающих самым высоким современным требованиям. На очереди — задача создания эргономических паспортов различных видов промышленной продукции. Каждое изделие наряду с техническим паспортом должно иметь и эргономический паспорт, в котором найдут отражение гигиенические, антропометрические, физиологические и психологические показатели изделия. Возрастающая заинтересованность промышленных: п проектных организаций в эргономических исследованиях в значительной мере стимулируется расширением выпуска изделий для экспорта.

Эргономика быстро развивается в Венгрии, ГДР, Румынии, Чехословакии, Югославии и других социалистических странах. В 1972 г. в Москве была проведена I Международная конференция ученых и специалистов стран — членов СЭВ по вопросам эргономики. Конференция продемонстрировала, что в социалистических странах достигнуты определенные результаты в развитии эргономики как комплексной дисциплины. В ряде социалистических стран были созданы организации, определяющие общее направление исследований и координирующие работы по эргономике.

В 1975 г. в г. Бургасе (НРБ) состоялась II Международная конференция ученых и специалистов стран — членов СЭВ по вопросам эргономики. Основной целью конференции был обмен мнениями между специалистами социалистических стран по вопросам научных исследований в области эргономики и практического внедрения принципов эргономики в сферу производства.

Признавая большое значение для народного хозяйства социадиетических стран исследований в области эргономики, Комитет по научно-техническому сотрудничеству Совета Экономической Взаимопомощи включил проблему «Разработка научных основ эргономических норм и требований» в основные направления, по которым осуществляется многостороннее сотрудничество стран

* членов СЭВ. Компетентными органами этих стран в 1974 г. подписано соглашение о научно-техническом сотрудничестве по данной проблеме. Разработана и одобрена программа этого сотрудничества на 1976—1980 гг.; в ее выполнении принимают участие свыше 60 научно-исследовательских и проектных организаций.

В условиях, когда дифференциация различных направлений эргономических исследований и использования их результатов на практике достигла высокого уровня, а материальные затраты на научные исследования значительно возросли, принципиально новые возможности для развития эргономики открываются при концентрации усилий исследовательских и проектных организаций стран — членов СЭВ на решении определенного круга вопросов, при осуществлении оптимальной специализации и координации научных исследований.

Программа научно-технического сотрудничества предусматривает проведение работ по девяти важнейшим направлениям эргономики. Эта программа составлена таким образом, чтобы в максимальной степени использовать возможности каждой из наук о трудовой деятельности и всего комплекса этих наук в решении важнейших народнохозяйственных задач. Разрабатываются научно-технические прогнозы по основным направлениям эргономических исследований. Большое место в программе отведено методологическим проблемам, связанным с синтезом различных аспектов исследования человеко-машинных систем, построением концептуальных схем деятельности, разработкой эргономических классификаций трудовой деятельности и человеко-машиных систем. Одной из важнейших является проблема определения эргономических критериев оптимизации систем «человек

* машина — среда». Имеется в виду разработка психологических, физиологи­ческих, гигиенических, технико-эстетических и интегральных критериев, которые необходимы для проектирования, создания и эксплуатации машин, технических систем, промышленных изделий и производственной среды. Большое внимание в программе уделено изучению эргономических проблем проектирования, созданию и эксплуатации автоматизированных систем управления. Проводится, например, цикл исследований, имеющий целью определение эргономических требований к техническим средствам пред­ставления информации человеку-оператору, включая средства, обеспечивающие общение человека с ЭВМ. Особо выделены в программе эргономические исследования, связанные с проектированием рабочих мест и условий трудовой деятельности для лиц с пониженной трудоспособностью.

В целях повышения эффективности исследований и обеспечения сопоставимости их результатов разрабатывается единый комплекс методов и аппаратуры для эргономических исследований в лабораторных и производственных условиях, включая использование ЭВМ на линии эксперимента, а также осуществляется унификация перечня эргономических показателей. Совместно с экономистами, социологами и другими специалистами проводятся исследования проблем социально-экономической эффективности внедрения достижений эргономики в народное хозяйство.

Названные исследования призваны подвести солидную научную базу под весь комплекс работ, связанных с подготовкой стандартов и других нормативно­технических документов, которые также предусмотрены в указанной программе. На основе результатов исследований намечается подготовить два фундаментальных руководства: одно — по учету человеческих факторов при проектировании, создании и эксплуатации машин, систем и промышленных изделий, а другое—по методам научных исследований для специалистов в области эргономики.

Подписание компетентными органами стран — членов СЭВ Соглашения о научно-техническом сотрудничестве по проблеме «Разработка научных основ эргономических норм и требований» и работы по его осуществлению, отмечалось в Рекомендациях II Международной конференции ученых и специалистов стран — членов СЭВ по вопросам эргономики, знаменуют начало качественно нового этапа в развитии эргономики и использовании ее достижений на практике в социалистических странах. На III Международной конференции стран — членов СЭВ по эргономике (Будапешт, 1978) отмечалось, что научно-техническое сотрудничество позволяет странам — членам СЭВ с меньшими затратами сил и средств и в более короткие сроки решать важные научно-технические проблемы эргономики и использовать полученные резуль­таты в различных сферах народного хозяйства. Ускоренное развитие эргономики позволило получить существенные исследовательские и прикладные результаты, многие из которых имеют важное народнохозяйственное значение. Планомерное и целенаправленное развитие эргономики в масштабах отдельных социалистических государств и социалистического содружества в целом — яркое свидетельство того, что социализм открывает возможности наиболее полного использования достижений эргономики в интересах человека и общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. М а р к с К. и Э н г е л ь с Ф. Соч., т. 47.
2. Ленин В. И. Поли. собр. соч., Изд. 5-е, т. 36.
3. Б е р к о в и ч Д. М. Формирование науки управления производством. М.,

«Наука», 1973.

1. Бернштейн Н. А. Современная биомеханика и вопросы охраны труда.—

«Гигиена, безопасность и патология труда», 1930, № 2.

1. Б е х т е р е в В. М. Рациональное использование человеческой энергии в труде.— В кн.: Труды Первой Всероссийской инициативной конференции по научной организации труда и производства, вып. 1. М., 1921.
2. Б е х т е р е в В. М. Что дала инициативная конференция по научной орга­низации труда.— В кн.: Вопросы изучения труда. Птг., Госиздат, 1922.
3. Выготский Л. С. Проблемы высших интеллектуальных функций в системе психотехнического исследования.— «Психотехника и психофизиология

труда», 1930, № 5.

1. Гастев А. К. Как надо работать. М., «Экономика», 1972.
2. Гвишиани Д. М. Организация и управление. Изд. 2-е, доп. М., 1972.
3. Геллер штейн С. Г. Проблемы психотехники на пороге второй пятилетки.— «Советская психотехника», 1932, № 1—2.
4. Геллерштейн С. Г. Психология труда.— В сб.: Научные основы обучения школьников труду. М., «Педагогика», 1970.
5. Гилбрет Ф. Изучение движений. М.— Л., «Техника управления», 1930.
6. Гуревич К. М. Профессиональная пригодность и основные свойства нервной системы. М., «Наука»,

1970.

1. Д о б р от в о р с к и й. Н. М. Летный труд. М., 1930.
2. Ершов С. А. Развитие форм и методов капиталистической эксплуатации.

М., «Наука», 1974.

1. Зинченко В. П., Мунипов В. М. Эргономика и проблемы комплексного подхода к изучению трудовой деятельности.— «Труды ВНИИТЭ. Эргономика», 1976, № 10.
2. Исаков В. В., Халтурина Ю. Н. Изучение производительности и утомляемости при переходе на ткацких фабриках с 2-х на 3 станка. Иваново-Вознесенск, «Основа», 1928.
3. Каплун СВ. Реорганизация Института охраны труда как реализация итогов дискуссий на фронтах гигиены и физиологии труда.— «Гигиена, безопасность и патология труда», 1931, № 12.
4. Климов Е. А. Индивидуальный стиль деятельности. Казань, 1969.
5. Кутта ф. Человек. Труд. Техника. Пер. с чешского. М., «Прогресс», 1970.
6. Леонтьев А. Н. Насущные задачи психологической науки.— «Коммунист», 1968, № 2.22. Мунипов В. М. Из истории эргономики в СССР.—«Техническая эстети-кэ». 1965, № 6.
7. Мунипов В. М. Почему эргономика? (К вопросу о формировании эрго. комического направления исследований).—«Техническая эстетика», 1968

J\2 /-О.

1. Мунипов В. М. Проблемы изучения истории взаимодействия психологии труда со смежными науками.—В кн.: Методология историко-психологиче-ского исследования. М., Изд-во АПН СССР, 1974.
2. Мунипов В. М. Формирование конценпции эргономики в 20—30-е годы — «1ехническая эстетика», 1975, № 6.
3. Мясище в В. Н. Принципы организации научного изучения труда.— В кн.: Труды Первой Всероссийской инициативной конференции по научной организации труда и производства, вып. V. М., 1921.
4. Петров-В одкин К. Хлыновск. Пространство Эвклида. Самаркандия Л., «Искусство», 1970.
5. Петровский А.В. История советской психологии. М., «Просвещение», 1967.
6. Резолюция Всесоюзной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения В. М. Бехтерева,— В кн.: В. М. Бехтерев и современные проблемы строения и функций мозга в норме и паталогии. Л., «Медгиз», 1959
7. С м и р н о в а Г. Е. Критика буржуазной философии техники. Л.', Лениз-дат, 1976.
8. «Советская психотехника», 1933, № 2.
9. Ст р о г а н о в В. Очередные задачи организации научно-исследовательской работы по вопросам охраны труда.—«Гигиена труда и техника безопасности», 1934, X? 1.
10. Тейлор Ф. У. Научная организация труда. М., 1925.
11. Трудовой метод изучения профессий. Под ред. И. Н. Шпильрейна. М., изд. НКРКИ СССР. 1925
12. Труды Первой Всероссийской инициативной конференции по научной организации труда и производства, вып. V. М„ 1921.
13. У в а р о в а Л. И. Научный прогресс и разработка технических средств М «Наука», 1973.
14. Ухтомский А. А. XV Международный конгресс физиологов. М.—Л.,
15. Шпильрейн И.Н. Положение и задачи психотехники на Западе и в РСФСР. - «Вестник сациалистической академии». - Пг., 1923, № 3. РСФСР.—«Вестник социалистической академии». М.—Пг., 1923, № 3
16. Эпштейн С. Индустриальная социология в США. М Изд-во политической литературы, 1972.
17. Эргономика. Проблемы приспособлений условий труда к человеку Сбооник Пер. с польск. М., «Мир»,

1971.

1. Яр ош ев ский М. Г. Психофизиология труда и принцип деятельности в советской психологии.— «Вопросы психологии», 1977, № 6
2. Chris tensen J. M. Ergonomics: Where Have We Been and Where Are We Going: II. — «Ergonomics», 1976, vol. 19, N 3, p. 287—288 289—290
3. Ed holm O, G. and Murrell K. F. H. History of the Ergonomics Research Society. — «Ergonomics», Cumulative Index, vol. 1—10, 1957—1967
4. Kotarbinski T. Mlode nauki ergologiczne. — «Przeglad Kulturalny», 1961,
5. Murrell K. F. H. Ergonomics. London, 1965, p. XIII.
6. Murrell K. F. H. Why ergonomics. — «Occupational psychology», 1967 vol. 41, p. 3.
7. P о u 11 о n E. C. Engineering psychology. — «Annual Review of Psvchology» 1966, vol. 17, p. 178.
8. Welford A. T. Ergonomics: Where Have We Been and Where Are We Going:— «Ergonomics», 1976, vol. 19, N 3, p. 275—276.
9. Принципы и методы эргономики

Разработка методологии комплексного изучения человека в конкретных условиях его деятельности с использованием машин (технических средств), и в том числе методологии эргономики, осуществляется на основе философии диалектического материализма, отвечающей духу, тенденциям развития современного научного познания. Соответственно трем уровням методологического анализа, выделяемым в философской литературе [77], в эргономике можно различить три типа методологических средств:

1. методологические средства мировоззренческого характера;
2. общенаучные методологические средства;
3. специально-научные.

§1. Методологические средства эргономики

Под методологическим средством понимается то или иное знание, но взятое в особой роли или функции — функции принципа, метода, приема, способа для получения нового знания. В исследовательской практике методологические средства выступают не в своей «чистой» форме, а органически слиты, включены в соответствующие эргономические представления. Методологические средства эргономики можно рассматривать по аналогии с тем, что в психологии определяют как общие принципы изучения психических явлений, тем более, что они, и прежде всего принцип единства сознания и деятельности, принятые в советской психологии, входят в методологический арсенал эргономики. В эргономическом знании удельный вес мировоззренческого компонента в силу не-посредственной ориентации на человека и производственно-практической направленности эргономических исследований весьма велик (даже если этот компонент в том или ином конкретном случае и не подчеркивается). В конечном счете любое изменение процесса труда, условий, орудий и продуктов трудовой деятельности имеет определенные социально-экономические цели, в сов­ременном обществе всегда служит определенным классовым интересам, различным для социалистического и капиталистического способов производства.

Наиболее полное отражение мировоззренческий компонент эргономики находит в разделе о целях этой дисциплины, в исследованиях по истории становления предмета эргономики и в понимании ею центральной категории — категории предметной деятельности.

Выше уже отмечалось, что общая цель эргономики формулируется как единство трех аспектов исследования и проектирования: повышения эффективности деятельности и соответственно функционирования человеко­машинных систем, охраны здоровья и развития личности людей, участвующих в трудовом процессе. Данное представление базируется на марксистско-ленин­ском понимании роли труда в развитом социалистическом обществе, в условиях, когда происходит превращение труда из средства поддержания жизни в первейшую необходимость, в основное условие развития способностей и творческих сил человека.

Принятие тезиса о триедином характере общей цели эргономики позволяет избежать как деляческого практицизма, так и отрыва эргономических исследований от конкретных задач развития социалистического производства. Тем самым задается единство эргономических исследований, их системный характер. Конечно, в конкретном исследовании тот или иной аспект может превалировать — это допустимо и практически неизбежно. Однако общая единая цель реализуется через совокупность и взаимодополняемость указанных аспектов.

Следующим принципиальным теоретическим положением эргономики, органически связанным с только что рассмотренным и выполняющим не менее важную мировоззренческую функцию, является указание на то, что отношение «человек — машина» есть в первую очередь отношение «субъект труда — орудие труда». Не человек рассматривается как простое звено, включенное в техническую систему, а машина — как средство, включенное в деятельность человека [42].

Актуальное значение для эргономики как дисциплины, направленной на изучение и проектирование трудовой деятельности, имеет анализ категории предметной деятельности, выделение концептуальных схем, в которых эта категория используется и исследуется различными научными дисциплинами, и прежде всего психологией [39]. Указанные концептуальные схемы, определяя собой эргономический аспект представлений о деятельности, выполняют методологическую функцию по отношению к конкретным эргономическим исследованиям. Эта функция состоит в формулировании общих мировоззренческих установок, реализующихся через методологические средства эргономики как общенаучного, так и специально-научного типа. Следует отметить общемировоззренческий характер теоретических положений эргономики, связанных с изучением становления предмета этой научной дисциплины. К ним прежде всего относятся положения о том, что возникнове - ние эргономики обусловлено коренными изменениями в. самом процессе труда, связанными с происходящей научно-технической революцией, а также положение о трех этапах в определении характера связи человеческого и машинного компонентов при решении соответствующих научных и производственных задач [3].

На первом этапе эта связь понималась как приспособление человека к машине, на втором — машины к человеку (его психологическим, физиологическим, антропометрическим и т. д. характеристикам). Наконец, для третьего этапа характерна более широкая трактовка «человеческого фактора» как фактора, формирующего (образующего) саму систему «человек — машина». Выделение соответствующих этапов и определение специфики последнего также служат обоснованию общих целей эргономики, которые расшифровываются в представлениях о ее предмете. Происходит детализация схемы изучения — от краткого указания на два компонента «человек — машина» к развернутому «человек — группа людей — машина — предмет труда

— производственная среда». Важны не только детализация и расширение числа компонентов СЧМ, попадающих в сферу исследования эргономики. Важно также начало преодоления адаптационно-гомеостатического подхода к проблеме взаимодействия человека и машины в двух его вариантах: механоцентрическом и антропоцентрическом.

Методологическое содержание тех теоретических положений эргономики, которые сформировались в процессе переработки применительно к ее предмету общенаучных представлений, состоит как в особом типе видения объектов изучения и проектирования, так и в совместном задании объекта и средств его изучения, т. е. в построении системной стратегии эргономического исследо - вания. Под «общенаучными» имеются в виду понятия и концепции, которые не связаны жестким образом с той или иной областью научного познания, но вместе с тем не обладают и статусом философских категорий.

Идеи системного подхода в широком смысле — как одной из ведущих современных общенаучных ориентации — определяют многие исходные установки и теоретические положения эргономики. В их числе: стремление к целостному рассмотрению человеко-машинных систем, системно-динамический взгляд на их структуру, включение деятельности человека в предмет научного рассмотрения, тенденция к научному синтезу различных аспектов исследования, стремление выявить возможные последствия дея-тельности человека. Так, например, характерная для эргономики трактовка сложной и целостной природы человеко-машинных систем включает новый для техники аспект — влияние человеческого фактора. Поэтому в эргономике явно выражена тенденция к использованию системных методов, т. е. определенный поворот к системной ориентации [41, 42, 55].

Использование принципов системного подхода позволяет по-новому ставить многие исследовательские задачи. Особенно хорошо это видно на примере того, как изменяется направленность исследования человеческого действия. Если для первых исследований трудовой деятельности было характерно ее понимание как процесса и основными задачами оказывались задачи выделения и фиксации этапов этого процесса, то в рамках системной ориентации схема процесса уже не является исходной и основной. В центре внимания теперь структура деятельности (т. е. ее строение), а это предполагает уже иное понимание самого действия как многокомпонентного образования, каждое из составляющих которого обладает своими функциями в едином действии (т. е. в действии, понятом как система). Это с необходимостью требует рассмотрения различных систем действия, выделения их уровней и т. д. [3]. Как мы видим, при изложении существа переориентации, происшедшей в эргономике, фактически приходится оперировать всей основной «парадигмой» системного представления объектов (понятиями структуры, элемента, функций, уровней и т. п.).

К содержательным положениям эргономики, характеризующим использование ею общенаучных представлений, относится и то, что условно можно назвать «организмическим» представлением деятельности, ее уподоблением функциональному органу. Впервые такое понимание было развито Н. А. Бернштейном применительно к двигательному акту [10].

Методологическое значение имеет также ряд теоретических положений, разработанных либо непосредственно в эргономике, либо в смежных с ней научных дисциплинах и органически вошедших в ее состав. К ним относятся: различение коррективной и проективной эргономики, раскрытие содержания понятия человеческого фактора в технике; постановка проблемы комплексного изучения и проектирования внешних средств и способов деятельности; гипотеза иерархической организации деятельности оператора с выделением системного и операционко-психологических уровней; спецификация общепсяхологических схем деятельности с введением в качестве особых элементов функциональных блоков; разработка методов микроструктурного и микрогенетического анализов; гипотеза оперативного образа; концепция «включения»; структурно­эвристический подход к исследованию информационных процессов, включая процедуры принятия решения; математическая теория построения функциональных структур систем «человек — машина» и ряд других положений «системно-технической» эргономики.

§2. Общая характеристика эргономических исследований и их методов

Методологической базой эргономики является системный подход. На его основе возможно использование в эргономическом исследовании методов различных наук, на стыке которых возникают и решаются качественно новые проблемы изучения систем «человек — машина». При этом происходит определенная трансформация используемых методов, приводящая к созданию новых методических приемов исследования.

В эргономике используются методы исследования, сложившиеся в социологии, психологии, физиологии и гигиене труда, функциональной анатомии, кибернетике, системотехнике и др. При этом главной проблемой являются координация различных методических приемов при решении той или иной эргономической задачи и синтез полученных с их помощью результатов.

Эргономический подход к изучению и оптимизации деятельности имеет свою специфику. В методическом отношении это выражается в следующих принципиальных положениях. Во-первых, направленность эргономики на проектирование деятельности и ее компонентов требует применения не только экспериментальных, но и априорных проектировочных методов. Во-вторых, использование в эргономике обобщенных показателей активности, напря­женности и комфортности деятельности предполагает применение процедур получения интегральных критериев на основе системы частных показателей. В- третьих, эргономическое исследование или оценка должны быть всегда системными, что осуществимо лишь при одновременном использовании различных методов, отражающих взаимосвязи между компонентами и основными свойствами системы «человек — машина».

Из перечисленных методических особенностей вытекает определенная стратегия выбора методов для решения конкретных эргономических задач.

Методы исследования в эргономике условно могут быть разделены на две группы: аналитические (или описательные) и экспериментальные. В большинстве исследований они тесно переплетены между собой и применяются одновременно, дополняя и обогащая друг друга.

Практически любая эргономическая проблема возникает в результате переформулировки реальных задач. Поэтому каждая встающая перед эргономикой практическая задача подлежит, в первую очередь, анализу с точки зрения выявления специфики влияния человеческого фактора в заданных условиях. Умение квалифицированно анализировать производственную деятельность (производительность труда, передовой опыт, условия труда, брак, текучесть кадров, характерные ошибочные действия работающих людей, травматизм и др.) является непременным условием профессиональной деятельности специалиста в области эргономики. Любое эргономическое исследование должно начинаться с анализа деятельности человека и функционирования системы «человек— машина». Его целью является определение места человека в решении задач, для которых предназначена изучаемая система, общая психофизиологическая характеристика деятельности человека в ней, выявление структуры человеческих факторов, влияющих на эффективность работы системы в целом и ее частей.

В зависимости от конкретной задачи цель такого анализа может быть различной. Если предстоит проводить экспериментальные исследования, то анализ нужен главным образом для выбора адекватной модели деятельности или отдельных типовых действий, а также для определения конкретных задач эксперимента. Если требуется провести экспертизу системы «человек— машина», то целью анализа будет выявление тех компонентов системы, по которым должна производиться эргономическая оценка. При разработке критериев и методов профессионального отбора анализ будет направлен на выявление свойств личности, существенно влияющих на качество выполнения деятельности.

Усовершенствование конструкции машины (технического средства) с целью наиболее полного учета в ней возможностей и особенностей работающего человека предполагает, во-первых, точное знание причин неудовлетворенности существующей конструкцией с точки зрения эргономики, во-вторых, ясное представление о том, в каком направлении следует ее модифицировать. Ответы на эти вопросы можно получить, если в ходе предварительного анализа деятельности вскрыты недостатки в организации взаимодействия человека и машины и определены требования, которые данный вид деятельности предъявляет к реализующим ее техническим средствам и психофизиологическим свойствам человека. В идеальном случае результатом аналитического этапа должно явиться решение принципиальных эргономических вопросов усовершенствования существующего и проектирования нового технического средства.

На аналитическом этапе эргономического исследования оказываются полезными многие современные методы проектного анализа, которые удачно обобщены английским ученым Дж. К. Джонсом [26]. Большинство из них являются результатом «спонтанного» — выполненного инженерами или руководителями работ — психологического анализа деятельности наиболее талантливых проектировщиков и целых коллективов, добившихся выдающихся успехов в создании современных технических средств.

Предварительный функционально-структурный анализ деятельности служит обоснованию цели, которой будут посвящены последующие эргономические исследования. Ссылка на общепринятое мнение о значимости определенной проблемы нередко приводит к постановке ложных целей, не оправданных действительным положением вещей. Переход к экспериментальному уровню анализа плодотворен лишь тогда, когда почва для эксперимента подготовлена детальным описанием всей совокупности факторов, имеющих прямое или косвенное отношение к исследуемой эргономической проблеме.

Постановка эксперимента предполагает проверку истинности выдвинутой гипотезы или системы гипотез, которые в эргономике в каждом отдельном случае отражают определенные представления о характере связи и взаимодействий некоторой группы факторов. Выдвижение и обоснование гипотез должно осуществляться в ходе предварительного анализа проблемы.

Решение поставленных в ходе предварительного анализа задач осуществляется в ходе экспериментального исследования. Многообразны типы экспериментальных ситуаций и конкретных методических приемов, используемых в эргономической практике. Конкретное содержание некоторых из них будет подробно рассмотрено ниже. Следует подчеркнуть, что эксперимент в эргономике обладает рядом черт, существенно отличающих его от проведения исследования на аналитическом уровне и от традиционного лабо - раторного эксперимента.

Прежде всего использование экспериментального метода направлено на выявление таких особенностей организации взаимодействия человека с техническими средствами, которые не обнаруживаются непосредственно в процессе анализа. В обычных производственных условиях к человеку зачастую предъявляются достаточно низкие требования, и имеющиеся недостатки технического устройства легко компенсируются им. В этой связи важным методическим приемом является усложнение деятельности (постановка дополнительных задач, моделирование аварийной ситуации и др.) как эффективный способ выявления преимуществ одного среди нескольких вариантов технического средства в сравнительных исследованиях [27]. Выполнение вторичной (или дополнительной) задачи одновременно с выполнением основной деятельности, подлежащей оценке, используется для регистрации резервного времени, под которым понимается избыточное время (сверх минимально необходимого), которым может располагать человек- оператор для предотвращения отклонения регулируемого параметра за допустимые пределы [45]. В свою очередь, величина резервного времени, меняющаяся в зависимости от уровня мобилизации человека-оператора, служит одним из прогностических показателей, на основании которого предсказывается, при какой степени усложнения деятельности надежность работы человека- оператора резко упадет [66].

При организации экспериментальных эргономических исследований необходимо учитывать, что на результаты деятельности испытуемых оказывает влияние присутствие экспериментатора, его установка и ожидания. Не случайно проблема «экологической валидности» лабораторных исследований (возможность проецирования лабораторных результатов в ситуации «реальной жизни»), первоначально поставленная в области социально-психологических исследований, стала предметом пристального внимания и в эргономике.

Невозможность прямого перенесения данных, полученных в лабораторных условиях, на реальные ситуации связана главным образом с тем, что в первом случае испытуемые действуют под влиянием специфических мотивов, которые теряют свою силу едва испытуемый покидает стены лаборатории. Так, например, человек соглашается участвовать в эксперименте, надеясь получить квалифицированную оценку своих способностей, а этот мотив может не иметь значения в его профессиональной деятельности. Другими мотивами, которые побуждают и регулируют деятельность испытуемых в лабораторном эксперименте, могут быть стремление помочь науке или просто получить вознаграждение. Конечно, эти мотивы не специфичны исключительно ситуациям лабораторного исследования, но нельзя упускать из виду то обстоятельство, что схожая по своей операционной структуре деятельность в условиях лабораторий и в ситуациях «реальной жизни» может определяться различными мотивами. Поскольку характер мотивации является определяющим в регуляции деятельности, генерализация результатов лабораторных исследований без учета специфики мотивационного фактора сплошь и рядом приводит к недоразумению. Так, например, введение оценочной обратной связи без подкрепления материальными стимулами не дало ожидаемого эффекта в условиях промышленного производства (по программе «Пульсар», реализованной на одном из львовских заводов), хотя в лабораторных исследованиях было показано значимое влияние этого фактора на эффективность деятельности. По-видимому, оценочная обратная связь оказывала регулирующее воздействие на протекание деятельности испытуемых в лабораторной ситуации в том случае, когда она была обеспечена достаточно сильным мотивационным фоном, формируемым в эксперименте. Сама по себе оценочная обратная связь без соответствующей мотивации не оказывает сколь- нибудь заметного воздействия. Перенос результатов подобных экспериментов на реальные производственные ситуации возможен только после соответствующей тщательной интерпретации полученных данных, включающей и учет специфики мотивации испытуемых.

Ограничения, которые накладывают лабораторные условия, определяют все возрастающий интерес исследователей к проведению экспериментов непосредственно в производственных условиях. Однако и эти эксперименты не свободны от недостатков. Часть из них связана с действием социально­психологических факторов. Поскольку логика экспериментального анализа требует сравнения выполнения задания в условиях действия независимой переменной (гипотетической причины ожидаемого эффекта) и ее отсутствия, то в экспериментальных исследованиях используют, как правило, экспериментальную и контрольную группы испытуемых. В производственных условиях изоляция одной группы людей от другой затруднена. В результате этого контрольная группа может вступать в соревнование с эксперименатальной, и как следствие этого маскируется влияние исследуемого фактора (подобные явления наблюдались в известных хоуторнских экспериментах). Может сложиться другая ситуация — деятельность контрольной группы может ухудшиться в связи с тем, что ее члены будут чувствовать себя ущемленными отсутствием тех нововведений (как правило, привлекательных), которые изменяют условия труда экспериментальной группы. Знание о существовании таких факторов, как соревнование или деморализация контрольной группы, помогает избежать поспешных выводов на основании поверхностного сравнения результатов контрольной и экспериментальной групп.

Все сказанное выше говорит об опасности недооценки роли взаимодействия исследователя с изучаемым объектом и о необходимости проработки социально­психологического обеспечения исследований трудовой деятельности.

До настоящего времени четкая классификация методов исследования в эргономике отсутствует. Сложность разработки такой классификации связана с тем, что она должна охватить все сферы исследований эргономики, которые еще окончательно не оформились и продолжают достаточно быстро расширяться. Проблема классификации методов в эргономике аналогична той, с которой столкнулся Б. Г. Ананьев, предпринявший попытку создания ориентировочной классификации методов исследования современного человекознания [4].

Определенная модификация указанной классификации приемлема и для эргономики.

Входящие в первую группу методы условно называют организационными. К ним, прежде всего, относится система методологических средств, обеспечивающих комплексный подход к исследованию. Комплексный подход реализуется на протяжении всего междисциплинарного исследования, а его эффективность определяется по конечным результатам такового. Методическая основа комплексных исследований лишь начинает разрабатываться. Характер­ной чертой междисциплинарных исследований является не синтез результатов, полученных на основе независимых исследований, а организация такого исследования, в ходе которого синтезируются представления различных дисциплин [2]. «Программа комплексного междисциплинарного исследования определяется общностью изучаемого объекта и разделением функций между отдельными дисциплинами, периодическим сопоставлением данных и их обоб - щением, главным образом касающихся связей и взаимосвязей между явлениями разного рода...» [4, с. 302].

Несмотря на неразработанность конкретных путей решения этих задач сама их постановка оказывает позитивное воздействиена конкретные эргономические исследования, заостряя внимание эргономистов на вопросах разработки адекватной стратегии проведения исследований и средств ее реализации.

Вторую группу методов составляют существующие эмпирические способы получения научных данных. К этой группе относятся наблюдение и самонаблюдение; экспериментальные методы (лабораторный, производственный, «формирующий» эксперимент), диагностические методики (различного рода тесты, анкеты современных типов, социометрия, интервью и беседы); приемы анализа процессов и продуктов деятельности (хронометрия, циклография, профессиографическое описание, трудовой метод, оценка изделий и т. д.); моделирование (предметное, математическое, кибернетическое и т. д.).

Третью группу методов составляют приемы обработки данных. К этим методам относятся различные способы количественного и качественного описания данных.

Наконец, в четвертую группу методов входят различные способы интерпретации полученных данных в контексте целостного описания деятельности человеко-машинных систем.

Наиболее обширной и разработанной является вторая группа методов, внутри которой в зависимости от целей и характера исследований можно выделить целый ряд конкретных методических процедур.

В эргономике применяются экспериментальные методы изучения динамики различных физиологических функций [22]. Характерной чертой является широкое использование электрофизиологических методик: 1)

электроэнцефалография (ЭЭГ)—запись электрической активности мозга, которая позволяет получить ряд характеристик деятельности нейронных ансамблей головного мозга в естественных условиях; электромиография (ЭМГ)— запись потенциала действия мышц, которая является чувствительным показателем включения в динамическую связь или статическую работу определенных мышечных групп и играет важную роль при оценке состояния мышечного тонуса (незаменима при исследовании позы и рабочих движений); регистрация кожно-гальванической реакции (КХР)—изменение разности потенциалов кожи, которое является весьма чувствительным показателем эмоционального состояния человека; электрокардиография (ЭКГ) —запись электрической активности сердца — является надежным индикатором состояния сердечно-сосудистой системы; электроокулография (ЭОГ) —запись потенциала, возникающего при повороте глазного яблока, использующаяся как объективный показатель перемещения взора человека при рассматривания какого-либо объекта. Регистрация биоэлектрических процессов позволяет определять и количественно характеризовать малодоступные для непосредственного наблюдения функциональные сдвиги в организме человека, происходящие под воздействием самых разнообразных изменений окружающей среды.

Метод комплексной регистрации психофизиологических функций, который называют еще полиэффекторным методом, используется в эргономике для изучения различных по содержанию и сложности видов человеческой деятельности. Большое распространение этот метод получил при изучении функциональных состояний человека. Ценность данного метода состоит в возможности одновременной регистрации многих психофизиологических пара­метров, позволяющий дать целостное представление о работе основных функциональных систем организма.

В эргономических исследованиях находят применение методы биомеханики: ускоренная киносъемка, циклография, кино-циклография, электрическая тензометрия — изменение электрических свойств датчиков, наложенных на деформируемые человеком части технических средств, электрическая регистрация механических величин с помощью датчиков угловых перемещений, опорных динамографов и др. [9, 28]. С их помощью дается характеристика двигательной активности человека с точки зрения эффективности работы различных звеньев опорно-мышечного аппарата.

С целью изучения условий, в которых протекает производственная деятельность человека, в эргономике широко используются методы описания микроклиматических условий — температурного режима, влажности и т. д., методы измерения и оценки интенсивности облучения в диапазоне радиочастот, методы измерения уровня шума и определения его частотного состава, методы измерения и оценки вибрации, методы определения содержания пыли в воздухе, методы определения токсических веществ в воздухе, методы световых измерений и другие методы гигиены труда [65].

Для решения различных эргономических задач используется техника антропометрических исследований [30]. Широкое применение находит соматография — технико-антропологический анализ положения тела и изменения рабочей позы человека, соотношения размеров человека и машины. Результаты этого анализа обычно представляются в графической форме. Соматография позволяет рассчитывать зоны легкой и оптимальной досягаемости, находить оптимальные способы организации рабочего места с учетом пропорциональных отношений между элементами оборудования и че­ловеком.

Сущность операционно-структурного описания трудовой деятельности, часто называемого алгоритмическим анализом, состоит в разложении трудовой деятельности на качественно различные составляющие, определении их логической связи между собой, порядка следования друг за другом и вычислении ряда показателей, имеющих определенный психофизиологический смысл [33]. Важное значение в эргономике имеют методы системно-структур­ного анализа деятельности, в частности специальные методы функционально­структурного и микроструктурного анализа [38, 39]. В методический арсенал эргономики входят многие психофизиологические методики: измерение времени реакции, существующие во многих вариантах (простой сенсорной и моторной реакции, реакции выбора, реакции на движущийся объект и т. д.); психофизические методики (определение порогов и динамики чувствительности в различных модальностях); психометрические методы исследования перцептивных, мнемических, когнитивных процессов и личностных характеристик.

Используемые в эргономике социометрические методы исследования межличностных отношений позволяют решить целый ряд актуальных вопросов: установить факт предпочтения или установку, выраженную индивидом в отношении других членов группы или коллектива в определенных ситуациях, описать положение индивида в группе так, как оно представляется самому субъекту, и сопоставить это с реакциями других членов группы, выразить взаимоотношения внутри сравниваемых групп с помощью формальных методов [56]. Одной из наиболее распространенных методик исследования совместимости членов малых групп является гомеостатическая методика, которая нашла применение в проектировании групповой оперативной деятельности [23].

Проведение эргономических исследований требует создания адекватных методов количественной оценки качества продукции. С этой целью в эргономике используется неметрическое и метрическое шкалирование — измерение, под которым понимают «упорядочение множества свойств реальных объектов (предметная область) относительно множества знаков (область модели) посредством правила упорядочения f), позволяющего изоморфно отобразить элементы и отношения между ними в предметной области через элементы и отношения между ними в области модели» [61, с. 154]. В качестве результата шкалирования получают формальную модель — шкалу, которую можно применять как аналитический инструмент.

Различают номинальные, порядковые, интервальные и пропорциональные шкалы. Номинальная шкала основывается на придании знаков объектам. Она строится как классификация исследуемых объектов по наличию или отсутствию определенного признака в пределах двух или более категорий наблюдения (размерностей признака). При построении порядковой шкалы кроме отношения равенства и неравенства учитывается еще и порядок, т. е. интенсивность проявления определяемого признака. Обладая всеми перечисленными свойствами охарактеризованных выше шкал, шкала интервалов характеризуется тем, что расстояние между двумя точками на континууме может быть точно задано и благодаря этому возможно оценить величину интервалов (температурная шкала Цельсия, стандартизованные шкалы для психологических тестов и др.). Пропорциональным шкалам присущи все свойства описанных шкал. Кроме того, они обладают еще натуральной или абсолютной нулевой точкой, благодаря чему можно сопоставлять суммы, разности, произведения и частные, а также устанавливать соотношения между шкальными оценками.

В эргономике находят применение шкалы оценок, которые служат вспомогательным средством при вынесении суждений о степени выраженности признака того или иного явления. «Оценка представляет собой измерение, если последнее понимается как сравнение количественной стороны признака с некоторым масштабом. Шкалы оценок следует считать таким масштабом, если различные судящие выносят по одному и тому же признаку совпадающие в большой мере оценки и суждение надежно» [61, с. 211]. Особое значение шкалы оценок для эргономики состоит в том, что с их помощью легче сделать вывод о выраженности комплексных признаков. Метод экспертной оценки используется в эргономике для оценки компоновки пультов управления, средств отображения информации и других объектов [68], когда применение расчетных и экспериментальных методов затруднено.

Эргономика использует и способствует дальнейшему развитию методов кибернетики, которая в понятие оптимизации включает требования оптимального управления деятельностью человека в сложных человеко­машинных системах [12, 87, 88]. Много общего имеют методы эргономики и бионики. Методы разработки количественно-обоснованных рекомендаций по принятию оптимальных решений также входят в методический арсенал эргоно­мики. Привлечение методов теории автоматического регулирования, теории информации, теории массового обслуживания и других к исследованию и проектированию систем «человек-машина» побуждает уделять все больше внимания обоснованию применимости используемых подходов, выявлению их принципиальных возможностей и адекватности специфике решаемых задач [64].

Использование методических средств системотехники, связанных с макропроектированием сложных систем, т. е. с выбором и организацией функций и структуры в целом, во многом определяет формирование эргономики как проектировочной дисциплины [1, 87, 88]. Разрабатываются общие методологические подходы к решению основных задач эргономического проектирования, являющегося составной частью общего проектирования системы «человек— машина», цель которого состоит в обосновании выдвигаемых эргономических требований, их реализации в виде свойств проек­тируемой системы и экспертизы результатов проектных решений [14, 24, 29, 35, 41, 42]. В основе рационального эргономического проектирования лежит проектирование деятельности человека (группы людей), разработка методов которого представляет одну из наиболее сложных задач. Решение поставленных задач возможно при условии создания системы методов, так как ни один из методов не является универсальным, пригодным для анализа всех аспектов проблемы проектирования деятельности. При этом взаимодополняемость и взаимодействие методов не снимают необходимости определения ведущего метода в зависимости от целей и задач конкретных исследований [17].Как было показано выше, используемые в эргономике методы многообразны, и даже в специальном пособии не представляется возможным дать подробное описание каждого из них. Специальное внимание будет уделено методам наблюдения и опроса, изучения исполнительной и познавательной деятельности человека, оценки функциональных состояний, моделирования и использования ЭВМ в эргономических исследованиях.

§3. Методы наблюдения и опроса

Под наблюдением понимают целенаправленное, организованное и систематизированное рассмотрение исследуемого объекта. При этом очень важно четко фиксировать результаты наблюдений с целью их воспроизведения и использования других видов проверки. Методика наблюдения претерпела за последнее время значительное изменение благодаря применению различных фиксационных и других технических средств (фотографических, ки­нематографических, звукотехнических, телевизионных). Вместе с тем повышаются требования к культуре наблюдения, прежде всего с точки зрения корректной постановки задачи наблюдения, точности его выполнения, широты рассмотрения описываемого явления.

В эргономике наблюдение часто является составной частью экспериментального исследования. Организация наблюдения включает решение следующих вопросов: а) определение задачи и цели наблюдения; б) выбор объекта, предмета и ситуации наблюдения; в) выбор способа наблюдения, наименее влияющего на исследуемый объект и обеспечивающего сбор необходимой информации; г) выбор способа регистрации наблюдаемого явления; д) обработка и интерпретация полученной информации [78]. При организации наблюдения необходимо учитывать, что присутствие наблюдателя оказывает существенное влияние на протекание деятельности. С помощью метода наблюдения, дополненного хронометражем, фото- или киносъемкой всех операций в порядке их следования, можно достаточно подробно описать трудовую деятельность.

Особое значение в профессиографических исследованиях имеет заранее продуманная и подготовленная схема наблюдения. Ниже приводятся две схемы наблюдения с целью анализа рабочего места, рабочей позы и рабочих движений. Первая составлена для изучения деятельности диспетчеров, вторая — намотчиц. Деятельность диспетчеров изучалась с целью разработки эргономических требований к рабочему креслу, деятельность намотчиц — с целью реорганизации всего рабочего места [74].

СХЕМА НАБЛЮДЕНИЯ 1

1 Специфика диспетчерского труда по занятости органов чувств и включенных в работу частей тела (руки, ноги, зрение, слух).

1. Специфика положения тела: фиксированная поза, подвижность относительно сиденья, пульта.
2. Угол наклона туловища: отрицательный (вперед), прямой, положительный (назад).
3. Высота опорной точки туловища (спины) над сиденьем.
4. Высота пульта и угол наклона рабочей панели.
5. Занятость рук (правая, левая, обе).
6. Положение рук в зоне досягаемости: по глубине (предельная, ближняя), по ширине (справа, слева).
7. Соответствие размеров пульта зонам легкой или оптимальной досягаемости моторного поля рабочего

места.

1. Опорные точки рук (локти, предплечья).
2. Положение ног (правой, левой).
3. Соответствие размеров пульта зонам легкой или оптимальной досягаемости..
4. Определение опорной части сиденья: передняя, средняя, задняя.
5. Возможность отдыха вне рабочей зоны.

СХЕМА НАБЛЮДЕНИЯ 2

1. Специфика труда по занятости органов чувств и включенных в работу частей тела (руки, ноги, зрение,

слух).

1. Специфика положения тела: фиксированная поза, подвижность относитель­но сиденья, станка.
2. Угол наклона туловища: отрицательный (вперед), прямой, положительный (назад).
3. Угол наклона головы: отрицательный, прямой, положительный.
4. Занятость рук: постоянная (правая, левая, обе), периодическая (правая, левая, обе).
5. Положение рук в зоне досягаемости: по глубине (предельная, ближняя), по ширине (справа, слева).
6. Соответствие размеров станка зонам легкой или оптимальной досягаемости моторного поля рабочего

места.

1. Занятость ног: рабочей (правая, левая), опорной (правая, левая).
2. Положение рабочей ноги в период отсутствия действия: на педали, на полу, на подставке, без опоры.
3. Положение опорной ноги: на полу, на подставке, на педали, без опоры..
4. Соответствие размеров станка зонам легкой или оптимальной досягаемости ног.
5. Использование подставки для ног (да, нет; для правой, левой, обеих).
6. Расстояние от средней подмышечной линии до оправки (поперечная ось станка).
7. Определение опорной части сиденья: передняя, средняя, задняя.
8. Отношение работницы к введенным усовершенствованиям стула (положительное, отрицательное).

Запись результатов наблюдения может быть сделана в виде таблицы, к которой должна прилагаться инструкция по ее заполнению.

Для сбора информации относительно структуры процесса трудовой деятельности, характера его протекания и отношения человека к работе широко используется метод опроса.

Опрос может быть регламентированным, для которого характерны предварительная подготовка единообразных для всех опрашиваемых вопросов и строго заданная их последовательность, а также нерегламентированным, предполагающим свободную беседу с опрашиваемым в соответствии лишь с ее общим планом.

Применение метода беседы требует определенных навыков и даже искусства. Его рекомендуется применять при опросе незначительного количества работающих. Метод беседы позволяет уточнить ответы на поставленные вопросы, понять вопросы, вызывающие затруднения различного (например терминологического) характера, а также фиксировать замечания опрашиваемого, выходящие за пределы поставленных вопросов, но представляющие определенный интерес.

Обычно происходит объединение задаваемых вопросов в опросники, составляемые специально в каждом конкретном случае с учетом особенностей изучаемой профессии. Опросники должны составляться в зависимости от целей и задач эргономического исследования. Прежде чем составлять опросник, исследователь должен некоторое время понаблюдать за работающими или, что еще лучше, сам освоить основные трудовые операции. Затем составляется первый вариант опросника, который апробируется на малом количестве испытуемых. На этом этапе проверяются ясность формулировок вопросов, полнота включенного перечня вопросов, уточняется последовательность вопросов с целью устранения нежелательных влияний, дополнительно вносятся вопросы, освещающие упущенные аспекты изучаемой проблемы, апробируется форма составления опросника с тем, чтобы он не вызвал отрицательного отношения со стороны опрашиваемых [51].

Комплексный подход предполагает использование методов опроса, которые получили широкое распространение в практике эргономических исследований в форме анкетирования и интервьюирования. Методы опроса, как и наблюдения, используются в эргономике для разработки рабочих гипотез и в целях дополнения данных, полученных с помощью других методов. При применении методов опроса большое значение имеют характер вопросов, их формулировка и направленность. Различают открытые вопросы (свободный ответ) и закрытые (ответ заключается в выборе из нескольких предлагаемых утверждений).

В целях правильной постановки вопросов необходимо учитывать следующее: 1) каждый вопрос должен быть логически законченным; 2) следует избегать малораспространенных иностранных слов, специальных терминов и слов с двойным значением; 3) нельзя задавать слишком длинных вопросов; 4) если вопрос касается предмета, с которым опрашиваемый недостаточно знаком или для ответа на который он не имеет необходимого запаса специальных терминов, необходимо дать соответствующие пояснения; 5) каждый вопрос должен быть возможно более конкретным; 6) следует или указать все возможные варианты ответа, которые опрашиваемому необходимо иметь в виду, или не давать ни одного; 7) необходимо предлагать опрашиваемому только такие варианты ответов, каждый из которых может быть приемлем в равной степени; 8) нужно формулировать вопрос таким образом, чтобы избегать стереотипных, шаблонных ответов; 9) следует остерегаться включения в вопрос слов, которые сами по себе могут вызвать негативное отношение опрашиваемого; 10) вопрос не должен иметь внушающего характера [51].

В качестве примера приведем два вида опросника. Первый был использован при изучении деятельности диспетчеров объединенных энергосистем и диспетчеров по распределению билетов на вокзалах. Цель исследования — разработка оптимального варианта рабочего кресла диспетчера. Поэтому вопросы были направлены на выяснение субъективного отношения к существующему креслу и пожеланий относительно его усовершенствования. Второй опросник был применен для исследования работы намотчиц катушек трансформаторов с целью реконструкции рабочего места.

ОПРОСНИК 1

А. Фамилия, имя отчество. Б. Возраст. В. Должность. Г. Стаж работы. Д. Продолжительность рабочего

дня.

1. Удобно ли Вам сидеть (да, нет)?
2. Что вызывает чувство неудобства?
3. В какой части тела ощущается боль (спина, поясница, плечи)?
4. Удобно ли действовать руками (да, нет)?
5. Нужно ли, чтобы сиденье вращалось (да, нет)?
6. Целесообразно ли, чтобы стул был на роликах (да, нет)?
7. Нужна ли опора спине, пояснице при работе (да, нет)?
8. Нужна ли качающаяся спинка (да, нет)?
9. Сиденье должно быть плоское, отклонено назад, вперед?
10. Нужны ли подлокотники (да, нет)?
11. На каком уровне должна быть опора для спины (лопаток, плеч, поясницы)?
12. Каким должно быть сиденье (мягким, полумягким, жестким)?
13. Какой должна быть обивка (ткань, клеенка, дермантин)?

ОПРОСНИК 2

А. Фамилия, имя, отчество. Б. Возраст. В. Должность. Г. Стаж работы в качестве намотчицы. Д. Продолжительность рабочего дня. Е. Номер станка. Ж. Тип станка. 3. Норма выработки за смену. И. Тип намотки.

1. Удобно ли Вам работать (да, нет)?
2. Что вызывает чувство неудобства?
3. Какие части тела наиболее устают в процессе работы (спина, поясница, плечи, шея, руки, ноги)?
4. В какой части тела и когда ощущается боль (спина, поясница, плечи, шея, руки, ноги; в процессе работы, в начале дня или после работы)?
5. Испытываете ли Вы физическое напряжение при повороте рычагов управления, при нажатии педали (да, нет)?
6. Удобно ли действовать руками (да, нет) ?
7. Устраивают ли Вас размеры станка: высота (да, нет), глубина (да, нет), ширина (да, нет)?
8. Устраивают ли Вас высота стула (да, нет), форма (да, нет)?
9. Нужна ли спинка стула (да, нет)?
10. На каком уровне должна быть опора для спины (лопаток, плеч, поясницы)? П. Целесообразно ли иметь качающуюся спинку стула (да, нет)?32. Каким должно быть сиденье (мягким, полумягким, жестким)?
11. Какой должна быть обивка (ткань, клеенка, дермантин)?
12. Должно ли вращаться сиденье (да, нет)?
13. Нужны ли подлокотники (да, нет); для обеих рук (да, нет); для левой (да, нет)?
14. Нужна ли опора для ног (да, нет)?
15. Часто ли Вам приходится вставать во время работы?

Как видно из приведенных опросников, сначала задаются общие вопросы: «Удобно ли Вам работать?», «Удобно ли Вам сидеть?», «Что вызывает ощущение неудобства?», ответы на которые малоинформативны, но способствуют установлению контакта с опрашиваемым. Далее следуют вопросы о субъективном отношении к элементам рабочего места, например: «Устраивают ли Вас размеры пульта (высота, глубина, ширина)?» Затем задаются вопросы о самочувствии работающего. В последнюю очередь записываются пожелания опрашиваемого.

Как правило, опрос проводится непосредственно на рабочем месте, в процессе трудовой деятельности. Но можно производить опрос и в лабораторных условиях с использованием опытных образцов изделий или экспериментального стенда.

Эффективность использования метода опроса во многом зависит от уровня образования обследуемых и их профессионального опыта. Так, например, диспетчеры энергосистем — это опытные высококвалифицированные специалисты, работающие в очень сложных условиях. Прежде чем стать диспетчерами, они проработали определенное время на других энергообъектах. При опросе их были получены исчерпывающие ответы.

Диспетчерами по распределению билетов на вокзалах работают в основном женщины со средним и неполным средним образованием. Производственный опыт у них очень незначителен, в силу чего на многие вопросы был получен ответ: «Не знаю». Что касается работниц завода, то они по-разному отвечали на общие и конкретные вопросы. Например, на вопрос: «Удобно ли Вам работать?» они почти всегда отвечали положительно. Ответы на конкретные вопросы варьировали в большей степени. Работницы жаловались на общую усталость, локализованные боли, отмечали недостатки в конструкции станка, стула и т. д.

Данные опроса обрабатываются статистически. Результаты обработки представляются в виде описания, причем разграничиваются данные наблюдения и субъективные замечания обследуемого. Описываемый материал сопровождается таблицами и графиками соответствующих данных. В таблицах следует указывать процентное соотношение того или иного показателя по данным всех обследований.

При наблюдении, сочетаемом с опросом, важно найти рациональный способ фиксации ответов. Лучше всего, если в протоколе (или схеме наблюдения) будут предусмотрены различные варианты ответов. На простые вопросы следует отвечать однозначно: да, нет, не знаю. Следует, по возможности, предусмотреть заранее, на какие вопросы могут быть даны более развернутые ответы.

Особое значение приобретает наличие общей схемы наблюдений при параллельной работе нескольких исследователей. Это позволяет объединять и сравнивать результаты. Однако в этих случаях должны быть разработаны четкие инструкции по ведению наблюдений и записи результатов.

Объективные (инструментальные) методы исследования предполагают использование различных приборов и аппаратуры. К объективным методам исследования относятся: измерение различных характеристик производственной среды (освещенность, шум, вибрация и т. п.), метрические измерения, хронометраж, измерение физиологических показателей (пульс, дыхание, ЭКГ и т. п.), измерение психологических характеристик.

Первый и два последних метода требуют применения довольно сложной контрольно-измерительной аппаратуры. Применение же второго и третьего методов не имеет такого ограничения.

При решении вопросов совершенствования организации труда и повышения его эффективности могут играть существенную роль данные о размерах производственного помещения, его отдельных элементов, о расположении окон, дверей, а также данные о габаритах оборудования, рабочих мест и т. п.

Пространственная организация рабочего места влияет на характер и качество рабочих движений, рабочую позу и т. п. Поэтому анализ пространственной организации рабочего места должен осуществляться на начальных этапах профессиографического исследования. Ниже приводится схема проведения анализа пространственной организации рабочего места при его реконструкции [74].

СХЕМА ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧЕГО МЕСТА

1. Выделение основных типов сенсорной активности (зрительная, слуховая, зрителыю-кинестетическая и

т. п.).

1. Выявление характера моторной активности.
2. Пространственное определение зон сенсорной активности.
3. Пространственное определение зон моторной активности.
4. Составление эскиза расположения основного оборудования относительно работающего с указанием основных сенсорных и моторных зон.
5. Составление эскизов расположения вспомогательного оборудования относительно работающего человека.
6. Составление общего эскиза рабочего места.
7. Анализ полученного материала.

Работа проводится следующим образом.

Путем наблюдения за действиями работающего человека определяются основные и вспомогательные типы оборудования, зоны моторной и сенсорной активности. Затем путем опроса и наблюдения выявляются основное рабочее положение и поза работающего.

Эскизы дают возможность выявить несоответствие существующей пространственной организации рабочего места психофизиологическим и антропометрическим характеристикам человека. Дальнейший их анализ с учетом основных эргономических требований позволяет дать рекомендации относительно оптимальных путей реконструкции рабочего места.

Одним из методов объективного наблюдения является хронометраж — регистрация изменений во времени каких-либо параметров трудового процесса с помощью секундомера или часов. Хронометраж позволяет определить различные временные характеристики трудового процесса, на основании которых можно установить распределение затрат времени на выполнение различных операций и на устранение помех, фактические затраты времени на изготовление единицы продукции и сменной нормы, потери времени на дей­ствия, опосредованно влияющие на трудовую деятельность (уход с рабочего места, отсутствие материала и пр.), определить динамику двигательной и сенсорной активности человека и других показателей работоспособности. Хронометраж не должен оказывать влияния на естественное протекание трудового процесса. При изучении профессии проводится хронометраж как отдельных периодов работы, так и рабочего дня в целом, в разные смены, дни недели и т. п.

Как и любому методу объективного исследования, проведению хронометража предшествует специальная подготовка, заключающаяся в определении и изучении трудовых операций. Главная предпосылка правильного проведения хронометража состоит в выделении операций.

Одной из разновидностей хронометража является хронография, заключающаяся в графическом способе фиксации временных характеристик. В условиях производства с помощью хронографии анализируются состояние и динамика двигательной и сенсорной активности человека в процессе труда.

Объектом исследования при хронографировании могут служить рабочие движения (скорость, направление, амплитуда) и рабочая поза, число зрительных, слуховых и тактильных обращений к объекту труда, средствам предъявления информации т. п.

§4. Методы исследования исполнительной и познавательной деятельности

Содержание методов исследования движений определяется, с одной стороны, совокупностью параметров, характеризующих процесс реализации движения, а с другой — способами регистрации этих параметров.

Выделение комплекса параметров, описывающих процесс реализации движения, связано в первую очередь с выбором определенной концептуальной модели, описывающей работу двигательной системы (биомеханическая модель, физиологическая модель нервно-мышечного аппарата и др.). Осознание этого обстоятельства позволяет наметить подход к классификации методов исследования движений. Так, кинематические (характеристики пространственного перемещения) и динамические (силовые) параметры движений и способы их регистрации связаны с разработкой биомеханической модели двигательной системы, а электромиографические методы исследования обязаны своим существованием разработке физиологической модели нервно­мышечного аппарата.

Характеристику методов исследования движений следует начать с циклограммы, которая представляет собой фотосъемку движения на неподвижную пластинку. Для этого на подвижных частях тела испытуемого укрепляются светящиеся метки или электрические лампочки. Перед фотоаппаратом помещается обтюратор с определенной частотой, закрывающий объектив. На фотопластинке фиксируются последовательные положения лампочек, которые перемещаются в процессе выполнения движения вместе с кинематическими звеньями исследуемого тела. Для регистрации сложных циклических действий этот способ не применим. При кимоциклографии фотопленка, на которой фиксируется информация о перемещении лампочек, равномерно и медленно перемещается. В этом случае циклические действия растягиваются на регистрирующей пленке. Описанные методы циклографии и кимоциклографии предназначены для плоскостной регистрации перемещений.

Для исследования пространственных перемещений применяются различные модификации вышеупомянутых методов: стереоскопическая съемка, т. е. съемка двумя объективами с параллельными оптическими осями, съемка объективами с конвергирующими оптическими осями и др. Используется также «зеркальная методика», позволяющая получать снимки объекта с двух различных точек зрения при помощи одного фотоаппарата и одного обтюратора. В объектив фотоаппарата попадают два изображения одного и того же исследуемого объекта: одно—непосредственно от объекта, а второе — отраженное под определенным углом через зеркало. Этот метод обеспечивает большую точность пространственных измерений и удобство анализа экспериментального материала.

Анализ циклограммы является достаточно трудоемким процессом. Для анализа перемещения различных точек тела в пространстве пользуются методами фотопромеров и номограмм.

В первом случае негативы циклограмм печатаются при помощи увеличителя на фотобумаге. Тем же путем на позитив накладывается миллиметровая или полумиллиметровая сетка, что значительно облегчает работу с материалом и повышает точность измерения. Метод номограмм позволяет значительно упростить определение всех трех пространственных координат зеркальных циклофотодокументов.

С помощью метода циклографии можно проводить достаточно тонкий анализ некоторых двигательных актов. Разработана методика циклографирования движений руки при гаптическом (вслепую) прохождении лабиринта, на основании которой удалось дифференцировать ориентировочно­исследовательские движения руки от исполнительных. Пользуясь циклографической регистрацией, в составе осязательных движений руки выделили движения, выполняющие функции построения образа и опознания. В этих случаях движения также регистрировались в одной плоскости.

Существует еще ряд методов, используемых при исследовании различных двигательных задач. К ним следует отнести методы измерения напряженности магнитных и электромагнитных полей, тензометрический, голографический, радиолокационный и др. Метод измерения напряженности магнитных и электромагнитных полей применяется для исследования сравнительно малоамплитудных и угловых перемещений. Тензометрический метод, как и гониографический (о последнем будет более подробно сказано ниже), использу­ется для макро- и микроугловых измерений. Особенно широкое применение получила тензометрическая методика для измерения макроизменений суставного угла при исследовании тремора. Телевизионный, голографический и радиолокационный методы в настоящее время еще не нашли должного развития в области исследования движений. Телевидение используется в основном как индикационное устройство. Это связано с тем, что получение с телесистем пространственных параметров в виде электрических сигналов, удобных для анализа перемещений объекта, представляет определенные трудности. Преодоление последних идет по пути широкого внедрения ЭВМ в область эргономических исследований. Методы голографии и радиолокации используются пока довольно редко, хотя и являются весьма перспективными. Пожалуй, самым удобным и распространенным методом для измерения угловых перемещений является гониография. Гониография, дающая показания об изменениях пространственного положения сочленения кинематической цепи, используется для целей искусственной обратной связи. Однако получение электрических сигналов, адекватных пространственному перемещению конечной точки открытой кинематической цепи, оснащенной гониометрическими датчиками, представляется достаточно сложной технической задачей. Поэтому применение этого метода при исследовании пространственных перемещений изучаемого объекта существенно ограничено.

В арсенал методических средств исследования исполнительной деятельности входят и специальным образом организованные экс­периментальные ситуации. Последние включают в себя различные переменные, которые можно рассматривать в качестве существенных условий, определяющих выполнение двигательных задач. Одной из широко распространенных экспериментальных ситуаций, применяемых в исследованиях исполнительной деятельности, является слежение.

Применительно к исследованию исполнительной деятельности человека ситуация слежения может рассматриваться в двух планах: как лабораторная модель различных видов практической деятельности человека (работа оператора РЛС, управление различными транспортными средствами и др.) и как экспериментальный прием решения некоторых теоретических проблем, возникающих при анализе двигательного поведения.

В ситуации слежения испытуемому предлагается совершать движение, параметры которого (скорость, направление, амплитуда, время) должны удовлетворять параметрам движущейся цели, с которой согласуется собственно движение испытуемого. Специфика ситуации слежения (в отличие от «точностной задачи» и задачи «сохранения постоянства» параметров движения) состоит прежде всего в том, что в данном случае двигательное поведение испытуемого жестко детерминировано практически по всем параметрам движения.

Для описания слежения обычно употребляют несколько следующих терминов: задающий или эталонный объект (или «цель») — объект, закон движения которого задается посредством определенной входной функции. Управляемый объект (или «курсор»)—это объект, которым управляет испытуемый, воздействуя на орган управления. В движении управляемого объекта (выходная функция) реализуется двигательное поведение испытуемого в заданной ситуации.

Задача слежения, таким образом, состоит в том, чтобы значение выходной функции точно соответствовало значению входной функции в соответствующий момент времени, а испытуемый должен на основе воспринятой информации выработать корректировочное воздействие, устраняющее рассогласование со значениями входной и выходной функции. В зависимости от того, насколько жестко детерминировано двигательное поведение испытуемого и какую информацию о слежении он получает, выделяют два класса переменных, определяющих ситуацию слежения.

Первый класс переменных связан с типом используемой входной функции, который определяется, прежде всего, характером динамики входной функции во времени. Различают непрерывную и дискретную задачи слежения. При непрерывном слежении параметры входной функции непрерывно изменяются во времени. Если же значения входной функции изменяются в отдельные моменты времени «скачками», то мы имеем дело с задачей дискретного слежения.

Второй класс переменных связан с характером информации о ходе решения задачи слежения. В зависимости от того, движется Цель или она неподвижна, различают соответственно преследующее и компенсаторное сложение. В случае преследующего слежения испытуемый получает информацию трех видов: о движении цели, о собственном движении «преследования» цели и о рассо­гласовании (или об ошибке) положения цели и курсора. В ситуации компенсаторного слежения цель неподвижна, а испытуемый должен на ней удерживать управляемый объект, который подвер-гается возмущающим воздействиям и отклоняется от требуемого положения. В этом случае информация о собственных регулирующих воздействиях на управляемый объект и характеристики входной функции неразличимы. При решении задачи используется только информация о величине отклонения курсора относительно цели.

В зависимости от прикладной или теоретической направленности изучения слежения по-разному формировались основные задачи исследования и конструировались специфические экспериментальные процедуры, предполагающие, в частности, реализацию определенного вида слежения. Так, при использовании слежения как прикладного метода, как правило, применялось и применяется компенсаторное слежение. Это объясняется прежде всего тем, что основной интерес в этом случае направлен на анализ различных переменных, оказывающих влияние на величину рассогласования между положением задающего и управляемого объектов, и перемещение органа управления с целью минимизации ошибки. Поэтому желательно максимально упростить экспериментальную процедуру и исключить из рассмотрения влияние«избыточных» каналов информации на процесс решения задачи. Напротив, в случае применения слежения для анализа теоретических проблем (например относительно роли эфферентных систем в регуляции движений) богатство информационного поля в ситуации преследующего слежения обеспечивает более широкие возможности.

Использование слежения как средства анализа исполнительной деятельности предполагает выбор и моделирование в экспериментальных условиях (или в условиях обучения операторов при работе на тренажерах) различных переменных, обусловливающих процесс решения двигательной задачи. Среди таких переменных слежения наиболее распространены: временная задержка (т. е. интервал времени между управляющим воздействием и

изменением регулируемой величины на входе), одновременное управление не­сколькими параметрами



**Глаз**



(многостепенное управление), в том числе и

**Орган управлении**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1 оператор | |
| ЭВМ м |  |
| —<>000 |
|  |
|  | |

**Xt.Vr**

**Усилитель**

взаимозависимыми, манипулирование зрительной обратной связью (прерывание, инвертирование), дополнительная задача.

Введение указанных

переменных, а также

**АВМ МИ-ШМ**

j

ts

использование различных видов слежения в сочетании с другими методами анализа дви­жений обеспечивает решение широкого круга прикладных и теоретических задач.

IlomqjaiJ)

Рис. 1. Блок-схема экспериментально-  
го стенда

Необходимым условием успешного изучения

двигательных актов является создание адекватного способа регистрации и анализа пространственно­временной развертки исполнительных действий. Этому требованию удовлетворяет экспериментальный стенд для исследования инструментальных двигательных навыков.

Функциональная блок-схема экспериментального стенда (рис. 1) включает: систему управления объектом; цветной телевизионный индикатор;

управляющую ЭВМ, которая работает как в режиме счета для многомерной статистической обработки результатов, так и в режиме управления экспериментом.

Система управления объектом включает многостепенный орган управления, тензометрический усилитель и блок операционных усилителей.

Орган управления манипуляторного типа (датчик пространственного перемещения руки оператора) представляет собой параметрическую модель руки человека; конструктивно выполнен как шарнирное соединение трех кине­матических звеньев посредством одностепенных шарниров и имеет три степени подвижности. Всякое пространственное перемещение точки приложения оператором управляющего усилия трансформируется в соответствующие изме­нения углов, образованных кинематической схемой органа управления. Входными параметрами являются текущие значения тригонометрических функций углов, формируемые синусно-косинусными датчиками, установленными на осях вращения звена. По ним в аналоговом вычислительном блоке строится пространственная математическая модель органа управления относительно прямоугольной декартовой системы координат. Конструктивное решение органа управления позволяет сохранять содержание и естественную на­правленность мануальных движений оператора, хотя система управления предусматривает возможность нарушать однородность и . соответствие моторного и сенсорного полей введением коэффициентов сжатия пространства или введением электрической инверсии направления одноименных векторов.

Используемый в экспериментальной установке цветной телевизионный индикатор можно назвать иллюзорно-изобразительным, так как за счет изменения величины управляемого сигнала создается впечатление объемности тестовых и управляемого сигналов. Индикатор выполнен на базе промышленного цветного телевизионного приемника и блока управления. В соответствии с подаваемыми на выходы блока управления аналоговыми электрическими сигналами на экране индикатора формируются световые сигналы различных цветов. Впечатление объемности достигается управлением изменения площади высвечиваемых сигналов. Перемещение световых сигналов в поле экрана осуществляется по горизонтали (X), вертикали (У) и изменению их световой площади^). Независимость управления световыми стимулами по параметрам X, У, Z позволяет кодировать ими пространственные координаты перемещения объекта управления и формировать систему отсчета сенсорного поля оператора. Управляющие координатные сигналы строятся в блоке управления объектом по уравнениям связи пространственного движения руки оператора и органа управления.

Управляющая ЭВМ может эксплуатироваться в двух режимах: в активном режиме и режиме счета. Программы управления экспериментом и обработки полученных результатов реализуются по интерпретирующей системе на ЭВМ М-6000 системы АСВТ. Ведение эксперимента осуществляется в режиме диалога с машиной по принципу приоритетного обслуживания следующих устройств связи с объектом: модуля ввода дискретной информации сигналов управления экспериментатора и испытуемого; модуля группового управления выводом дискретной информации тестовых сигналов зрительного канала связи оператора; бесконтактного коммутатора; аналого-цифрового преобразователя, воспринимающего аналоговые сигналы относительно положения руки испытуемого в пространстве.

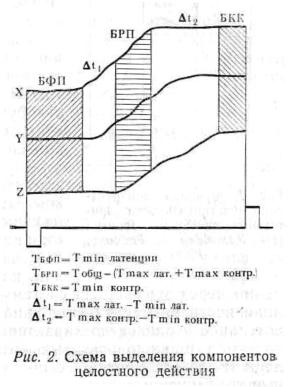
Использование ЭВМ на линии эксперимента дает возможность предъявлять на экране меняющиеся по сложности, числу элементов и количеству составляющих маршруты движения; вводить сбои в привычное протекание действия, выражающееся в изменении траектории движения; вводить инверсию, т. е. нарушать привычное соотношение перцептивного и моторного полей. Стыковка с ЭВМ облегчила трудоемкую ручную обработку десятков тысяч измерений; позволила получать точностные и скоростные характеристики движения непосредственно в течение эксперимента.

Описанный многоцелевой экспериментальный стенд позволяет регистрировать пространственно-временные — скоростные и точностные— параметры исследуемого процесса. Движения ручки-манипулятора записываются на ленте многоканального полиграфа в виде трех составляющих по оси X, У, Z. На отдельном канале регистрируются сигнал от ЭВМ о предъявлении новой матрицы и сигналы испытуемого о совмещении с каждым элементом данной матрицы.

Движение управляемого пятна записывалось одновременно и из магнитофон, что давало возможность воспроизвести траекторию движения на графопостроителе, а также ввести данные эксперимента в ЭВМ для обсчета.

Применение микроструктурного анализа, смысл которого заключается в выделении быстро текущих компонентов целостного действия, позволило выделить по каждой составляющей X, У, Z пространственного движения следующие стадии: латентную, фази-ческую (реализующую) и стадию контроля

и коррекций. На рис. 2 представлен образец записи перехода на один элемент в одном из маршрутов движения. На рис. 2 отчетливо видно, что движению по каждой составляющей

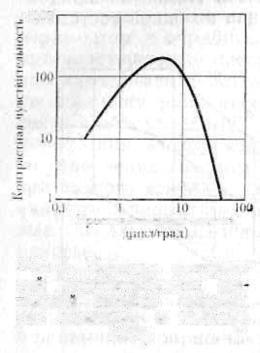


предшествует значительный латентный период. После активного движения по каждой составляющей регистрируется длительный период

относительного покоя,

предшествующий сигналу испытуемого о совмещении управляемого пятна с элементом матрицы. Этот период можно рассматривать как период коррекций, характеризующийся мелкими движениями по той или иной составляющей, и период контроля за качествомсовмещения. Как видно из рисунка, время длительности стадий по каждой составляющей неодинаково: программирование по одной составляющей по сравнению с другой идет с некоторым запаздыванием, т. е. возможно последовательное планирование по каждой составляющей. Аналогичным образом с некоторым сдвигом происходят и реализация и контролирование.

Эти данные послужили основанием для выделения так называемого «чистого времени» блоков-стадий: БФП — блока формирования программы, БР — блока реализации, БКК — блока контроля и коррекций, а также двух стадий разброса: Д^, включающую в себя одновременно и планирование и реализацию, и Д^, объединяющую реализацию и контролирование. «Чистое время» каждого блока — это то время, когда составляющие движения функционируют в терминах, присущих именно этому блоку, будь то планирование, реализация или контролирование. Разброс, характеризующийся величиной Д/i и Д^, дает представление о разбросе не только внутри одной стадии, но также между стадиями движения, характеризуя степень пространственности осуществляемого действия.



Эксплуатация многоцелевого экспериментального стенда открывает широкие возможности для исследования процессов управления и построения движений.

Для решения целого ряда прикладных задач весьма эффективным оказывается использование современных методических средств анализа когнитивных процессов.

Для целого ряда современных операторских профессий решающей является способность зрительного обнаружения и различения критических элементов,

**кию**

предъявляемых на фоне других, отли­чающихся по одним и совпадающих

**И;»-'.фанственмая частот.»**

**Рис. 3. Функция контраст­**

**ной чувствительности зри**

**тельной системы человека**

**(по *Кемпбелу* и *Робсону*,**

по другим признакам элементов (экраны радиолокаторов, фотографии событий в камерах Вильсона, рентгеновские снимки и т. д.).Оптимизация такого рода деятельности связана в первую оче­редь с анализом свойств зрительной системы как фильтра прост­ранственных и временных частот. Психофизические исследования на человеке и психофизиологические исследования на животных [21] показали, что в зрительной системе существуют каналы переработки информации, специфичные по отношению к определенным

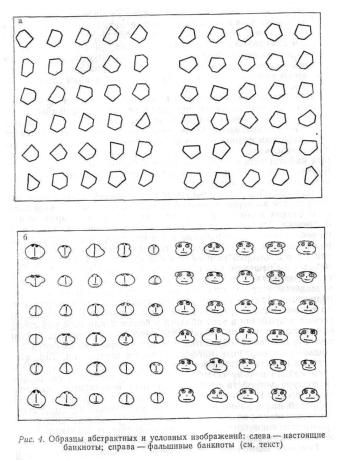
пространственным частотам изображения. Им свойственна максимальная чувствительность к синусоидально-модулированному распределению яркости, имеющему определенную пространственную частоту. Таким образом, зрительная система структурно и функционально способна к осуществлению частотного анализа любого изображения, подобно тому как аналитически некоторая функция может быть представлена в виде сумм синусоидальных компонент при ее Фурье-разложении.

Характеристики этих частотно-специфических каналов определяют функцию контрастной чувствительности зрительной системы (рис. 3), которая показывает, насколько различные пространственные частоты изображения усиливаются или, наоборот, ослабляются при прохождении через зрительную систему[[3]](#footnote-4). Несмотря на то что в силу нелинейности этих преобразований [85] функции контрастной чувствительности адекватно характеризуют возможности нашего зрения только для околопороговых интенсивностей стимуляции, она со­держит существенно более полную информацию, чем многочисленные традиционные показатели «остроты зрения». Кроме того, при оценке любых средств зрительного отображения в первую очередь возникает вопрос о том, может ли быть вообще воспринята некоторая информация. Поэтому проблема надпороговой нелинейности зрительной системы в данном контексте не столь существенна.

Рассмотрим более внимательно изображенную на рис. 3 функцию. Хорошо известному факту неразличимости достаточно мелких деталей соответствует падение правой ветви кривой чувствительности в области высоких пространственных частот. Этот недостаток зрения компенсируется с помощью различных способов увеличения угловых размеров изображения. Менее известным является факт сниженной чувствительности зрения к низким пространственным частотам, отражающимся в снижении левой ветви графика. Учет этого факта имеет большое значение, например, при рентгенологии, так как мягкие ткани и опухоли представлены на снимках именно низкочастотными, градуальными признаками яркости. Таким образом, в зависимости от того, в какой части спектра изображения может содержаться критическая информация, целесообразным оказывается не только увеличение, но и уменьшение размеров изображения. Поскольку диапазон возможных изменений угловой величины деталей весьма велик (примерно 1:20), ясно, что этого нельзя достигнуть простым изменением удаленности снимка.

Интересным развитием этого подхода является дополнение анализа пространственной чувствительности информацией о временной разрешающей чувствительности глаза. Эти исследования, в частности, позволили установить, что возможность различения характеристик формы объектов снижается, если пространственно-временные усилия предъявления совпадают с условиями, в которых наблюдается кажущееся (стробоскопическое) движение [18]. налогичное восприятие быстродвижущихся реальных предметов хорошо известно каждому. Близкой областью прикладных исследований, испытавшейсильное влияние экспериментальной психологии, является область про­ектирования и создания многомерных устройств отображения информации. Здесь задача проектировщика состоит в том, чтобы по возможности одновременно и без интерференции сообщить оператору множество разнородных сведений, которые по отдельности или же в некоторой комбинации определяют правильность принимаемых им решений. Вся история работ в этой области показывает, что идеальным примером решения этой задачи является наше повседневное предметное восприятие, интегрирующее в единый, целостный образ не только разнообразную сенсорную информацию, но также данные, хранящиеся в памяти. Поэтому все более интересные разработки в этой области в большей или меньшей степени опираются на использование экологически естественных механизмов перцептивной обработки, детали которых выявляются с помощью разнообразных методик изучения восприятия. Так, исследования по психофизике восприятия пространства и движения [84] дали начало целому семейству хорошо описанных в специальной литературе

устройств отображения типа контактных



аналогов— «коналогов». В сочетании с возможностью обращения к точной цифровой информации о каждом из критических параметров ситуации «коналоги» позволяют одновременно учитывать многомерную пространственно­динамическую информацию о

положении таких

объектов, как самолет, ракета, подводная лодка и т. п.

Большие возможности кроются в использовании резервов зрительной образной памяти для целей идентификации. Как показывают последние исследования, если запоминание случайных зрительных структур страдает от тех же

ограничении, что и запоминание бессмысленного вербального

материала [90], то запоминание предметных видовых слайдов, пусть даже довольно однообразных в тематическом отношении, намного превосходит по своему объему и продолжительности хранения все другие известные виды памяти. Может быть, не самым важным, но, безусловно, весьма демонстра­тивным примером опоры на механизмы предметного восприятия может служить работа швейцарских авторов {91], перед которыми была поставлена задача создания алгоритмов, позволяющих обес­печить зрительное различение настоящих и фальшивых банкнот. Трудность этой задачи состоит в существовании значительного числа пространственных параметров



рисунка (расстояния между элемен­тами рисунка, их величина и т. п.), каждый из которых в норме характеризуется определенным диапазоном вариации. Интересно, что попытка представить эти параметры в виде абстрактных фигур — замкнутых полигонов (рис. 4)—оказалась столь же безуспешной, как и использование данных в цифровой форме. Напротив, переход к представлению этих параметров в виде условных изображений человеческих лиц (алгоритм Чернова), как видно из рис. 4, позволяет достаточно легко решить эту проблему.

Для исследования процессов информационного поиска оператором ус­пешно применяются такие методические приемы, как регистрация движений глаз, хронометрический анализ, факторный эксперимент и т. д. [8, 89]. Развитие этих, уже достаточно традиционных, с точки зрения их практического использования, направлений исследований привело к более детальному анализу возможности использования пространственных характеристик движений глаз в оптимизации сложных сенсомоторных координаций. Новым направлением исследования является экспериментальный анализ процессов информационного поиска, которые разворачиваются не во внешнем, а во внутреннем пространстве или, точнее, во внутренних субъективных пространствах памяти оператора.

Прототипом большинства подобных исследований является методический прием хронометрического изучения процессов опознания: испытуемый должен как можно быстрее определить, принадлежит ли предъявленный ему объект к предварительно показанному «положительному» множеству [92]. Типичныерезультаты состоят в том, что время как положительных («да»), так и отрицательных («нет») реакций является линейно-возрастающей функцией величины «положительного» множества (рис. 5). Кроме того, наклон обеих функций оказывается примерно одинаковым. Это говорит о том, что информационный поиск среди репрезентированных в памяти элементов «положительного» множества представляет собой, во-первых, последовательный, а во-вторых, исчерпывающий процесс. Другими словами, это такой процесс, который продолжается до полного перебора в памяти элементов множества, даже если на одном из промежуточных этапов поиска было установлено тождество показанного элемента с одним из хранящихся в памяти. Если бы поиск прекращался сразу после установления тождественности (самоокончивающийся поиск), то в негативных пробах приходилось бы рассматривать примерно в два раза больше элементов, чем в положительных. Поэтому наклон функции отрицательных ответов должен быть в два раза больше наклона функции положительных ответов.

Интересно, что в некоторых исследованиях были получены результаты, казалось бы, противоречащие этому анализу: функции для отрицательных реакций оказались несколько более крутыми, чем функции для положительных реакций, но не в такой степени, как можно было бы ожидать в случае самооканчивающегося поиска [83]. Более тщательный анализ, однако, показал, что эти результаты являются артефактами, к сожалению, еще распространенного в психологии приема усреднения индивидуальных данных. Результаты одной части испытуемых оказались в точности соответствующими исчерпывающему типу поиска, тогда как результаты другой, меньшей по количеству, группы испытуемых достаточно хорошо соответствовали самооканчивающемуся типу. Несколько парадоксальным оказывается факт, что последние испытуемые, выбравшие, казалось бы, более рациональную стратегию работы, в действитель­ности выполняли задание менее эффективно, чем испытуемые первой группы.

Этот последний пример непосредственно подводит нас к чрезвычайно важному для эргономики вопросу об описании и систематизации индивидуальных различий в характеристиках трудовой деятельности. Классические методы советской школы дифференциальной психологии [52, 69] создают основу эргономических приемов типологии и конкретного индивидуально-психологического анализа. Наряду с этим развитие представлений о микроструктуре различных видов познавательной и исполнительной деятельностей позволяет также дать психологически грамотную оценку различиям в особенностях реализующих их функциональных систем у конкретного индивида. При этом появляется возможность преодоления столь глубоко укоренившегося в дифференциальной психологии эмпиризма, сознательно ограничивающегося лишь исследованиями корреляционного типа. Более подробно пример такого подхода рассмотрен в разделе, посвященном методам анализа функциональных состояний [см. также 40].

§5. Методы оценки функциональных состояний

В современной литературе обычно выделяются три типа критериев, с помощью которых можно оценить состояние субъекта: физиологические, поведенческие и субъективные показатели [40, 79]. Однако более четкой является классификация Бартлетта [80], который выделял физиологические и психологические показатели. В последнюю группу входят критерии эффективности выполнения различных психометрических тестов и анализ субъективной симптоматики конкретных видов функциональных состояний.

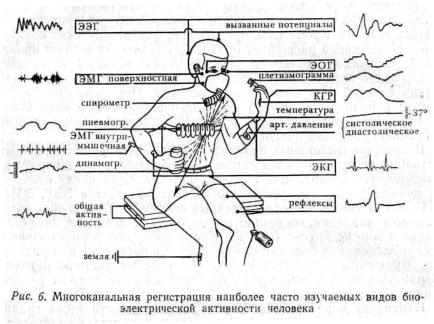
Физиологические методы тестирования. Усилия большой группы исследователей направлены на поиск хотя и косвенных, но зато не­посредственно регистрируемых показателей сдвигов в функционировании организма [20, 57]. Традиционное обращение к этому классу явлений определено целым рядом существенных причин. Главная из них — это возможность объективного описания наблюдаемых явлений. Кроме того, привлечение физиологических показателей существенно расширяет область доступных описанию проявлений изучаемой динамики поведенческих реакций и создает возможность хотя бы для гипотетического соотнесения психологических явлений с их органической основой. Немаловажным аргументом в пользу применения физиологических показателей является принципиальная возможность количественной оценки сдвигов в функционировании любой системы.

В качестве возможных индикаторов динамики функциональных состояний рассматриваются самые разнообразные показатели функционирования центральной нервной системы. К их числу относятся, прежде всего, электрофизиологические показатели ЭЭГ, ЭМГ, КГР, ВП, а также частота сердечных сокращений, величина артериального давления, состояние тонуса сосудов, величина диаметра зрачка и многие другие (рис. 6). Кроме того, интенсивно развиваются исследования биохимических сдвигов в организме при различных функциональных состояниях. На базе же частных методик разрабатываются комплексные, полиэффекторные методы регистрации.

Изменения параметров электрической активности мозга традиционно рассматриваются в качестве непосредственного индикатора динамики уровня активации. Различным видам функциональных состояний ставят в соответствие характерные изменения в ЭЭГ. Так, появлением развивающегося утомления считается реакция дисинхронизации a-ритма в сочетании с появлением периодов медленной волновой (у- и 9-ритмы) активности. По мере возрастания утомления продолжительность этих периодов увеличивается и имеет место картина «гиперсинхронизации» ЭЭГ.

Другим общепринятым методом изучения динамики функциональных состояний является кожно-гальваническая реакция, используемая в качестве показателя «вегетативного тонуса». Экспериментально доказано существование непосредственной связи характера электрокожных ответов с изменением состояния ретикулярной формации, и следовательно, они могут рассматриваться как один из наиболее приемлемых критериев уровня общей активности. Исполь­зование этого показателя связано прежде всего с задачей диагностики состояний эмоциональной напряженности.К числу наиболее чувствительных и информативных показателей динамики функциональных состояний относятся различные параметры деятельности сердечно-сосудистой системы: анализ ос­новных составляющих ЭКГ, частота сердечных сокращений, величины артериального давления, кровенаполнения, перивескулярного и капиллярного сопротивления. Развитие состояний напряженности и утомления, связанное с увеличением энергетических затрат, приводит к закономерному возрастанию частоты сердечных сокращений, дыхательных движений и других параметров, свидетельствующих об усилении обменных процессов. Типичная картина

изменений основных параметров ЭКГ для определенного субъекта может служить надежным показателем степени адаптации к заданному уровню информационной нагрузки.



Динамика вегетативных соматических показателей: температура тела, функций пищеварительной и выделительной систем и т. д. — с успехом используется для характеристики непроизвольных сдвигов уровня активации в ходе, например, суточного цикла.

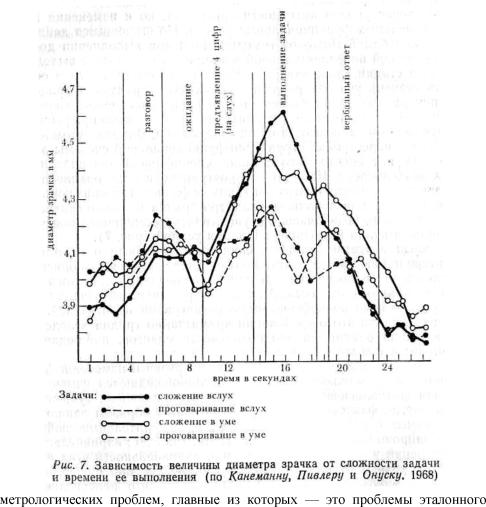
Обширная область исследований посвящена изучению особенностей гормональных сдвигов под влиянием различных нагрузок и условий деятельности. Несмотря на чисто технические трудности использования этих показателей в диагностических целях, число разработываемых и уже применяемых на практике методик непрерывно растет. Помимо изучения количественной динамики секреции различных гормонов как показателей суточной ритмики большое число исследований посвящено выявлению особенностей секреторной деятельности в различных поведенческих ситуациях,главным образом в зависимости от характера и уровня нагрузки. В качестве типичных корреляторов стресса, повышенной напряженности и утомления, обычно указывают на повышение содержания в крови и моче работающего человека 17-оксикортикостеридов, или «гормонов стресса» — адреналина и норадреналина.

Динамика физиологических показателей отражает не только общие сдвиги уровня активности организма, но и изменения нагрузки отдельных функциональных систем. По имеющимся данным, анализ колебаний мозговой гемодинамики при выполнении достаточно сложной интеллектуальной деятельности позволяет выделить основные стадии снижения умственной работоспособности и определить степень участия различных мозговых структур в процессе решения разных задач. Отмечается наличие характерной топографии пунктов максимальной дисинхронизации a-ритма при решении разных задач в зависимости от их содержания. Влияние утомления приводит к перестройке структурно-функциональной системы электрической активности мозга, также специфичной для различных видов деятельности. Широко распространено использование в исследованиях величины нагрузки таких ее физиологических коррелятов, как изменения величины диаметра зрачка и кожно-гальванической реакции, позволяющие осуществлять посекундный контроль затрачиваемых на выполнение задания усилий (рис. 7).

В связи с этими данными, свидетельствующими о системном характере наблюдаемых сдвигов, возрастает актуальность описания комплекса физиологических реакций, специфичных для того или иного состояния организма. Адекватное решение этой задачи возможно на основе полиэффекторной регистрации показателей. Однако реализация этого требования чрезвычайно трудна вследствие разнообразия реакций и неоднозначности сдвигов, наблюдаемых при одном и том же состоянии организма.

Нет сомнения в том, что умственная нагрузка и изменение функциональных возможностей организма сопровождаются изменениями ряда физиологических показателей. К сожалению, существует много других факторов, которые аналогичным образом влияют на те же самые параметры. Отмечаются [20] нежелательные свойства такого широко используемого показателя, как ЭЭГ: вариабельность ее изменений у одного и того же лица, вариабельность этих изменений у разных лиц, сходство изменений ЭЭГ при существенно различных состояниях. Следует подчеркнуть, что перечисленные особенности характерны и для других физиологических показателей.

Использование физиологических показателей в диагностических целях сдерживается и существенными трудностями метрологического порядка. Несмотря на принципиальную возможность непосредственного количественного изменения наблюдамых в эксперименте сдвигов физиологических функций, перед исследователем встает целый ряд проблем. К их числу относятся задачи создания и выбора адекватных исследуемому материалу методических средств анализа (математические модели и концептуальные схемы анализа). Кроме того, существует целый ряд общих для всех видов физиологических измерений



уровня функционирования и нелинейности шкал измерений [57].

Перечисленные факты, а также сохраняющееся методическое несовершенство процедур регистрации и обработки физиологических данных представляют собой, как правило, реальные трудности в деле использования показателей для практической диагностики динамики функциональных состояний.

Психологические методы тестирования. Разработка психологических методов оценки функциональных состояний осуществлялась преимущественно в контексте исследований утомления и динамики работоспособности. В истории развития этой проблемы выделяется ряд основных этапов, связанных с принципиально различными подходами к постановке задач исследования и

95

оценкой диагностической ценности тех или иных показателей [47, 81]. Современный этап изучения утомления начался с появления известной моногра­фии Бартли и Шута [79]. Подчеркнув сложную природу этого феномена, авторы выделили и подробно проанализировали три основных аспекта проблемы. Термином «утомление» был обозначен личностно-когнитивный синдром, объединяющий разнообразные расстройства психических функций и субъективные ощущения усталости, отвращение к работе, переживания физического дискомфорта и т. д. Экспериментальная реализация этого подхода предполагает создание адекватных задаче исследования субъективных и психометрических методов исследования. .

Перспективность применения в диагностических целях субъективных оценок утомления отмечалось еще А. А. Ухтомским, который писал, что «так называемые субъективные оценки столь же объективны, как и всякие другие, и дадут на практике критерии утомления и утомляемости более деликатные и точные, чем существующие лабораторные методы сами по себе» [цит. по 47], и это объясняется многообразием проявлений симптоматики утомления во внутренней жизни индивида — от хорошо знакомого каждому комплекса ощущений усталости до специфических изменений самоафферентации, затрагивающих познавательную и мотивационную сферы.

Несмотря на широко распространенное мнение о первостепенном значении данных субъективного опыта для диагностики утомления, эта область исследований долгое время оставалась в стороне от научной разработки. Только в течение последних 10—15 лет эта область исследований начала интенсивно и плодотворно разрабатываться.

Симптомы проявления утомления в психической жизни индивида весьма разнообразны. Непосредственным выражением утомления являются чувства усталости, слабости, бессилия, быстрой утомляемости, сонливости. При сильных степенях утомления обычно наблюдаются негативно-окрашенные эмоциональные реакции: отвращение к работе, раздражительность, неприязнь к окружающим, тягостное напряжение и т. д. С разной степенью осознанности переживаются состояния физиологического дискомфорта: повышенная потливость, учащение сердцебиения, появление отдышки, тремора, болей в различных частях тела и т. д. Кроме того, к субъективной симптоматике можно отнести осознаваемые расстройства в области различных психических функций. К их числу относятся характеристики внимания (вялое, малоподвижное или хао­тичное, неустойчивое), разнообразные сенсорные расстройства, нарушения в моторной сфере (изменение темпа движений, снижение точности и координированности, деавтоматизация навыков).

Среди перечисленных симптомов можно выделить две категории: субъективные оценочные реакции, характеризующие отношение индивида к собственному состоянию, и объективно контролируемые признаки утомления (физиологический дискомфорт и нарушения психической деятельности), которые могут осознаваться человеком. Существование качественно различных групп симптомов дает основание для развития различных направлений в мето­дах субъективной диагностики — субъективного шкалирования и опросников.

Использование опросников направлено на выявление качественно разнообразных симптомов утомления, которые с большей или меньшей легкостью могут быть осознаны человеком. Количественная оценка или определение степени выраженности каждого признака не ставится главной целью подобных исследований. Состояние человека оценивается общим количеством перечисленных симптомов и их качественным своеобразием.

Отдельные опросники существенно различаются между собой объемом перечисленных признаков и способом их группировки. Объем их варьирует от нескольких признаков до нескольких десятков и даже сотен. Общей тенденцией при разработке новых опросников является стремление к ограничению списка симптомов, что соответствует требованиям краткости тестового описания и простоты количественной обработки. В то же время это предполагает включение в состав списка наиболее важных, «ключевых» признаков.

Выбор наиболее информативных симптомов и групп симптомов является основным путем создания более компактных и надежных опросников. Нередко такая работа ведется на основе привлечения средств многофакторного статистического анализа.

В качестве примера рассмотрим опросник физической активности, разработанный Японской ассоциацией здоровья в 1971 г. При конструировании опросника использовался факторно-аналитический метод. Исходным являлось предположение о том, что все многообразие проявлений утомления можно классифицировать следующим образом: симптомы слабой активации, слабой мотивации и физической дезинтеграции, причем две первые группы симптомов являются общими практически для всех видов труда.

Исходным материалом для построения опросника послужили 48 терминов, описывающие различные проявления утомления. Было проведено исследование, в котором 65 испытуемых с помощью семибалльной шкалы оценивали пригодность каждого термина для тестирования утомления. С помощью факторного анализа на основании результатов предварительного оценочного исследования были выделены две группы наиболее информативных симптомов, объединенных под названием «слабая активация» и «слабая мотивация». Ниже представлено содержание разработанного опросника,

***ОПРОСНИК***

***физической активности***

**«Слабая мотивация» .**

**«Слабая активация»**

1. **Не хочется ходить.**
2. **Срывающийся голос.**
3. **Не готов к работе.**
4. **Впалые щеки.**
5. **Избегание разговоров.**
6. **Мрачное лицо.**
7. **Безжизненные глаза.**
8. **Раздражительность.**
9. **Апатичное лицо.**
10. **Вялость.**
11. **Ошибки в работе.**
12. **Избегание взгляда.**
13. **Затруднения** в **общении.**
14. **Медлительность.**
15. **Сонливость.**
16. **Легкая отвлекаемость.**
17. **Бледное лицо.**
18. **Одеревеневшее лицо.**
19. **Дрожание пальцев.**
20. **Трудность концентрации внн мания.**

Таким образом, для современных исследований в области создания субъективных опросников характерны тщательная разработка симптоматики утомления, классификация признаков и выделение определяющих факторов, разработка способов контроля за выполнением теста. Однако практическое использование имеющихся опросников встречает целый ряд серьезных трудностей. В первую очередь это связано с отсутствием разработанных способов количественной оценки получаемых результатов. Общее количество отмеченных симптомов — слишком грубый показатель, особенно если не оценена сравнительная значимость присутствия того или иного признака. Кроме того, в опросниках обычно не определяется степень выраженности того или иного симптома. Последний недостаток преодолевается с помощью методик шкалирования субъективного состояния.

Методики субъективного шкалирования предназначены для оценки степени утомления самим человеком. Испытуемого просят соотнести свое состояние с рядом признаков, для каждого из которых выделены полярные оценки (отсутствие/присутствие, плохой/хороший) . Расстояние между крайними точками представляется в виде многоступенчатой шкалы. Степень выраженности каждого признака определяется расположением точки, выбранной испытуемым на этой шкале. Таким образом, рассматриваемая группа методов является одной из модификаций широко используемого в психологических исследованиях . метода семантического дифференциала Осгуда.

Размерность шкал и способы работы с ними существенно варьируют у разных авторов. Обычно используются шкалы, содержащие пять, семь или девять градаций. В последние годы все большее распространение получают неградуированные шкалы, т. н. зрительные аналоги оценочных шкал. В этом случае испытуемым предлагаются отрезки прямых заданного размера, на которых они должны отметить расстояние, субъективно соответствующее сте­пени выраженности шкалируемого переживания.

История применения метода шкалирования в области диагностики утомления началась с работ Мускио и Поффенбергера. Последним была предложена типичная семибалльная шкала[[4]](#footnote-5), построенная на основании элементарного здравого смысла, которую можно встретить и во многих современных исследованиях.

Использование субъективных методов оценки функционального состояния выдвигает на первый план задачу унификации значений слов и выражений, используемых при построении шкалы или составлении списка симптомов. Для этого обычно пользуются методом Терстона. Главным для этого метода является наличие достаточно обширной группы испытуемых-экспертов, работающих над созданием собственно шкалы. Первый этап работы состоит в выборе определенного числа слов и выражений, характеризующих критические степени утомления, из обширного списка (до нескольких сотен) возможных для данного

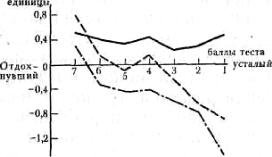
языка словесных характеристик этого состояния. Затем по ряду классификаций той же группы экспертов устанавливается порядок расположения отобранных признаков внутри шкалы.

Рассмотренная методика Поффенбергера является примером. простого, однофакторного шкалирования. Современные авторы при конструировании шкал исходят из представления о существовании сложного комплекса переживаний усталости. Предполагается, что такой симптомокомплекс представлен четко различающимися группами признаков, сила проявления которых меняется в зависимости от степени утомления.

Примером методики многофакторного шкалирования может служить тест дифференцированной самооценки утомления (САН)[[5]](#footnote-6). При разработке этого теста предполагалось, что характеристика функционального состояния возможна с помощью трех категорий признаков: самочувствия, активности и настроения. Испытуемый должен соотнести свое состояние с рядом признаков, характеризующих каждую из перечисленных категорий. Степень выраженности признака устанавливается по семибалльной шкале.

Тест САН представляет собой карту, на которую нанесены 30 пар слов полярного значения. Каждую из трех категорий характеризует 10 пар слов. К категории «самочувствие» относятся характеристики силы, здоровья, степени утомляемости, например: самочувствие плохое/хорошее, чувствую себя сильным/слабым, полный сил/обессиленный и т. д. К категории «активность» относятся характеристики подвижности, скорости протекания различных функций: пассивный/активный, малоподвижный/подвижный,

**У сянкры\***



.. рэзниуд Мг;дду са мочу и станем и цктиви ос^тью

**рази |[ [Nl** V **ел Ч очуу И МЭГГриеННРЧ**

paadtELja иед;ду дкпеяЗюСТЬК! D ИвщроецвдН;

Рис. S. Средние величины дивергенции меж­ду категориями теста зСАН» при различ­ных степенях усталости (по Доскину й др.,

1973) - '

медлительный/быстрый и т. д. В категорию «настроения» включены характеристики эмоционального состояния: веселый/грустный, настроение плохое/хорошее, жизнерадостный/мрачный и т. д. Десятикратное предъявление полярных признаков — членов одной и той же группы — повышает надежность получаемых данных. Расположение положительных (отрицательных) признаков как с правой, так и с левой стороны карты уменьшает возможность пред­намеренного искажения результатов.

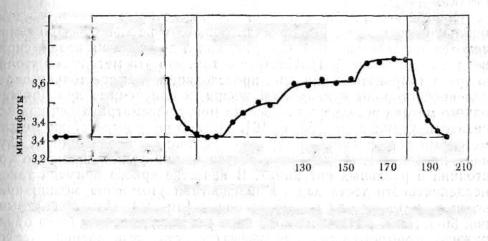
Данные по каждой категории признаков усредняются, при этом предполагается использовать три количественных показателя: среднее арифметическое, среднеквадратическое отклонение и ошибка средней арифметической. При этом величина среднего арифметического является непо­средственной характеристикой степени утомления, а по величине разброса оценок внутри одной группы признаков (среднеквадратическое отклонение) можно судить о степени достоверности получаемых результатов и соответственно надежности тестирования.

По данным авторов этого метода, его использование дает возможность охарактеризовать функциональное состояние и не только по абсолютным оценкам самочувствия, активности и настроения, которые снижаются по мере развития утомления, но и по показателям их соотношения (рис. 8). У отдохнувшего человека все три категории признаков оцениваются близкими цифрами. По мере нарастания утомления растет их дивергенция за счет снижения показателей самочувствия и активности по сравнению с субъективной оценкой настроения.

Развитие методов субъективных оценок функционального состояния идет по линии создания сложных и многоплановых тестов, основанных на использовании современного математического аппарата и ассимиляции данных, накопленных в области традиционного использования метода шкалирования в субъективной психофизике. Однако было бы неверным думать, что развитие этого направления исследований сталкивается с трудностями лишь метрологи­ческого характера.

Еще в первых экспериментальных исследованиях утомления отмечалось, что чувство усталости может быть следствием низкой мотивации, незаинтересованности в выполнении работы и что смена деятельности восстанавливает исходный уровень работоспособности. Субъективные оценки утомления зависят от таких внешних по отношению к операциональной структуре деятельности факторов, как уровень притязаний и степень возложенной ответственности. Кроме того, субъективные оценки явно или косвенно связаны с оценкой сложности выполняемой деятельности. С данным обстоятельством связана проблема соответствия получаемых субъективных оценок степени сложности выполяемого вида деятельности. Поэтому диагностика функциональных состояний только на основании данных субъективного опыта и самооценки может далеко не отражать истинного положения дел.

Диагностика функциональных состояний в психологической практике чаще всего ведется на основании анализа эффективности выполнения определенного вида деятельности. При этом анализируется динамика показателей количества, качества и скорости выполнения работы, а также лежащие в ее основе изменения соответствующих психологических функций.



Целью анализа может выступать характеристика показателей выполнения реальной трудовой деятельности человека. Основными показателями динамики работоспособности в этом случае служат характеристики общего числа выпущенной продукции, числа сбоев и изменение темпа работы в зависимости от продолжительности рабочего дня и влияния разнообразных неблагоприятных факторов, среды: плохой организации производственного процесса, недоста­точной освещенности рабочего места и вентиляции помещении, вредных воздействий, обусловленных спецификой производства.

Однако динамика производительности труда зависит от множества разнообразных причин, значительная часть которых не имеет прямого отношения к сдвигам функционального состояния работающего человека. Кроме того, для большого числа профессий эта величина вообще «е поддается количественному учету, хотя задача диагностики состояния для них также актуальна. Поэтому основным психологическим средством диагностики является использование коротких тестовых испытаний, оценивающих динамику протекания различных психических процессов во время выполнения трудового задания. В этом случае проблема оценки функционального состояния выступает как типичная психометрическая задача — описать и количественно оценить происшедшие под влиянием определенных причин (в нашем случае — работы) сдвиги исследуемых психологических характеристик.

К традиционно используемым процедурам следует отнести тесты определения абсолютных и дифференциальных порогов чувствительности в различных модальностях, показатели зрительной раоотоспособности, определение критической частоты слияния мельканий и критической частоты

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| —  нормаль  атмосф  и | ная 15,7% О2 \*ра высота— -7500 футов  п | 100%  о2 | нормальная атмосфера сигарета сигарета сигарета | 7% С02 93% О 2 |
| ~ соде СО F | ржание оя% крови | | | \_! | 2,0% 2Д% 4,1%  1 J 1 i 1 и | 0,8%  1 |

**LOG**

**поро­**

**га**

**3,8**

10 30 50 70 90 по

**Время (и минутах)**

Рис. 9. Влияние высоты, курения и содержания кислорода в воздухе на  
светочувствительность глаза (по Мак Фарланду, 1946)

слияния фосфена, анализ динамики последовательных образов. Однако наблюдаемые сдвиги этих психологических показателей чаще всего ошибочно относятся к группе физиологических тестов.

Изменение функционального состояния с точки зрения сенсорики проявляется, прежде всего, в изменениях чувствительности. Еще в ранних исследованиях утомления отмечались факты снижения тактильной и слуховой чувствительности при утомлении. Снижение зрительной чувствительности наблюдается под влиянием самых разнообразных факторов — различных неблагоприятных внешних воздействий среды (рис. 9), при длительном выполнении деятельности, нагрузках разной интенсивности и др. Одним из наиболее распространенных и надежных способов ее диагностики считается тест «КЧМ» (критической частоты слияния мельканий). При утомлении и воздействии разнообразных стрессоров наблюдается за-метное уменьшение этой величины, т. е. снижается временная разрешающая способность зрения. Этот факт является косвенным доказательством увеличения инерционности процессов в зрительной системе в указанных условиях.

Другой группой психометрических методов, не всегда четко дифференцируемой от физиологических способов регистрации, является анализ динамики различных проявлений двигательной активности человека. Наряду с мощной физиологической базой изучения этих характеристик (прежде всего это обширная область миографических исследований) существуют разнообразные собственно психологические методы анализа. Традиционными способами диагностики функциональных состояний являются различные варианты степ- теста и теппинг-теста.

Широко используются разнообразные методики оценки состояния различных психических функций: восприятия, памяти, внимания, мышления. Разработка большинства подобных психометрических методов была предпринята на начальном этапе изучения проблемы утомления — в конце XIX в. К их числу относятся общеизвестные тест Бурдона, метод непрерывного счета однозначных чисел Крепелина, метод элементарной шифровки Пьера-Рузера, метод исследования внимания на основе таблиц Шульте и т. д. [см. 53]. Перечисленные тесты в своих многочисленных модификациях до сих пор широко используются в психологической практике.

Применение психометрических методов является одним из наиболее перспективных путей решения проблемы диагностики функциональных состояний, так как они, с одной стороны, непосредственно характеризуют функциональные возможности человека, а с другой — объективны в том смысле, что исключают возможность сознательного завышения оценки работоспособности. Однако большинство из существующих методов имеют два серьезных недостатка.

Прежде всего задачи, по выполнению которых судят о функциональном состоянии, имеют мало общего с реально выполняемой человеком деятельностью. Сегодня, как и десятилетия назад, справедливо замечание А. П. Нечаева о том, что эти методы «позволяют регистрировать изменения, происходящие в сфере только определенной стороны психической жизни, и полученные при помощи одного метода результаты не всегда могут рассматриваться как показатели утомления» [53, с. 16]. Отсутствие соответствия между методами тестирования и трудовой деятельностью во многих случаях приводит к неудаче при тестировании функционального состояния в реальных ситуациях. В качестве яркого примера такой неадекватности теста задаче диагностики утомления можно привести результаты одного исследования [см. 81]. После непрерывной 56-часовой работы на конвейере у испытуемых не было обнаружено заметного снижения эффективности выполнения психо­метрического теста. Вряд ли этот результат может быть объяснен мотивационными эффектами — в этом случае пришлось бы говорить о героических усилиях испытуемого. Скорее это свидетельствует о неадекватности выбранного приема тестирования и нечувствительности анализируемых показателей.

Пригодность теста для решения конкретной задачи диагностики определяется с помощью центральных понятий теории психологического тестирования — валидности и надежности [25]. В зависимости от цели исследования содержание этих понятий может рассматриваться на различных уровнях — с точки зрения их теоретического значения, набора статистических процедур для количественной характеристики и т. п. В наиболее общем смысле валидность отражает соответствие выбранной методики задаче исследования, а с помощью понятия надежности определяется устойчивость или воспроизводимость получаемых оценок. Выполнение требований валидности и надежности предполагает существование адекватной теоретической концепции, в русле которой осуществляются разработка теста и решение задачи стандартизации выбранного методического приема. Реализация этих требований делает работу по созданию эффективных диагностических тестов чрезвычайно сложной и трудоемкой.

Другой принципиальный недостаток существующих психометрических методов тестирования состоит в том, что с их помощью можно оценить лишь результативную сторону деятельности и, как правило, ничего нельзя сказать о причинах наблюдаемых изменений. Между тем хорошо известно, что воздействие нагрузок приводит в первую очередь к мобилизации ресурсов организма и изменению способов работы без изменения ее результатов [58]. Поэтому для эффективного тестирования необходимо использование системы функциональных проб, определяющих состояние всех звеньев операционной структуры рассматриваемого вида психической деятельности.

С помощью системы функциональных проб, оценивающих эффективность выполнения тех или иных операций в микроструктуре кратковременной памяти, была предпринята попытка подойти к экспериментальному решению проблемы влияния утомления на преобразования информации в кратковременной памяти [4.0]. С этой целью была разработана система автоматизированных на базе ЭВМ тестов, включающая типичные процедуры исследования . процесса преобразований информации: времени реакции опознания, полного воспроизведения, поиска сигнала в шуме, определения отсутствующей цифры. Успешность выполнения различных методик отределяется эффективностью реализации определенных психологических операций или групп операций, специфичных для решения конкретных задач.

Предложенная система тестов в целом оказалась пригодной для использования ее в диагностических целях. Под влиянием нагрузки существенно снижается эффективность (с точки зрения правильности и скорости выполнения) большинства рассмотренных задач. По показателям выполнения рассматриваемых методик легко прослеживается типичная картина динамики работоспособности при длительном процессе деятельности [140]. В ходе исследования были отобраны наиболее чувствительные к влиянию утомления методики — к их числу относятся методики поиска сигнала в шуме, опознания, полного воспроизведения, определения отсутствующей цифры. Для каждой из них был определен диапазон условий, при которых влияние нагрузки выражено максимально.

Было установлено, что утомление избирательно влияет на выполнение одних и тех же операций, своеобразных «слабых мест» в системе преобразований информации. К таким эффектам относятся: увеличение продолжительности хранения информации в сенсорной памяти, нарушение операций повторения и извлечения информации из первичной памяти, нарушение операций установления семантических связей во вторичной памяти. Относительно неизменными остаются продолжительность хранения информации в первичной памяти, а также операций сенсорной обработки единичного стимула, его опознания, перевода в первичную память и ответа. Существенным достоинством рассмотренной системы тестов на кратковременное запоминание является ее автоматизация на базе ЭВМ. Использование ЭВМ на линии эксперимента значительно расширяет возможности применения диагностических методов.

Полная автоматизация проведения основных этапов эксперимента, значительное расширение области используемых экспериментальных условий (качественное разнообразие и неограниченный объем стимульного материала, достаточно широкий диапазон варьирования режимов предъявления информации и т. д.), возможность использования оптимальных стратегий проведения исследования на основе адекватных математических приемов планирования эксперимента и разработки программ адаптивного типа существенно улучшают качество психологического тестирования. Кроме того, использование вычислительной техники позволяет обрабатывать данные в реальном масштабе времени, что обеспечит немедленную оценку функционального состояния человека.

Однако внедрение ЭВМ в область практических исследований функциональных состояний не всегда оказывается возможным. В этом случае на помощь приходят средства «малой автоматизации» — портативные установки, специально разрабатываемые для проведения тестирования с помощью узкого класса психометрических задач в заранее ограниченной зоне экспериментальных условий, небольшие по объему, удобные в обращении и пригодные для транспортировки.

Комплексные методы оценки функциональных состояний. Проведенный анализ показывает, что всем существующим методическим направлениям оценки функциональных состояний свойственны существенные недостатки. Решение этой задачи может быть достигнуто только на пути применения комплексных методов, объединяющих достоинства рассмотренных подходов. Такой вывод является закономерным следствием понимания функционального состояния как интегральной характеристики наличных свойств и качеств человека, определяющих эффективность его деятельности.

В современной литературе вряд ли найдется экспериментальная работа, в которой оценка динамики функционального состояния человека проводилась бы с использованием только одного методического приема. Даже в тех случаях, когда целью исследования является анализ динамики какого-либо частного признака, обязательно обращаются к соотнесению результатов с эффективностью выполнения стоящей перед человеком поведенческой задачи, с данными о его субъективных переживаниях и т. д.

Доказательства необходимости интегральной характеристики функционального состояния человека, а также возможные пути реализации этого принципа рассматривались более подробно в рамках анализа основных методических подходов к проблеме диагностики функциональных состояний. Решение этой проблемы для физиологических исследований связано с разработкой адекватных полиэффекторных методов регистрации. Развитие же психологических методов тестирования идет по пути создания многоплановых субъективных тестов и различных психометрических проб. Это необходимый, но еще далекий от завершения, предварительный этап работы. Следующим шагом на пути решения проблемы диагностики функциональных состояний являются проведение корреляционных исследований и создание на их основе комплексных систем тестов более высокого порядка.

Центральной проблемой для данного направления исследованияявляется отбор из огромного числа имеющихся наиболее надежных и удобных для практического использования методик и методических средств. Требование практической пригодности принципиально может быть удовлетворено для любой методики за счет усовершенствования процедуры тестирования, способов регистрации и обработки данных на основе применения современных техниче - ских средств (использование ЭВМ на линии эксперимента, разработка портативных установок, применение адекватных математических моделей и средств статистического анализа). Надежность же отбираемых методических средств определяется чувствительностью используемых показателей и их адекватностью конкретным задачам и условиям тестирования.

Говоря о пригодности того или иного типа показателей динамики функциональных состояний, на первый план выдвигается проблема чувствительности применяемых критериев. При этом важно подчеркнуть, что различным проявлениям сдвигов, происшедших в функциональном состоянии организма, свойственна неодинаковая динамика во времени. Этот хорошо известный факт привлекает все большее внимание исследователей. В одном из экспериментальных исследований изучались изменение эффективности выполнения арифметических задач, симптомов субъективного стресса, динамика частоты сердцебиений и секреции катехоламинов в условиях длительного воздействия шума. Результаты эксперимента продемонстрировали не только существование типичной картины динамики отдельных показателей в условиях шумового стресса (по типу реакции адаптации к сверхнагрузкам), но и качественное своеобразие проявлений отсроченных эффектов стресса. Так, если ощущения субъективного дискомфорта непродолжительны и имеют тенденцию к скорому исчезновению, то эндокринная активность весьма продолжительна (от нескольких часов до двух суток) и возрастает после окончания стимуляции. Поведенческие и физиологические сдвиги наблюдаются как во время действия стрессора, так и в течение определенного периода времени после прекращения шумового воздействия.

Проблема чувствительности методик с этой точки зрения приобретает новую окраску — отбор диагностических показателей должен производиться с учетом временного интервала между периодом воздействия нагрузки и моментом появления максимальных сдвигов в анализируемой области.

Другой, наиболее важной стороной проблемы выбора наиболее чувствительных методик является их адекватность конкретным видам трудовой деятельности. Задача диагностики всегда строго определена. Исследователи ставятся перед необходимостью изучения определенных видов функциональных состояний, возникающихпри решении индивидом конкретных поведенческих задач. Разные виды трудовой деятельности предъявляют строго определенные требования к человеку с точки зрения их содержания (профессиональная характеристика) и конкретных условий труда. При этом степень нагрузки различных звеньев системы, обеспечивающих реализацию определенного вида деятельности, далеко не одинакова. Поскольку же работоспособность системы в целом определяется состоянием тех звеньев, которые испытывают наибольшую нагрузку или несут наибольшую ответственность за успешность работы, постольку соответствующие методики исследования работоспособности должны быть адресованы в первую очередь к этим звеньям. В целом ряде экспериментальных работ показано, что тесты, выбранные на основании анализа функциональной структуры деятельности, обладают большей диагностической информативностью, чем стандартные «универсальные» методики. Таким образом, содержательный психофизиологический анализ конкретных видов трудовой деятельности является необходимым условием создания комплексных систем тестов, пригодных для оценки динамики функциональных состояний в условиях реального производства.

§6. Моделирование в эргономике

Моделирование структуры и функций систем «человек-машина» получило широкое распространение в эргономике. Существуют различные виды моделирования: предметное, предметно-математическое, знаковое и его важнейшая форма — математическое. Кроме того, широко применяется стохастическое моделирование, основанное на установлении вероятностных связей между событиями.

Предметное моделирование, в ходе которого исследование ведется на модели, воспроизводящей основные геометрические, физические, динамические и функциональные характеристики «оригинала» [11], является характерной особенностью многих эргономических работ.

При этом используются статические и функциональные макеты [50]. Первые представляют, как правило, трехмерные, выполненные в натуральную величину модели оборудования, его отдельных блоков, которые подвергают испытаниям. Статический макет может использоваться: для выбора оптимального способа организации оборудования; для эргономической оценки оборудования и получения ответов на такие вопросы о его функционировании, которые не могут быть решены с помощью двухмерных чертежей; для решения задач организации рабочего места; для проверки размещения органов управления с точки зрения удобства пользования ими; для проверки точности и скорости считывания показаний приборов; для определения доступности точек проверки, испытаний в регулировки в процессе технического обслуживания оборудования. Функциональный макет представляет модель оборудования в натуральную величину, которая в отличие от статического может воспроизводить реальное функционирование аппаратуры в режимах ручного и автоматического управления. К этому виду макетов, можно отнести и тренажеры, предназначенные для профессиональной подготовки специалистов и используемые для изучения и решения задач проектирования соответствующего вида деятельности. Функциональные макеты, используемые в эргономике, это созданные по определенным правилам экспериментальные модели системы «человек-машина» или ее подсистемы, свойства которых таким образом детерминируют деятельность человека, что ее основные характеристики соответствуют параметрам деятельности в реальной системе [76]. Возможности использования функциональных макетов в эргономике могут быть значительно расширены с применением в качестве программирующих и анализирующих устройств электронной и вычислительной техники.

Функциональный макет может быть использован для изучения трудовой деятельности человека (группы людей) в имитированных условиях работы с целью сравнения альтернативных вариантов конструкции (или проверки единственного выбранного проекта), а также для оценки отдельных характеристик оборудования. Так, для проверки проектных предложений и эргономического обоснования художественно-конструкторских решений гидрокопировального станка с программным управлением были созданы макет прототипа станка в масштабе 1:1 и специальный стенд, позволяющий оперативно воспроизводить пространственные условия деятельности станочника. С 'помощью скользящих металлических стержней и навесного оборудования, имитирующего основные рабочие элементы станка (зажимной патрон, заднюю бабку и т. п.)„ на стенде последовательно воспроизводился ряд объемных моделей станка и рабочей зоны. Во время работы испытуемых с определенной моделью записывалась биоэлектрическая активность мышц.

Полученные миограммы позволили выбрать из ряда исследуемых вариантов один, размеры и геометрическая форма которого обеспечивали минимальное напряжение мышц станочника по поддержанию рабочей позы [36].

В эргономике остро ощущается необходимость применения методов математического моделирования. В последнее время модели человеческих факторов в технике появляются в большом количестве. Однако далеко не каждая из них действительно моделирует изучаемый процесс, и нередко моделирование превращается в игру математическими символами. Тем не менее это не дает оснований сомневаться в том, что стремление дать математическое описание человеческих факторов в целом, безусловно, способствует развитию теории и практики эргономики. Главные проблемы, которые возникают при этом, связаны с выявлением всего комплекса психофизиологических свойств и характеристик человека, существенных для его деятельности в системе. Именно они должны быть отражены в соответствующих математических моделях, призванных для количественного описания указанной деятельности [64].

Разработаны методики, в которых количественному моделированию подвергаются такие характеристики, как качество деятельности человека- оператора, квалификация и профессиональная деятельность операторов, их психологическая направленность («личностная», «коллективистская», «деловая»), психическая напряженность (стресс), моральное состояние и спаянность коллектива и др. [35, 37]. Проводятся работы по систематизации моделей, предназначенных для описания деятельности человека в конкретных режимах функционирования системы «человек—машина» [б].

В эргономических и инженерно-психологических исследованиях систем «человек—машина» использование имитационных моделей связано главным образом со стремлением охватить единым описанием как человека, так и технические компоненты системы; необходимостью представить процессы функционирования системы «человек—машина» в обобщенной форме, позволяющей выделить и изучить подсистемы и связи между ними; желанием освободиться от .подробностей описания внутрисистемных процессов [|32]. Одним из наиболее перспективных направлений развития моделирования для целей проектирования деятельности человека является использование теоретико-математического аппарата теории игр [31]. Эргономика нуждается в применении математических методов планирования и обработки экспериментальных данных. Планирование эксперимента, под которым понимают прежде всего систему представлений о рациональной стратегии проведения конкретного исследования [44], является существенным условием эффективного развития эргономики как сферы научной и практической дея­тельности.

§7. Использование ЭВМ в эргономических исследованиях

Построение адекватных моделей человеческой деятельности требует учета все большего числа факторов и взаимосвязей между ними, что ведет к постоянному усложнению моделей и способов работы с ними. Существенным

108

при этом оказывается то, что такие модели представляют собой или «плохие» уравнения, которые не удается решить аналитически, или системы большого числа уравнений, или, наконец, сложные в логическом отношении построения с большим числом связей и условий. В большинстве случаев работа с подобными моделями принципиально невозможна без использования вычислительной техники.

В еще большей степени стимулируют проникновение ЭВМ в область конкретных исследований каждодневные потребности практики. Среди таких задач можно назвать необходимость получения достаточного объема экспериментальных результатов за сравнительно короткое время; создание системы (банка) стандартных справочных эргономических данных; экстраполяция результатов, получаемых в лабораторных исследованиях на реальные условия деятельности; получение количественных характеристик возможностей человека при осуществлении различных видов познавательной и исполнительной деятельности.

Эффективное решение таких задач возможно лишь на основе полной и частичной автоматизации различного рода эргономических исследований. Только на этом пути возможен переход к «индустриализации» и унификации методов исследования с широким использованием количественных оценок, что, в свою очередь, позволит повысить достоверность и сопоставимость результатов различных работ.

Наиболее доступной (и распространенной) формой использования вычислительной машины является обработка результатов экспериментов (опросов, анкетирования, поведенческих показателей, физиологических параметров и т. п.). Обращение к ЭВМ при этом обусловлено ее возможностями работать с большими массивами данных со скоростью, на несколько порядков превосходящей возможности человека. Кроме того, машинная обработка позволяет использовать при анализе результатов экспериментов более мощный аппарат, чем любой из доступных при «ручной» обработке. Достаточно указать для примера различные виды многомерного анализа (частная корреляция, множественная регрессия и т. д.). До недавнего времени экспериментальные исследования осуществлялись в два этапа: сначала проводился собственно эксперимент (сбор информации), затем следовали анализ полученной ин­формации и ее обработка. Использование ЭВМ приходилось в основном на второй этап. Имеются примеры автоматизации только первого этапа — непосредственного проведения эксперимента, например для предъявления информации в определенном временном режиме по жесткой, составленной до эксперимента программе. Однако во многих случаях подобная двухэтапная процедура проведения исследования крайне неэффективна, поскольку отсут­ствие координации сбора данных с течением эксперимента приводит к хранению и обработке большого количества излишней информации. Тем более, что избыток «сырого материала» затрудняет, а иногда делает и невозможным выделение искомых закономерностей. Один из путей преодоления этих трудностей состоит в проведении автоматизированных экспериментов, в которых ЭВМ ведет отслеживание хода эксперимента, обрабатывая данные в темпе их поступления (в реальном масштабе времени), и выбирает нужную стратегию ведения эксперимента. Такое использование ЭВМ представляется наиболее эффективным. При этом оказывается возможным не только оперативно изучать множество характеристик в течение одного обследования, но и ставить эксперименты, принципиально не осуществимые при использовании любой иной технической базы, поскольку в таких экспериментах возникает необходимость принятия решений по достаточно сложным алгорит­мам за временные интервалы, исчисляемые миллисекундами.

Таким образом, в современных экспериментальных работах на вычислительную технику возлагаются различные задачи: сбор данных, их обработка, управление большими комплексами устройств с соблюдением весьма жестких временных режимов и, наконец, проведение адаптивных и даже самооптимизирующихся управляемых экспериментов. Однако имеются некоторые трудности, стоящие на пути эффективного использования вычислительной техники в эргономике и смежных с ней научных дисциплинах. Можно указать на такие обстоятельства, как необходимость овладения иссле­дователем навыками решения множества непривычных для него задач. В частности, для каждой машины с конкретным набором ее технических характеристик встают проблемы ввода данных в ЭВМ, отсева избыточного материала, исключения артефактов, удобного способа представления конечных результатов обработки,, программирования и т. п.

Разнообразие существующих, выпускаемых и проектируемых машин создает также нелегкую проблему выбора типа ЭВМ. Исключительно быстрое развитие вычислительной техники, частая смена типов и поколений ЭВМ, их математического обеспечения и языков программирования приводят к тому, что с точки зрения пользователя машины могут устаревать, едва начав функционировать.

Однако центральный вопрос, определяющий эффективность использования вычислительной техники в эргономике, заключается прежде всего в разработке конкретных задач, решаемых с помощью ЭВМ. Широко распространенное мнение, что «машины могут все», далеко не всегда сочетается с пониманием того, что при отсутствии четко поставленной задачи привлечение ЭВМ бесполезно. Ведь компьютеры не просто «быстро считают». Практически любые попытки их использования прежде всего четко отграничивают степень нашего незнания. Задачей машины не может быть просто исследование некоторого явления. Необходимым этапом является составление четкого алгоритма решения поставленной задачи во всех его деталях. Случается, что в результате проведения такой подготовительной работы отпадает необходимость самого эксперимента. Успех в решении той или иной проблемы зависит от уровня сформированных гипотез и степени разработанности моделей в значительно большей степени, чем от использования современной техники самой по себе. А эта работа, по крайней мере в обозримом будущем, остается прерогативой человека.

В настоящее время в эргономике при переходе к анализу данных с помощью ЭВМ используются более или менее традиционные математические методы, заимствованные из арсенала технических наук: теории информации, обработки сигналов, исследования операций, распознавания образов и т. п. Но при постановке конкретного эксперимента необходима бывает либо модификация этих традиционных методов в связи с решаемой задачей, либо разработка новых методов и алгоритмов.

Технические средства, используемые в эргономических исследованиях, также (за редким исключением) представляют собой стандартные устройства и приборы, специально не ориентированные на применение в этой области. Поэтому, как правило, необходимы определенные усилия для адаптации этих технических средств к условиям собственно эргономического эксперимента.

Необходимо отметить также, что использование вычислительной машины приводит к необходимости принципиальной перестройки всей структуры эксперимента. В то же время планирование эксперимента, степень перестройки экспериментальных процедур и их аппаратурного обеспечения зависят от способа применения ЭВМ. Для примера здесь можно указать на некоторые из проблем, возникающих при использовании машины в неавтономном режиме (на линии эксперимента): отчужденность экспериментатора от непосредственного участия в опыте требует введения сложных и разнообразных процедур регулярной тестовой проверки всех технических устройств; по той же причине принципиально должны быть изменены инструкции испытуемым; невозможность, при данных технических характеристик ЭВМ, оценивать в реальном времени некоторые традиционно применяемые параметры может вы­звать необходимость изучения других характеристик и т. п.

Следует, однако, иметь в виду, что самая тщательная формулировка задач и корректное применение математических методов не гарантируют немедленного успеха и не избавляют от разочарования тех, которые ждут от «машинизации» исследований слишком многого. И дело здесь может заключаться не в частных ошибках и недочетах исследователя или в несовершенстве ЭВМ и применяемых методов, это может быть следствием неправильного выбора используемых подходов к анализу эргономических проблем, которые родились при исследовании физических систем, несравненно более простых, чем названные явления. Возможно, что для расшифровки данных эргономических и психофизиологических исследований в принципе не применимы существующие алгоритмические методы. Здесь напрашивается аналогия с теми проблемами, с которыми столкнулись исследователи, занимающиеся машинным переводом. Решение их побудило к коренной перестройке взглядов на структуру языка и, более того, на постановку самой проблемы. Так и при анализе человеческих факторов, явлений психики и «языков мозга», возможно, потребуется со временем существенно изменить имеющиеся подходы [48].

ЛИТЕРАТУРА

1. Авиационные цифровые системы контроля и управления. Под ред. В. А. Мяс­никова и В. П. Петрова. Л., «Машиностроение», 1976.
2. А ко ф Р. Л. Системы, организации и междисциплинарные исследования.-В кн.: Исследования по общей теории систем. М., «Прогресс», 1969.
3. А л е к с е е в Н. Г., Семенов И. Н. Типы системного представления оперативной деятельности.— «Техническая эстетика», 1977, № 4—5.
4. А н а н ь е в Б. Г. О проблемах современного человекознания. М., «Наука», 1977.
5. Асеев В. Г. Проблема монотонности в исследованиях зарубежных авторов.— «Вопросы психологии», 1975, № 1.
6. А х у т и н В. М., Н а ф т у л ь е в А. И. Математическое моделирование деятельности человека- оператора при разработке эргономических систем.—

В кн.: Человек и общество. Социальные проблемы управления. Под ред. Ю. А. Дмитриевой. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1973.

1. Б а с с и и Ф. В. О развитии взглядов на предмет психологии.— «Вопросы психологии», 1971, № 4.
2. Березкин Б. С., Зинченко В. П. Исследования информационного поиска.— В кн.: Проблемы инженерной психологии. М., «Наука», 1967.
3. Бе р н ш т е й н Н. А. Общая биомеханика. М., 1926.
4. Бернштейн Н. А. Очерки физиологии активности. М., 1959.
5. Бирюков Б. В., Гастев Ю. А., Геллер Е. С. Моделирование. БСЭ, т. 16. Изд. 3-е. М., «Советская энциклопедия», 1974.
6. Бирюков Б. В., Геллер Е. С. Кибернетика в гуманитарных науках. М., «Наука», 1973.
7. Блок В. Уровни бодрствования и внимание.— В кн.: Экспериментальная психология, вып. III. Под ред. П. Фресса и Ж- Пиаже. М., «Прогресс», 1970.
8. Бобнева М. И. Инженерная психология и дизайн.— В кн.: Проблемы технической эстетики, вып. 3. М., «Искусство», 1970.
9. Богданов В. А., С олово в а Л. М., Суходольский Г. В. Исследование и оценка некоторых средств отображения информации для атомных

электростанций.— В кн.: Психология—производству и воспитанию. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1977.

1. Бусленко Н. П., Калашников В. В., Коваленко И. Н. Лекции по теории сложных систем. М., «Советское радио», 1973.
2. Бушу ров а В. Е., Н а ф ту л ь е в А. И. Проблема проектирования деятельности человека-оператора в системах управления и методы ее решения.— В кн.: Человек и общество. Социальные проблемы управления. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1973.

Величковский Б. М., Капица М. С, Цзен Н. В. Опознание цифр в стробоскопическом движении.— «Новое в психологии», 1975, вып. 1. 19. Величковский Б. М. Зрительная память и модели переработки информации человеком.— «Вопросы психологии», 1977, № 6.

Генкин А. А., Медведев В. И. Прогнозирование психофизиологических состояний. Л., «Наука», 1973.

1. Глезер В. Д. и др. Зрительное опознание и его нейрофизиологические механизмы. Л., 1975.
2. Г о р ш к о в СИ., 3 о л и и а 3. М., М о й к и н Ю. В. Методы исследования в физиологии труда. М., «Медицина», 1974.
3. Г о р б о в Ф. Д. Экспериментальная групповая психология.— В кн.: Проблемы инженерной психологии, вып. 4. Л., 1966.
4. Гусинский А. И., Евграфов В. Г. Эргономическое проектирование судовых систем управления. Л., «Судостроение», 1977.
5. Г у р е в и ч К- М. Профессиональная пригодность и основные свойства нервной системы. М., «Наука»,

1970.

1. Джонс Дж. К. Инженерное и художественное конструирование. Современные методы проектного анализа. Пер. с англ. М., «Мир», 1976.
2. Д о б р о л е н с к и и Ю. П., 3 а в а л о в а Н. Д., П о н о м а р е н « о В. А., Т у-ваев В. А. Методы инженерно-психологических исследований в авиации. М., «Машиностроение», 1975.
3. Донской Д. Д. Биомеханика. М., «Просвещение», 1975.
4. Дубровский В. Я., Щ е д р о в и ц к и й Л. П. Проблемы системного инженерно-психологического проектирования. М., Изд-во Моск. ун-та, 1971.
5. Е р м а к о в а С. В., С т р о к и н а А. Н. Программа антропометрических исследований применительно к задачам эргономики.— В кн.: Эргономика. Принципы и рекомендации, вып. 6. М., изд. ВНИИТЭ, 1974.
6. Журавлев Г. Е. Проблемы применения теории игр в психологии.— В кн.: Психология и математика. Отв. ред. В. Ф. Рубахин. М., «Наука», 1976.
7. Журавлев Г. Е., Р у б а х и н В. Ф., С у б б от и н Ф. А. Имитационное моделирование групповой деятельности операторов.— В кн.: Психология и математика. Отв. ред. В. Ф. Рубахин. М., «Наука», 1976.
8. 3 а р а к о в с к и й Г. М. Психофизиологический анализ трудовой деятельности. М., «Наука», 1966.
9. Зараковский Г. М., Медведев В. И., Мунипов В. М. Принципы эргономического описания деятельности оператора.— В кн.: Эргономика. Принципы и рекомендации, вып. 2. М., изд. ВНИИТЭ, 1972.
10. 3 а р а ко в ский Г. М., Королев Б. А., Медведев В. И., Шлаеи П. Я. Введение в эргономику. М., «Сов. радио», 1974.
11. Зефельд В. В. Предпроектное эргономическое моделирование.— «Техническая эстетика», 1974, № 2.
12. Зигель А. и Вольф Дж. Модели группового поведения в системе человек — машина с учетом психосоциальных и производственных факторов. Пер. с англ. М., «Мир», 1973.
13. Зинченко В. П. О микроструктурном методе исследования познавательной деятельности.— В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, 1972, вып. 3.
14. Зинченко В. П., Гордон В. М. Методологические проблемы психологического анализа деятельности.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник. 1975. М., «Наука» 1976.
15. Зинченко В. П., Леонова А. Б., Стрелков Ю. К. Психо.метрика утомления. М., Изд-во Моск. ун-та,

1977.

1. Зинченко В. П., Мунипов В. М., Смолян Г. Л. Эргономические основы организации труда. М., «Экономика», 1974.
2. Инженерная психология. Теория, методология, практическое применение.

М., «Наука». 1977.

1. Инженерная психология в применении к проектированию оборудования. Пер. с англ. Под ред. Б. Ф. Ломова и В. И. Петрова. М., «Машиностроение», 1973.
2. Информационные материалы. Кибернетика № 6 (100). М., изд. АН СССР, Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика». 1977.
3. Котик М. А. Саморегуляция и надежность человека-оператора. Вильнюс, 1974.
4. Л а з а р у с Р. Теория стресса и психофизиологические исследования.— В кн.: Эмоциональный стресс. Под ред. Л. Леви. Л., «Медицина», 1970.
5. Л е о н о в а А. Б. Проблема субъективной диагностики утомления. «Техническая эстетика», 1977, № 9.
6. Ломов Б. Ф., Николаев В. И., Рубахин В. Ф. Некоторые вопросы применения математики в психологии. В кн.:— Математика и психология. Отв. ред. В. Ф. Рубахин. М., «Наука», 1977.
7. Ме д в е д е в В. И. Функциональные состояния оператора.— В кн.: Эргономика. Принципы и рекомендации, выя. 1. М., изд. ВНИИТЭ, 1970.
8. М е й с т е р Д., Р а б и д о Дж. Инженерно-психологическая оценка при разработке систем управления. Пер. с англ. М., «Сов. радио», 1970.
9. Методы социальной психологии. Под ред. Е. С. Кузьмина и В. Е. Семенова. Л., Изд-во Ленингр. ун-та,

1977.

1. Небылицин В. Д. Основные свойства нервной системы человека. М., -Педагогика», 1976.53. Нечаев А. П. (ред.). Психическое утомление. М.— Л., ГИЗ, 1929.
2. Новиков М. А. Принципы и методы группового отбора.— В кн.: Материалы III Всесоюзного съезда общества психологов СССР, т. III., вып. 1. M. 1968.
3. О г у р ц о в А. П., Разумов А. Е., Юдин Б. Г. Научно-техническая, революция и особенности современного научного познания. М., «Знание», 1977.
4. О льш а некий В. Б. Социометрия. БСЭ, т. 24 (I), изд. 3-е. М., «Советская энциклопедия», 1976.
5. П а й а р Ж. Применение физиологических показателей в психологии.— В кн.: Экспериментальная психология, вып. 3. М., 1970. Под ред. П. Фресса » Ж. Пиаже.
6. Платонов К. К. Вопросы психологии труда. Изд. 2-е. М., 1970.
7. Практикум по физиологии труда. Под ред. К. С. Точилова. Л., Изд-во Ленингр. ун-та. 1970.
8. Проблемы инженерной психологии, вып. 4. Л., 1956.
9. Процесс социального исследования. Вопросы методологии, методики и организации марксистско- ленинских социальных исследований. Пер. с нем. М., «Прогресс», 1975.
10. Психология и математика. Отв. ред. В. Ф. Рубахин. М., «Наука», 1976.
11. Розен блат В. В. Проблемы утомления. Изд. 2-е. М., «Наука», 1975.
12. Р о н ж и н О. В. Информационные методы исследования эргатических систем. Л., «Машиностроение»,

1976.

1. Руководство к практическим занятиям по гигиене труда. Под ред. 3. И. Из-раэльсона и Н. Ю. Тарасенко. М., «Медицина», 1973.
2. С а ф о н о в В. К. Прогнозирование надежности оператора в производственной деятельности.— В кн.: Психология — производству и воспитанию. Л., Изд-во Ленинград, ун-та, 1977.
3. Справочник по гигиене труда. Ред. Б. Д. Карпова, В. Е. Ковшило. Л., «Медицина», 1976.
4. С у х о д о л ь с к и й Г. В. Оценка компоновки приборных панелей и панелей органов управления.— В кн.: Методология исследований по инженерной психологии и психологии труда, ч. 2. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1975.
5. Теп лов Б. М. Проблемы индивидуальных различий. М., 1961.
6. Укреплять взаимосвязь общественных, естественных и технических наук.— «Коммунист», 1977, № 1.
7. Фридман Л. М. О путях развития математической психологии.— «Вопросы психологии», 1970, № 4.
8. Фридман Л. М. О некоторых проблемах моделирования и математизации в психологии.— «Вопросы психологии», 1974, N° 5.
9. Хомская Е. Д. Мозг и активация. М., Изд-во Моск. ун-та, 1972.
10. Чернышева О. Н., Иванова Е. М., С троки на А. Н., Лидо-в а В. Б. Некоторые методы эргономического анализа деятельности в условиях производства.— В кн.: Эргономика. Принципы и рекомендации, вып. 2, М., изд. ВНИИТЭ, 1971.
11. Ш т о ф ф В. А. Моделирование и философия. М.— Л., «Наука», 1966.
12. Эргономика.—Труды ВНИИТЭ, вып. 10. М., 1976.
13. Ю д и н Э. Г. Методологический анализ, его основные задачи и формы.— «Политическое самообразование», 1975, № 8.
14. Ядов В. А. Социологическое исследование. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1972.
15. Bart ly S. H., Chute E. F. Fatigue and impairment in man. N. Y., 1947.
16. В a r t1 e 11 F. С Psychological criteria of fatigue. — In: «Simposeum of fatigue» (eds. Floyed W. F. & Welford А. Т.). L., 1953.
17. Cameron С A theory of Fatigue. — In: Man under stress (Ed. Welford А. Т.). L., 1974.
18. С a m p b e 11 F. W., Robson J. G. Application of Fourier analysis to the visibility of gratings. — «J. Psysiol.», 1968, 197.
19. Е У s е п с к М. W. Human memory: theory, research and individual diiferen- ces. Oxford, 1977.
20. Gibson J. J. The perception of visual world. Boston, 195°. 85. Kaufman L. Sight and mind. N. Y.,

1974.

86. Kelly D. H. Frequency doubling in visual responses. — «J. opt. Soc. Am.», 1966, 56.

87 Meister D. Behavioral foundations of system development. Wiley, N. Y., 1976.

1. Meister D. Human Factors: Theory and Practice. N. Y., 1971.
2. Meisser U. Cognitive Psychology. N. Y., 1967.
3. Phillips W. A., Christie D. F. M. Components of visual memory. — «Q. J. exp. Psychol.», 1977, 29.
4. Riedwyl H., Scha froth M. Grafische Darstellung mehrdimensionaler Beobachtungen. — «EDV in Medizin u. Biologie», 1976, N 7.
5. S t e r n b e r g S. Memory scanning: new findings and current controversies. — In: Dentsch D. and J. A. Deutsch: Short-term memory. N. Y., 1975.
6. Принципы эргономического анализа трудовой деятельности

Категория деятельности является важнейшей в системе формирующегося эргономического знания. Труд осуществляется в различных формах предметно­практической, производственной, познавательной и управляющей деятельности. «Деятельность есть специфически человеческая форма отношения к окружающему миру, содержание которой составляет целесообразное изменение и преобразование этого мира» [62, с. 267—268]. Для человека объекты природы утрачивают свою непосредственность и выступают как предметы, т. е. прежде всего как средства изготовления орудий. Использование орудий труда предполагает постановку цели и руководство-вание ею как идеальным образом требуемого продукта. Эту основную особенность трудовой деятельности К. Маркс охарактеризовал следующим образом: «В конце процесса труда получается результат, который уже в начале этого процесса имелся в представ­лении человека, т. е. идеально. Человек не только изменяет форму того, что дано природой; в том, что дано природой, он осуществляет вместе с тем свою сознательную цель, которая как закон определяет способ и характер действий и которой должен подчинять свою волю» [1, с. 189]. В этом отрывке отчетливо указаны основные структурные компоненты трудовой деятельности: цель как идеальное представление результата, способ или средство ее достижения и, наконец, воля, т. е. определенные личностно-смысловые образования.

Деятельность в эргономике выступает в качестве предмета объективного научного изучения. Она расчленяется и воспроизводится в теоретических схемах и моделях в соответствии с методологическими принципами, развитыми в науке, и в зависимости от конкретных эргономических задач. Деятельность в эргономике выступает и как предмет управления, т. е. то, что подлежит организации в слаженную систему функционирования и (или) развития на основе совокупности фиксированных принципов, которые должны быть сформулированы в эргономике, в социальной психологии и социологии труда. Деятельность в эргономике выступает и как предмет проектирования, т. е. перед эргономикой стоит задача выявления способов и условий оптимальной реализации определенных (преимущественно новых) видов трудовой (и профессионально-учебной) деятельности. Наконец, деятельность в эргономике выступает и как предмет многоплановой оценки, которая и должна осуществляться в соответствии с различными критериями, такими, как эффективность, надежность, удовлетворенность работой, комфортность и т. п. Таким образом, деятельность выступает в эргономике как начало, содержание и завершение эргономического анализа, организации, проектирования и оценки. Естественно, что такая самая общая характеристика функций деятельности может играть лишь роль методологического ориентира эргономических ис­следований. Для решения научных и практических задач эргономики понятию деятельности должен быть придан определенный конструктивный смысл. Эта задача отнюдь не простая, поскольку в эргономике пока еще недостаточно развиты собственные концептуальные схемы анализа деятельности. В эргономике поэтому широко используются концептуальные схемы анализа трудовой деятельности, имеющиеся в смежных науках, особенно в психологии и социологии. Эти концептуальные схемы не только ассимилируются, но и трансформируются эргономикой в соответствии со спецификой решаемых ею задач. Эргономика стоит перед необходимостью разработки методов анализа и выявления функциональных структур различных видов трудовой деятельности: от сравнительно элементарных до предельно сложных, порожденных научно­технической революцией. Таково обязательное условие оптимизации трудовой деятельности, рационального проектирования ее новых видов и форм. В противном случае задачи эти решаются либо на основании здравого смысла, либо путем эмпирического перебора множества факторов, так или иначе влияющих на эффективность и другие аспекты трудовой деятельности, т. е. методом последовательных приближений.

Прежде чем характеризовать функциональную структуру трудовой деятельности, единицы ее анализа и типы связей между ними, необходимо охарактеризовать основные виды трудовой деятельности.

§ 2. Классификация рабочих профессий

В историческом аспекте выделяют три основные стадии развития техники и труда или системы «техника — человек»: ручной труд, механизированный труд, автоматизированный труд. Всеэти типы труда имеют место в современном производстве. Эргономика, возникнув на стадии автоматизированного труда, имеет тем не менее отношение ко всем трем его типам. Эргономика нуждается в стройной классификации современных видов труда. На нынешнем этапе представляется целесообразным воспользоваться классификацией, созданной в ЦСУ СССР для группировки рабочих (профессий) по признаку механизации труда при проведении переписи профессионального состава рабочих. Указанное деление рабочих на группы по признаку механизации труда, в частности, успешно использовалось при социологическом анализе проблем труда [59]. Согласно этой классификации выделяют пять групп рабочих, различаемых по степени механизации трудовой деятельности.

Первая группа — рабочие, выполняющие работу при помощи автоматов, автоматизированных аппаратов и установок. Сюда относятся рабочие, наблюдающие за работой автоматических и полуавтоматических блоков, агрегатов, аппаратов, станков и т. п., регулирующие режим их работы, настраивающие и налаживающие их. К этой же группе относятся и рабочие полуавтоматических машин, станков, аппаратов, если их функцией также являются контроль и регулировка работы полуавтоматов; наладчики и настройщики полуавтоматов, у которых преобладает функция наблюдения.

Вторая группа — рабочие, выполняющие работу при помощи машин, станков, механизмов, аппаратов, механизированного инструмента (станочники, машинисты, шоферы, трактористы, аппаратчики, мотористы, забойщики с отбойным молотком, газо-и электросварщики и т. п.). Для всех этих рабочих характерна прежде всего функция непосредственного управления машиной, аппаратом. Внутри этой группы иногда вводится разделение на подгруппы в зависимости от совершенства применяемых орудий труда.

Третья группа — рабочие, выполняющие работу вручную при машинах и механизмах, дополняющие своим ручным трудом работу машин (подсобные рабочие): грузчики при контейнерах и транспортерах; сортировщики, фасовщики, упаковщики, мойщики, разливщики и другие рабочие, занятые при машинах и механизмах. Рабочие этой группы могут быть заняты на совершенно аналогичных работах в равной мере как у неавтоматических машин, так и у автоматов и полуавтоматов. Для рабочих всей этой группы характерен малоквалифицированный, обычно монотонный труд.

Четвертая группа — рабочие, выполняющие работу вручную или с помощью немеханизированного инструмента, занятые не при машинах и механизмах, т. е. на чисто ручных работах (рабочие малоквалифицированного труда мануфактурного типа, рабочие высококвалифицированного ремесленного типа, рабочие высококвалифицированного труда на ручной комплескной сборке и подналадке сложносборных изделий.

Пятая группа — рабочие, выполняющие работу по ремонту машин и механизмов, слесари, электрослесари, электромонтеры-ремонтники, включая дежурных. К этой же группе относятся наладчики, настройщики станков, машин, установщики инструмента, у которых преобладает функция наладки.

Вместе с тем рабочие ремонтных групп, участков, мастерских,, цехов, заводов, которые заняты не на комплексном ремонте машин, а на специализированных операциях, относятся к какой-либо из первых четырех групп. Например, токари и другие станочники, газо- и электросварщики, занятые на ремонтных работах, относятся ко второй группе, как рабочие, выполняющие работу при помощи машин и механизированного инструмента.

В приведенной классификации переплетаются работы, связанные с ручным, машинным и автоматизированным производством. Высказываются критические замечания по поводу строгости классификации в третьей и четвертой группах, которые включают в себя как неквалифицированных (подсобники, такелажники, грузчики и т. п.), так и высококвалифицированных (слесари, электромонтеры, слесари-инструментальщики, и т. п.) рабочих ручного труда. Тем не менее пока более совершенной классификации видов трудовой деятельности не создано.

Для целей эргономического анализа в большинстве случаев осуществляется более дробное деление профессий. Так, рабочие автоматизированных систем управления, или операторы (первая группа), подразделяются на пять видов, в соответствии с которы ми определяют пять классов операторской деятельности.

I. Оператор-технолог. Оператор непосредственно включен в тех­нологический процесс, работает в основном в режиме немедленного обслуживания, совершает преимущественно исполнительные действия, руководствуясь при этом четко регламентирующими действия инструкциями, которые содержат, как правило, полный набор ситуаций и решений. Это — операторы технологических процессов автоматических линий, операторы, выполняющие функции формального перекодирования и передачи информации.

II. Оператор-манипулятор. В этом случае для оператора основную роль играют механизмы сенсомоторной деятельности, а также, хотя и в меньшей степени, образного и понятийного мышления. К числу функций оператора- манипулятора относятся управление манипуляторами, роботами, машинами- усилителями мышечной энергии. К этой же категории можно отнести и деятельность операторов, обслуживающих радиолокационные станции — классический объект исследования инженерной психологии. Правда, дея­тельность этих операторов с неменьшими основаниями может быть отнесена к следующему типу — к деятельности оператора-наблюдателя, поскольку при выполнении функций слежения, сопровождения целей в условиях помех огромная доля нагрузки падает на зрительную систему. III. Оператор- наблюдатель, контролер. Это классический тип оператора (оператор слежения радиолокационной станции, диспетчер транспортной системы и т. п.). Для данного типа деятельности характерен больший «вес» информационных и концептуальных моделей, у него соответственно несколько редуцированы навыки управления (по сравнению с первыми двумя типами деятельности оператора). Он может работать как в режиме немедленного, так и в режиме отсроченного обслуживания. Такой тип деятельности является массовым для операторов технических систем, работающих в реальном масштабе времени.

1. Оператор-исследователь. Такой оператор в значительно большей степени использует аппарат понятийного мышления и опыт, заложенные в образно-концептуальных моделях. Органы управления играют для него еще меньшую роль, а «вес» информационных моделей, напротив, существенно увеличивается. К таким операторам относятся исследователи любого профиля — пользователи вычислительных систем, дешифровщики объектов (изображений) и т. д.
2. Оператор-руководитель. Он управляет не техническими компонентами системы или машины, а другими людьми. Это управление осуществляется как непосредственно, так и опосредствованно — через технические средства и каналы связи. К таким операторам относятся организаторы, руководители различных уровней, лица, принимающие ответственные решения, обладающие соответствующими знаниями, опытом, тактом, волей, навыками принятия реше­ния и интуицией. Операторы-руководители в своей деятельности должны «играть» не только с объектом, учитывать не только возможности и ограничения машинных компонентов системы, но в полной мере должны учитывать особенности подчиненных — их возможности и ограничения, состояния и настроения. Основной режим деятельности оператора-руководителя — оперативное мышление.

При всем своем несовершенстве эта классификация операторской деятельности проясняет пути согласования внешних средств и способов деятельности и позволяет, по крайней мере на первых порах, лучше ориентировать исследовательскую и практическую работу в области эргономики [39].

В сферу эргономических исследований преимущественно включаются виды трудовой деятельности, которые связаны с использованием технических средств. Труд, выполняемый вручную, иногда включают в сферу изучения эргономики; имеется ряд эргодомических изданий, посвященных проблемам ручного труда.

Универсальной классификации техники еще не создано, что затрудняет разработку ее эргономической классификации, потребность в которой все острее ощущается в связи с необходимостью подготовки эргономических требований и рекомендаций применительно к определенным видам техники. Объектом эргономики являются: производственная техника (машины, механизмы, инструменты, аппараты управления машинами и технологическими процессами, средствами транспорта, коммуникации, связи и т. п.); непроизводственная техника (средства коммунальной и бытовой техники[[6]](#footnote-7), техника передвижения, техника образования и культуры и др.), а также военная техника (танки, ракетные установки, летательные аппараты, надводные и подводные суда и др.).

Для целей предварительного анализа представляет интерес общая классификация орудий и средств труда по степени их автоматизации [43] позволяющая схематично представить основные объекты эргономического анализа:

а) ручной инструмент и простейшие приспособления;

б) механизированный и электрифицированный инструмент;

в) машины без принудительной связи рабочего органа с предметом труда, работающие тогда, когда работает обслуживающий их рабочий;

г) одиночные полуавтоматы, в которых осуществляется принудительная связь рабочего органа с предметом труда, но без автоматической загрузки и выгрузки материалов и продукции;

д) одиночные автоматы, в которых осуществляется автоматизация всех .процессов рабочего цикла, снабжения материалов и вывод готового продукта;

е) полуавтоматические блоки (агрегаты, комбайны), в которых автоматизированы все процессы, кроме загрузки материала съема готовой продукции, как правило, представляют собой комбинацию различных механических устройств (например станка и передаточного механизма);

ж) автоматические блоки, в которых автоматизированы все процессы вплоть до поддержания заданного режима и способов введения регулирующих программ.

Эргономическая классификация видов трудовой деятельности не совпадает ни с классификацией видов труда, ни с классификацией профессий, ни с классификацией орудий труда, т. е. внешних средств трудовой деятельности. В качестве своего главного основания она должна иметь классификацию собственных средств (способов) трудовой деятельности. Такая классификация пока не создана, поскольку представления о внутренних средствах деятельности как в эргономике, так и в психологии до сих пор недостаточно расчленены. Поэтому на настоящем этапе развития эргономики приходится ограничиться обобщенной характеристикой трудовой деятельности с различными средствами труда, обращая при этом внимание на наиболее существенные психологические особенности этих процессов.

В любом труде, как и во всякой другой деятельности (учении, игре), можно выделить когнитивные, исполнительные, мотивационные, в том числе и целевые аспекты. Естественно, что содержание каждого из этих аспектов, равно как и соотношение между ними, конкретно-исторично. Они определяются развитием целей, усовершенствованием средств производства, технологических режимов и условий труда. Особенно отчетливо это обнаруживается при сопоставлении психологических особенностей трудовой деятельности с такими средствами производства, как инструмент, механизированные системы или машины и автоматизированные системы.

Наиболее непосредственное взаимодействие субъекта и объекта труда происходит при использовании орудий или различного рода инструментов. Примером таких видов деятельности может служить не только труд слесаря- инструментальщика, строителя или специалиста по ремонту или наладке, труд врача и конструктора, но и, безусловно, также работников некоторых видов искусства — художников прикладного искусства, скульпторов и т. д. Объект в этих случаях предстает перед субъектом во всем многообразии своих свойств, а субъект обладает многообразными возможностями их изменения и использования с целью получения желаемого результата. Для использования этих возможностей он должен осуществить не только исполнительные, Но и различные аналитические и познавательные действия, иными словами, решить задачу наиболее эффективной организации своих действий. В этом случае само средство производства — орудие, инструмент в своей идее или конструкции— отражает как свойства объекта (форму, фактуру и т. д.), так и функциональные особенности способа действий человека с объектом; усилия, которые он должен приложить, требования точности и скорости действия. Многие давно созданные орудия и инструменты до сих пор поражают своей «разумностью», удобством и простотой их использования, а главное, возможностью с их помощью создавать новые формы объектов или преобразовывать один и тот же объект совершенно различным образом с качественно, а не только количественно разными результатами. Непосредственность взаимодействия с объектом с помощью предметно- и функционально-специфических средств трудовой деятельности создает условия не только для исполнительных, но и для познавательных действий. Их соотношение может быть разным в сходных трудовых процессах, что определяется прежде всего не объектом и средством трудовых действий, а требованиями к результатам этих действий. Требования к функциональным или, например, к эстетическим качествам результата определяют способ трудовых действий и эффективность их осуществления. При использовании орудий человек применяет свои способности, приобретает опыт и навыки в разных сферах трудовой деятельности. Он также и удовлетворяет свои потребности в познании и творчестве. Для данного вида трудовой деятельности характерно создание новых, более удобных или целесообразных средств производства, получение новых результатов.

Иначе протекает деятельность при использовании механизированных средств производства в системе «человек — машина». Объект труда (или исходный материал, заготовка и т. д.) выступает здесь только ограниченным количеством своих свойств, так как машина неспособна учесть все свойства материала. Обеднению качественного содержания взаимодействия с объектом сопутствует и рост требований к количественным характеристикам взаимодей­ствия, например к его скорости или величине затраченной энергии. Соответственно и к трудовым действиям человека в данных условиях предъявляются требования с точки зрения определенного количественного эффекта, т. е. получения заданного объема продукции в минимальные сроки с наименьшими затратами.

При таких условиях трудовой деятельности становится постоянной необходимость повышения четкости, организованности и стереотипности исполнительных действий. В результате в трудовом акте почти совсем не остается «места» для познавательных действий. Само производство не требует и даже не допускает каких-либо отклонений в качественных характеристиках результата по отношению к заданным. Оно требует от человека приложения только ограниченного круга его способностей, главным образом определенных навыков и их эффективной координации с временным режимом работы машины. По существу, объектом трудовых действий для человека становится не только предмет производства, но и сама машина. Именно к ее пространственным и временным особенностям он должен приспособить свои действия.

Соответственно и инициатива человека в оптимизации трудовой деятельности может проявиться главным образом в сфере организации этой деятельности, в выработке профессионального стиля, в совершенствовании технологии, т. е. во всем, что касается способа действий, а не средств производства и свойств объекта. Изучением и анализом эффективности последних занимаются в основном люди других специальностей, которые не участвуют в самом трудовом процессе.

Наконец, в условиях использования автоматизированных средств производства функциональная направленность действий человека еще более дифференцируется, повышаются требования к срокам или скорости выполнения действий, еще более жесткой становится их организация в целом. Жесткая, алгоритмизированная организация действий, например, оператора-наблюдателя или оператора систем слежения далеко не всегда позволяет оператору сформировать наиболее удобный для него способ действия и не создает непосредственно потребностей в улучшении качеств конечного результата. Фактически изменяется само содержание результата. Под ним понимается уже не результат воздействия человека с помощью автоматизированных средств на какой-либо объект, а результат изменений, которые вызываются действиями человека в самом автоматизированном устройстве. И те меры, которыми определяется эффективность режима работы системы, переносятся на действия человека. К ним относятся меры точности, скорости и надежности.

Таким образом, непосредственным объектом деятельности для человека становится само средство производства, а требования к результату взаимодействия ограничиваются его рабочим режимом или состоянием. Практически эти требования относятся только к исполнительным действиям человека и лишь в случае, когда само устройство перестает работать в заданном режиме, человеку представляется возможность совершить некоторые познавательные действия по обнаружению причины аварии. Эти действия характеризуются чаще не мерой потребности, а мерой ответственности. В результате можно было бы заключить, что основными критериями трудовых действий должны быть меры исполнительных действий, которые устанавливаются исходя из эффективного функционирования системы. Однако в условиях автоматизированного производства появляются новые типы профессий: оператора-исследователя и руководителя, которые требуют иного подхода.

В этих видах деятельности все большую роль играют не только совершенное владение орудиями и средствами труда, не только исполнительные и когнитивные процессы, но и процессы формирования или полагания целей и выбора способов их достижения. При этом речь идет о полагании целей вполне конкретных, имманентных процессам труда и динамичным условиям, в которых они протекают, а не внешних по отношению к трудовой деятельности. Эргономический анализ многих современных видов трудовой деятельности предполагает обязательный учет человеческой субъективности, анализ мотивационной сферы и процессов целеполагания, характеристику субъективной представленности целей и их смены в самом процессе труда. Эти требования к эргономическому анализу связаны с тем, что цели вплетаются в трудовой процесс, они не могут быть заменены ни трудовыми установками, ни мотивами.

Предметом эргономики является всякая деятельность постольку, поскольку она включена в достаточно широкий контекст технических средств. Это, естественно, не означает, что эргономика тождественна общей теории деятельности — у нее гораздо более узкие задачи, связанные прежде всего с анализом и целенаправленным конструированием существующих видов трудовой деятельности. Именно поэтому, как отмечалось ранее, эргономика вносит вклад в развитие общей теории трудовой деятельности человека в условиях современного производства.

Определение деятельности как предмета эргономического исследования сталкивается с серьезными трудностями. Это обусловлено также и тем, что разграничение понятий «деятельность», «труд», «трудовая деятельность» почти не предпринималось в нашей литературе, а их различное употребление носит скорее интуитивный, чем научно обоснованный характер. Несмотря на то что понятия деятельность и труд имеют много общего, разграничение их объема и содержания не может быть осуществлено механически [10]. И такое разграничение представляет собой далеко не простую задачу. Дело даже не в

том, что понятия труд и деятельность являются перекрещивающимися. Между ними имеется сложная система взаимосвязей (развития, функционирования и пр.). Труд в такой же степени является условием развития деятельности, в какой развитие деятельности является условием развития труда. Именно поэтому в общефилософских или социологических исследованиях обнаруживается значительно больше сходства между ними, чем различий [10]. Такой же является ситуация и в эргономике, которая оказывается связанной с общей теорией деятельности или с общими теоретическими представлениями о деятельности человека. Методологически это выглядит вполне естественно: специально-науч­ное изучение деятельности должно иметь в качестве своих теоретических и методологических предпосылок некоторые общие представления о деятельности в целом, о законах ее организации и строения. Практически же, как отметил Э. Г. Юдин, дело обстоит значительно сложнее; современное научное знание, по существу, не располагает теоретически развернутой феноменологией деятель­ности в целом, поэтому у исследователя деятельности фактически остается единственная возможность, если он пытается отыскать и явным образом задать теоретическое основание своей работы, обратиться к представлениям о деятельности, которые выработала психология [62, с. 338]. По этому пути и пошли авторы при анализе функциональной структуры исполнительной и познавательной деятельности, который будет проведен в следующих параграфах настоящей главы.

§2. Функциональная структура исполнительных (перцептивно­моторных) действий

В Предисловии к «Очерку рабочих движений человека», опубликованному в 1901 г., И. М. Сеченов писал, что предмет его очерка «составляют вопросы о сложных мышечных движениях, при посредстве которых человек производит так называемые внешние работы, т. е. действует силами своих мышц на предметы внешнего мира» [54]. Хотя с тех пор существенно изменился характер «внешних работ» и появились совершенно новые типы трудовой деятельности, связанной с управлением сложными техническими устройствами, до настоящего времени справедливы слова Сеченова о том, что работа всегда была и всегда остается жизненной функцией мышечной системы человека, как бы ни вытесняла современная техника из промышленной жизни мускульный труд человека. Для решения задач управления и оптимизации исполнительной деятельности и задач проектирования ее новых видов и форм необходимо провести ее анализ и выявить общие принципы развития и становления ее функциональной структуры. Это необходимо для организации рационального обучения и тренировки, формирования совершенных навыков, организации режимов труда и отдыха, препятствующих утомлению.

Исполнительное или управляющее действие в эргономике — это приобретенное в результате обучения и повторения умение (навык) решать трудовую задачу, оперируя орудиями труда (ручной инструмент, органы управления и т. п.) с заданной точностью и скоростью. Обычно исполнительные

123

действия входят в качестве компонента в более широкие структуры трудовой деятельности и обеспечивают ее эффективное выполнение наряду с такими компонентами, как познавательные (когнитивные), включая и принятие решения. В зависимости от вида трудовой деятельности удельный вес исполнительных действий может быть весьма различен. Эти действия могут совершаться либо эпизодически, либо занимать все рабочее время. Иными словами, в структуре деятельности в целом они могут занимать место основной цели либо выступать в качестве средства ее достижения, например передачи команды, реализации принятого решения и пр. В последнем случае исполни - тельные, моторные акты, как правило, просты и не требуют длительного научения. В тех случаях, когда исполнительные действия составляют основное содержание деятельности (работа с ручным инструментом, работа станочника, водительские профессии, работа телеграфиста, оператора ЭВМ, работа в режиме слежения) требуется длительное формирование соответствующих умений и навыков, обеспечивающих своевременное и точное выполнение трудовой деятельности.

Для эргономического обеспечения этих видов исполнительных действий долгое время было достаточно традиционных представлений о моторном и сенсомоторном научении и представлений о двигательных навыках как об автоматизированных в значительной степени стереотипных реакциях, возникающих при многократном повторении сенсомоторных и кинестетических актов. Формирование навыков описывалось обычно в терминах стимулов и реакций, рефлексов, проб и ошибок. При повторении этих элементов, когда это повторение достигает успеха либо подкрепляется, прежде отдельные реакции заменяются комплексами, изолированные движения объединяются в целостные кинетические структуры, своего рода «моторные формы», или «кинетические мелодии».

Подобный «атомарный» или в более позднее время стимульно-реактивный подход, ориентированный на результат, эффект отдельного, сравнительно простого действия, длительное время составлял научные основания концепции «инженерного проектирования» методов работы, которая связана с именами Ф. Тейлора и Ф. Гилбрета.

Методическую основу такого проектирования составил моторно-временной анализ элементарных действий и операций. Ф. Гилбрет выдвинул идею универсальных микродвижений (терблигов), из комбинаций которых, отличающихся по составу и последовательности терблигов, должна состоять любая операция. Выделение терблигов положило начало симплификации и стандартизации трудовых функций работающих. Эта идея была использована на заводах Г. Форда, где путем тщательного проектирования весь трудовой процесс сборки был разбит на столь большое число мельчайших операций, что автомобиль собирался, находясь в безостановочном движении. Форд стремился к тому, чтобы рабочий выполнял единственную работу единственным движением. Ф. Гилбрет изучал движения с помощью хронометража, фото- и киносъемки, циклографии. Сформулированные им принципы экономии движе­ний позволяли отсеивать лишние и выбирать из всех возможных наиболее быстро осуществляемые и требующие минимальных усилий, а также добиваться сокращения перерывов между последовательными движениями. Практические задачи проектирования работы положили начало изучению кинематических и динамических характеристик трудовых движений человека. Результаты и методы этих исследований, а также сформулированный Гилбретом принцип экономии рабочих движений применялись при решении задач организации рабочих мест, конструировании ручного инструмента, размещения органов управления и т. д.

Системы Ф. Тейлора и Ф. Гилбрета, несомненно, внесли существенный вклад в изучение элементарных действий и операций. Однако с помощью моторно-временного анализа движений в том виде, в котором он был предложен, нельзя выявить структуру и механизмы целостной исполнительной деятельности человека. «Надо подчеркнуть...— писал в 1930 г. Н. А. Бернштейн,— что не только методы, но и самое понятие рационализации движений, далеко не так просты, как мыслилось раньше. Нехитрая борьба Тейлора, а позднее Гилбрета с лишними движениями и понимание биомеханической операции как простой суммы последовательных движений, которую можно просеивать как зерно на сортировке, начинает уступать свое место пониманию двигательного комплекса как органически нераздельного целого, всегда отзывающегося на изменения какой-нибудь одной детали перестройкой всех остальных» [5, с. 7].

Подобный инженерный подход к проектированию работы (при всей его первоначальной полезности) подвергается справедливой критике по ряду оснований. Очевидными следствиями предельной симплификации труда, сведения его к отдельным элементарным двигательным актам являются монотония и слабая удовлетворенность работой. И то и другое отрицательно сказывается на производительности труда.

Что касается более сложных видов трудовой деятельности, то по отношению к ним этот подход уже исчерпал свои «оптимизационные» возможности. А сложность исполнительных действий настолько возрастает, что стандартные моторные «формы» или даже кинетические «мелодии» не могут обеспечить ее эффективное выполнение. Речь идет о том, что в условиях современного производства стереотипия трудовых движений постепенно уступает место выполнению целесообразных, разумных, произвольных исполни­тельных действий. Во многих видах трудовой деятельности все чаще требуется защита от автоматизмов, от импульсивных, рефлекторных реакций. Ошибочные действия, иногда приводящие к аварийным ситуациям, нередко происходят не потому, что человек не успел, а потому, что он поторопился.

Это справедливо и по отношению к станочнику, и по отношению к летчику. Современное механизированное и автоматизированное производство требует от человека выполнения не только заученных, усвоенных действий, но и действий, так сказать, беспрецедентных, которые необходимо не вспоминать, а построить в новой, неожиданно возникшей ситуации. Все более распространенными являются случаи, когда при профессиональном обучении невозможно воспроизвести все существенные условия реального трудового процесса и доучивание происходит при выполнении не учебного, а трудового, исполнительного действия. Адаптация к реальным условиям особенно трудна, если выполнение действии требует совершенной сенсомоторной координации. Ярким примером подобных ситуаций может быть деятельность космонавтов, которым в условиях невесомости необходимо осуществлять стыковку, расстыковку, переходить из одного объекта в другой, выходить в открытый космос, оперировать ручным инструментом, совершать ручную посадку, т. е. оперировать органами управления в переменных условиях гравитации, трансформирующих привычные сенсомоторные координации, силовой рисунок хорошо освоенных прежде движений. В частности, невесомость влияет не только на двигательную сферу, но может вызвать разнообразные неприятные ощущения, нестойкие пространственные иллюзии или даже явления деперсонализации и дереализации восприятий субъекта.

Не меньшую психическую нагрузку вызывает необходимость осуществления исполнительных действий в условиях задержанной обратной связи о результативности выполненного действия. К числу таких действий относится управление луноходом, где задержка не превышает нескольких секунд, и управление супертанкером, где задержка соответствующих эволюций корабля после осуществления управляющего действия исчисляется несколькими минутами. Появление целого ряда сравнительно новых видов деятельности, связанных с управлением космическими кораблями и станциями, дистанционным исследованием планет, манипуляциями радиоактивными элементами, управлением разнообразными движущимися объектами, в том числе и роботами, привело к тому, что в эргономике в качестве специального объекта исследования выделилась деятельность оператора-манипулятора. В этом виде деятельности главенствующую роль играют перцептивно-моторные координации и взаимодействия, хотя, разумеется, значительную роль играет также аппарат образного и понятийного мышления. Исполнительные действия оператора-манипулятора реализуются посредством так называемых «регламентированных движений», требующих высокой не только пространственной, но и временной точности. Это означает, что с точки зрения эффективности их выполнения информативным показателем является не только конечный результат действия (как в случае нажатия на кнопку, клавишу, тумблер), но и текущие характеристики движений, определяющие динамику объекта управления.

Совершенные перцептивно-моторные координации необходимы и для выполнения многих технологических процессов. Ярким примером является деятельность по изготовлению и эксплуатации микроустройств. Размеры микрообъектов и необходимая плотность их компоновки предъявляют такие высокие требования к технологии их изготовления, что производство приборов на их основе стало ювелирной работой. Трудовая деятельность человека, заня­того в сфере сборки, например интегральных схем, осуществляется в условиях постоянного зрительного контроля, повышенной напряженности, обусловленной необходимостью выполнять высокоточные и тонкокоординированные, прецизионные двигательные акты. Влияние этих факторов усугубляется еще и тем, что размеры микроустройств находятся на грани видимости невооруженным глазом и визуальный контроль технологических операций возможен лишь при использовании увеличивающих оптических приборов. Хорошо известно, что их использование имеет в качестве следствий закрепощенность позы, гипокинезию, суженное поле зрения и т. п.

Обслуживание многих станков требует высококоординированной работы обеих рук при непрерывном зрительном контроле. Временной интервал, в котором должны быть осуществлены координированные движения, в некоторых случаях не должен превышать 60—80 мс. Необходимость оптимизации подобных видов деятельности привела к выделению в качестве специального объекта эргономического исследования деятельности оператора-технолога.

Приведенные примеры свидетельствуют о том, что «атомарный», стимульно-реактивный подход к исследованию и оптимизации деятельности оператора-манипулятора и оператора-технолога не может удовлетворить современную эргономику. Двигательные акты, исполнительные действия вплетаются в ткань более широких структур деятельности, и успешность исполнительных действий должна оцениваться не сама по себе, а в контексте этих структур. Она зависит от того, насколько верно человек сориентировался в ситуации, т. е. построил ли человек правильный образ этой ситуации и нашел ли он, порой, единственно возможный способ действия.

Формирование образа ситуации, создание программы разумных действий, их точная и своевременная реализация, контроль за их эффективностью — вот проблемы, которые возникли перед современной эргономикой, как и перед комплексом смежных с ней наук: биомеханикой, физиологией и психологией, которые издавна изучали организацию, построение, управление движениями и действиями человека.

Как практические задачи, возникшие перед этими науками, так и логика их собственного развития требуют формулирования новых подходов к изучению исполнительных действий. В противовес атомарно-рефлекторным подходам, ориентированным на задание, результат, эффект и т. п., исследователи разрабатывают структурный, целостный, деятельностный подход, ориентированный не только на усвоение, но и на построение движений, действий, моторных программ и схем.

Тщательный анализ рисунка даже многократно повторяющихся в одной и той же ситуации движений свидетельствует об их уникальности и своеобразии. Детальный анализ моторного акта показывает, что его биодинамическая ткань неповторима как отпечаток пальца. Это означает, что строится не только образ ситуации и адекватная ей моторная схема, но что на основе этой схемы строится (а не просто повторяется) каждый живой моторный акт. Результаты и сам ход этой работы не вытекают однозначно из структуры внешнего стимульного подкрепления. В этом смысле объяснение происходящего движения по схеме «стимул-реакция» не соответствует существу дела. Исследователям предстоит еще разработать понятия, относящиеся к указанной выше работе по построению пространственного моторного действия.

Двигательное действие, рассматриваемое как необходимый компонент деятельности, должно обязательно соотноситься с ее когнитивными и личностными компонентами, такими, например, как образ и цель. При этом, как указывалось выше, и сама деятельность в целом и все ее компоненты обязательно характеризуются предметно-смысловыми чертами и пространственно-временной определенностью. Истоки этого подхода восходят к именам И. М. Сеченова и Ч. Шеррингтона.

И. М. Сеченов неоднократно подчеркивал, что «чувствование повсюду имеет значение регулятора движения, другими словами, первое вызывает последнее и видоизменяет его по силе и направлению» [55, с. 236—237]. Интересно и то, что Сеченов не ограничивал задачу физиологии и психологии изучением отдельных движений, а говорил о необходимости изучения той области явлений, в которой «чувствование превращается в повод и цель, а движение — в действие». На современном этапе изучения рабочих движений, трудовых операций и действий, сложнейших форм исполнительной деятельности человека особенно важно отметить указанное Сеченовым направление поисков решения и поныне кардинальной для физиологии и психологии проблемы: каков механизм регуляции движений чувствованиями? Возможность такой регуляции обеспечена уже тем, что мышца, представляющая собой «двойственный орган, наш рабочий орган и вместе с тем исконный, перво­начальный орган чувств, воспитавший в порядке своих свойств все другие органы чувств, окрашивает все наши представления об окружающем мире в образах движения» [53, с. 936]. Более того, Сеченов писал, что мышца дала нам наши представления о пространстве, времени, о числе, о счете и т. д. Все это может быть возможным только при условии, что 'сами движения и действия не являются лишь элементарными и утилитарными актами исполнения, а осуществляют также познавательные, когнитивные функции и функции экспрессивные. Последние отчетливо реализуются не только в движениях, но в позно-тонических компонентах действия, являющихся носителями его личностно-смыслового содержания.

Многие трудовые движения и действия настолько совершенны, координированы, выразительны и красивы, что они нередко включаются в театрализованные представления. Не лишена смысла высказываемая время от времени идея создания специальной хореографии трудовых процессов.

Функциональная двойственность мышцы, функциональная гетерогенность движений и действий обеспечивают не только потенциальную, но и актуальную целостность деятельности, возможности ее развития и совершенствования. Примечательно в этом смысле предположение Ч. Шеррингтона о том, «... что в осуществлении действий, направленных на окончательный, завершающий акт в процессе отбора открывается возможность элементам памяти (хотя и рудиментарной) и элементам предварения (хотя и незначительным) развиться в психическую способность к «развертыванию» настоящего назад, в прошлое, и вперед, в будущее, которая у высших животных является непременным признаком более высокого умственного развития» [60, с. 314]. Именно эта «психическая способность» и является регулятором исполнительных актов. И.

М. Сеченов очень тонко понимал это, говоря, что чувствования, даваемые сознанию органами чувств, служат источниками движений не прямо, а через психику,— поскольку с сигналом связан определенный смысл.

Различие атомарно-рефлекторного и целостного подходов зафиксировано и в языке описания двигательного поведения. Для первого преимущественно использовались такие термины, как реактология, рефлексология, для второго — психомоторика, психонервная деятельность, психическая деятельность и т. п. Разумеется, само по себе использование терминов «рефлекс» или «реакция»не означает еще, что тот или иной автор является сторонником «атомарного» подхода. Именно в этих терминах первоначально закладывались основы структурного подхода к изучению движений и действий. Так, Ч. Шеррингтон, анализируя предваряющие и завершающие реакции, писал: «Нетрудно видеть, какие широкие возможности для приспособительных реакций представляет такое устройство, состоящее из целой цепи последовательных актов, каждый из которых изменяет влияние акта, ему предшествовавшего» [60, с. 312]. В этом отрывке отчетливо просматривается идея целостности приспособительной деятельности. Аналогичным образом И. П. Павлов, анализируя цепи двигательных рефлексов, пришел к идее динамического стереотипа как целостного образования.

С тех пор как IT. М. Сеченов и Ч. Шеррингтон психологизировали трактовку двигательного поведения, накоплены многочисленные данные о решающей роли сенсорных процессов в управлении человеческими движениями. Анализируя строение анатомического аппарата, обеспечивающего движения высших животных и человека, А. А. Ухтомский отмечает его своеобразие по сравнению с искусственными механическими устройствами, характеризующееся значительно большим количеством степеней свободы. Ни костно-мышечный аппарат в целом, ни какая-либо его часть не составляет готового механизма для выполнения какого-либо определенного целесообразного акта, а представляет собой лишь совокупность известных анатомических компонентов, необходимых для создания такового. Особенности строения опорно-двигательного аппарата обусловливают пластичность поведения высших животных и человека и вместе с тем делают задачу управления этим поведением необычайно сложной и трудной. Поскольку управление предполагает ограничение степеней свободы, а в самом устройстве исполнительных механизмов у живых организмов такого рода ограничения практически отсутствуют, функции регуляции выполняемых действий должны взять на себя центральные механизмы. Рассмотрим кратко эволюцию представлений и современные взгляды на механизмы управления движениями.

Первоначально предполагалось, что центральные механизмы могут выполнить эту функцию, используя жесткие шаблоны, которые заранее предопределяют характер и последовательность требуемых движений. Р. Вудвортс [80] для такого способа построения движений ввел термин «центральное», или «моторное», программирование. Он доказывал наличие моторных программ, изучая быстрые произвольные движения человека.

Анализ кинематических характеристик точных движений руки привел его к заключению, что существует фаза движения, независимая от зрительной обратной связи, фаза, определяемая первоначальной программой. Наряду с этой фазой существует и вторая фаза, совершаемая с учетом зрительной обратной связи и обеспечивающая точностные характеристики движения. Таким образом,

Вудвортс описал способы управления движением, получившие позже наименование управления по открытому и закрытому контурам регулирования. В настоящее время каждый из этих способов в значительной степени абсолютизирован и имеет своих сторонников. В пользу каждого из них накоплено значительное число экспериментальных данных, ведутся дискуссии между представителями теории открытого и закрытого контуров.

К. Лешли был, видимо, одним из первых, кто отчетливо сформулировал концепцию центральных моторных программ и экспериментально доказал, что выработка навыка представляет собой центрально-организованный процесс, в реализации которого про-приоцептивные механизмы могут не играть существенной роли. Доводы Лешли, относящиеся к тому, что заученный навык может быть выполнен различными моторными структурами, действительно подтверждают идею моторного программирования, но сейчас практически не используются для доказательства слабой роли кинестетического контроля. Поиски доказательств в пользу открытого контура шли по пути изучения быстрых баллистических движений и блокирования каналов обратной связи, функционирующих при выполнении двигательных актов. Сторонники концепции моторного программирования и открытого контура оставляют за афферентацией лишь пусковые функции и модулирующие влияния. Однако до настоящего времени не получено решающих доказательств того, что произвольное движение человека может осуществляться только как результат центрально-организованных нервных команд, которые структурируются перед началом движения и позволяют осуществлять движение при отсутствии перифе­рической обратной связи.

Главные недостатки систем открытого контура состоят в том, что они не обладают механизмами обратной связи для исправления ошибок, возникающих как вследствие свойств их входов, так и вследствие трансформации сигналов внутри системы. Этот тип систем обладает слабыми компенсаторными возможностями.

В рамках концепции открытого контура были детально разработаны представления о моторных программах. Понятие моторного программирования означает, что наборы моторных команд, как врожденных, так и заученных, хранятся в центральной нервной системе и могут вызываться и синтезироваться в желаемое движение. Моторная программа — это тщательно скоординированный порядок синергии (иногда их называют субрутинами, или субрежимами) , которые вместе охватывают требуемое движение и которые не зависят от обратной связи.

Независимо от отношения представителей концепции открытого контура к участию в регуляции движений обратной связи ими развиваются интересные представления об иерархии моторных программ, о существовании обобщенных программ, программ-схем, нижние звенья которых освобождают основную программу от обременительных вычислений. Важное значение имеют также предположения о связи программ с мотивами и целями, которые трансформируются в некоторое внутреннее представление субъекта о желаемом, требуемом движении или действии. Другими словами, моторные программы более тесно связываются с образом ситуации, с образом действия, не только с набором команд, хранящихся в нервной системе. Концепция открытого контура регулирования с минимальными оговорками и ограничениями применяется для объяснения механизмов движений глаз человека. В многочисленных исследованиях установлена почти однозначная зависимость между скоростью скачка на начальном этапе движения и конечной амплитудой скачка. Это означает, что уже до начала движения запрограммирована скорость саккады. На основании электрофизиологических исследований сделан вывод о том, что управление саккадическими движениями в одном фиксированном направлении сводится к определению временного отрезка, в течение которого прилагается постоянная сила, сокращающая прямые мышцы глаза.

Зачатки противоположных идей относительно кольцевого или замкнутого (закрытого) контура регуляции движений мы находим у В. Джемса [70], Ч. Шеррингтона [60] и др.

Джемс предположил, что периферическая обратная связь от одной части движения вызывает к действию следующую, и выдвинул гипотезу «цепных рефлексов», против которой позже выступил Лешли. В соответствии с теорией закрытого контура предполагается, что ответ не просто запускается рецепторикой, но и управляется ею.

Управление движением по «закрытому» контуру предполагает передачу с помощью обратных связей информации о соответствии движения требуемой цели и выработку на основе этого новых управляющих команд. Обратная связь выполняет две функции: с ее помощью определяются пространственные характеристики цели, необходимые для составления программы баллистического движения, а также осуществляется соотнесение результатов выполнения этих программ с истинным положением цели, служащее для уточнения программ последующих движений. Наиболее полная аргументация того, что жесткое программирование не может обеспечить целесообразный эффект движения, дана Н. А. Берн штейном.

Теория Н. А. Бернштейна охватывает широкий класс функционально­различных движений и представляет собой общую теорию поуровневого управления и построения движений человека. Эта теория включает в себя три фундаментальных принципа: центрального программирования, сенсорных коррекций и уровневой организации движений. Принцип координирования движений изложен им в безупречной с точки зрения современной теории автоматического регулирования форме: «... как только орган, находящийся под действием внешних и реактивных сил, плюс еще какая-то добавка внутренних, мышечных сил, отклонится в своем результирующем движении от того, что входит в намерения центральной нервной системы, эта последняя получит исчерпывающую сигнализацию об этом отклонении, достаточную для того, чтобы внести в эффекторный процесс собственные адекватные поправки. Весь изложенный принцип координирования заслуживает поэтому названия принципа сенсорных коррекций» [6, с. 28].

Н. А. Бернштейн долгое время решительно отвергал всякую возможность управления движением по разомкнутой схеме. Однако позже он отошел от такой крайней точки зрения и допустил возможность того, что в некоторых элементарных процессах дуга не замыкается в рефлекторное кольцо либо из-за кратковременности акта, либо вследствие его крайней элементарности.

Сенсорные коррекции осуществляются в общем случае всеми имеющимися в распоряжении организма рецепторными аппаратами. В частных случаях некоторые из обратных связей могут не участвовать в управлении движением. Первичные сигналы рецепторов предварительно подвергаются сложной обработке и «перешифровке», необходимой, например, для того, чтобы их можно было сличить с проектом движения, построенным на языке прост­ранственно-кинематических представлений. Полученные в результате обработки «синтезы», составленные из сигналов всех видов обратных связей, участвующих в управлении данным движением, служат для сенсорных коррекций.

Понятие о сенсорном синтезе играет в модели Бернштейна фундаментальную роль. Состав образующих его афферентаций, т. е. обратных связей, и принцип их объединения служат главным критерием, отличающим один уровень построения движения от другого.

Каждая двигательная задача находит себе в зависимости от своего содержания и смысловой структуры тот или иной ведущий уровень. Уровни различаются между собой не только видом сенсорного синтеза, но и анатомическим субстратом, т. е. совокупностью органов нервной системы, без которых осуществление функции этого уровня невозможно.

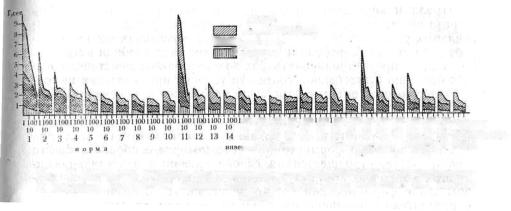
В зависимости от цели и смыслового содержания двигательного акта один из уровней берет на себя роль ведущего, координирующего действия нижележащих фоновых уровней. Во всяком движении осознается только ведущий уровень. Выработка двигательного навыка — это процесс формирования в ходе обучения и тренировки уровневого состава движения, выделения ведущего уровня и срабатывания между собой всех вовлеченных в управление уровней. Необходимым условием успешного изучения двигательных актов является создание адекватного метода, позволяющего регистрировать и анализировать пространственно-временную развертку движения, весь ход двигательного акта «по всему моторному аппарату тела». В исследованиях исполнительной деятельности, направленных на выявление объективных индикаторов процесса формирования сенсомоторного образа пространства и структурыдействия, использовался микроструктурный метод анализа, суть которого состоит в выделении быстротекущих компонентов целостных психических актов и в анализе их взаимоотношения. Использование этого метода при исследовании произвольных пространственных действий позволило вскрыть структуру пространственного действия; проследить динамику ее становления и развития в различных условиях протекания действий; выделить ряд компонентов-стадий: формирования программы, реализации, контроля и коррекций, составляющих структуру действия, проследить динамику их развития, соотношения их на разных этапах освоения действия, а также изменения, происходящие внутри выделенных компонентов целостного действия. (Описание методики исследования см. в главе 3).

Экспериментальная ситуация предусматривала исследование формирования инструментального пространственного действия в различных условиях. В стабильных условиях маршруты требуемого движения были одинаковой величины и сложности. В динамических условиях маршруты отличались числом опорных элементов и числом пространственных составляющих движения. В условиях инверсии вводилось рассогласование (полное или частичное) между перцептивным и моторным полями. Инверсия вводилась после выработки навыка в условиях нормы.

В результате исследования было обнаружено, что в процессе формирования навыка (стабильные условия, норма) наблюдается сложная динамика во взаимоотношениях между отдельными стадиями целостного действия. Во- первых, в процессе освоения пространственного действия наблюдается уменьшение времени каждой выделенной стадии; во-вторых, сокращение времени в каждой стадии происходит неравномерно, в-третьих, по мере тренировки происходит перераспределение времени между выделенными стадиями. Неравномерность темпа сокращения времени в выделенных стадиях свидетельствует о том, что все компоненты целостного действия совершенствуются неодинаково. В исследовании обнаружена последовательность формирования компонентов пространственного действия. Быстрее всего складывается стадия формирования моторных программ, за ней следует стадия контроля и коррекций, обе они формируются на фоне постепенного уменьшения времени, которое занимает стадия реализации моторных программ. Лишь после того как оба когнитивных компонента сформировались, видимо, возможно, последнее сокращение времени выполнения действия в целом. И это сокращение происходит за счет его испол­нительной части. Перераспределение времени между стадиями внутри целостного действия на разных этапах формирования свидетельствует о том, что каждое новое упражнение — это новый процесс решения задачи, процесс изменения и совершенствования средств и способов ее решения.

При введении инверсии как средства разрушения сформированного пространственного действия было показано, что субъективно процесс формирования навыка в условиях инверсии переживается как значительно более трудный в сравнении с нормой. Формирование навыка в любом виде инверсии (полной или частичной) облегчает усвоение любого другого вида инверсии. Переход от нормы к любому виду инверсии происходит с большими трудностя­ми и требует большего времени, чем обратный переход. Сопоставление хода формирования совместимого и инвертированного инструментального пространственного действия показывает, что при переходе к работе в условиях инверсии наблюдаются эффекты переноса и интерференции (рис. 10).

**Стадии:**



**контроля и коррекции 1ШШ фазнчсская I ffl латентная**

11КШ1НШГКН 100 1 MX) 1UU IUU 1 ШО J ЮН 1 100 1 1U011001100 MOO i V', с

10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 •Лг-"Р°°ы

|5 Hi 17 18 I!) 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 № матрицы

**nciHtiinX.Y»2 "°РМ“ «на** 1**шв. mii.cpc.ia по норма**

**1 ’ поХ по X,Y X.Y.Z**

Рис. 10. Динамика процесса формирования инструментального пространственно-  
го движения (3-месячный перерыв между 6-й и 7-й, 9-й и 10-й, 25 н 26-й матри-  
цами)

В ходе перестройки навыка наблюдается различная динамика поведения функциональных компонентов, анализ которой позволяет заключить, что более быстрое по сравнению с нормой формирование инвертированного навыка возможно за счет переноса фазических, скоростных черт пространственного действия.

Стадия реализации почти полностью сохранила свои характеристики. Инверсия перцептивного и моторного полей незначительно отразилась на скоростных характеристиках фазических элементов действия. В случае когнитивных компонентов мы имеем дело не с переносом, а с интерференцией образа пространства, построенного в условиях нормы, и образа, который еще только строится в условиях инверсии. Это сказалось на характере когнитивных элементов. Более того, именно это же сказалось и на характеристиках стадий реализации на начальных этапах построения нового действия в новых условиях. Фазическая часть действия вновь взяла на себя когнитивные функции. При помощи движения руки испытуемые прощупывают новое пространство и находят признаки этого пространства. Когда построен новый сенсомоторный образ пространства, стадия реализации освобождается от когнитивных функций и начинает работать, как при совместимом пространственном действии, но теперь она реализует другие программы. Когнитивные компоненты продолжают совершенствоваться уже без видимого участия стадии реализации. Таким образом, явления переноса и интерференции имеют разную природу. Перенос происходит за счет исполнительной части действия, а интерференция — за счет когнитивных компонентов, однако явления эти не взаимоисключающие, они взаимодействуют в каждом пространственном действии.

Динамические условия предъявления информации сказались в основном на характеристиках когнитивных компонентов исследуемого процесса аналогично изменениям, зарегистрированным при введении инверсии. Особенно резко меняющиеся условия предъявления информации сказались на характеристиках стадии контроля и коррекций, время функционирования которой в 2— 3 раза превышает время, необходимое для контролирования в стабильных условиях.

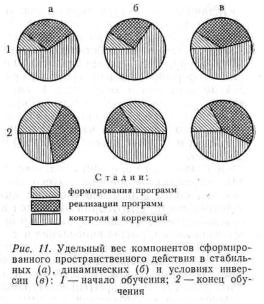
Это связано с тем, что в условиях неопределенности на стадию контроля и коррекций ложится двойная нагрузка: не только проконтролировать каждое дискретное действие, но и, что особенно существенно, соотнести условия предъявления информации с совершаемым действием. Иначе говоря, в функции контроля входит не только проверка результата действия, но и контроль за адекватностью выбранной программы предстоящего действия. Результаты исследования дали новый материал для изучения процесса формирования сенсомоторного образа рабочего пространства, строящегося на основе активных действий, когнитивный компонент которых является наиболее весомым на начальном этапе формирования нового действия. На основании данных о показателе когнитивности, характеризующем динамику временных отношений когнитивных и исполнительных компонентов и выражающемся через отношение суммы времени когнитивных компонентов к исполнительному, явствует, что по мере овладения навыком удельный вес когнитивных компонентов в целостном действии уменьшается. Когда построен образ сенсомоторного пространства, функция когнитивных компонентов сужается до программирования осуществляемого действия, что, естественно, сказывается на уменьшении показателя когнитивности. По сравнению с динамичными условиями в стабильных условиях предъявления информации уменьшение значений показателя когнитивности выражено за счет того, что в статике функция контроля в большей степени редуцирована.

На начальных этапах формирования нового действия, в каких бы условиях оно ни протекало, границы между стадиями нечеткие. Разброс между составляющими X, Y, Z внутри каждой стадии настолько велик (в отдельных случаях до секунды), что создается впечатление как бы вхождения одной стадии в другую. Это положение вполне соответствует тезису, сформулированному в контексте системно-структурных исследований, согласно которому менее развитая структура характеризуется меньшей дифференцированностью ее компонентов. Сказанное позволяет сделать два предположения: первое — на начальных этапах обучения возможны параллельное выполнение программы и ее реализация, а также реализация и контролирование; второе, вытекающее из первого, состоит в том, что на начальных этапах формирования навыка выпол­нение программы, ее реализация и контроль идут отдельно по составляющим движения. Иными словами, происходит последовательное планирование движения по каждой координате. Аналогичным образом последовательно осуществляются реализация и контролирование. Освоенное действие характеризуется значительным уменьшением разброса, а так как разброс характеризует качество действия (его пространственность),то на конечных этапах обучения сформированное действие приобретает черты более четкой функциональной структуры. И если на начальных этапах обучения функцио­нальная структура действия по показателю пространственности сопоставима для различных условий протекания действия, то в конце обучения оказываются сопоставимы действия, формируемые в динамических условиях и в условиях инверсии, которые по значениям показателя разброса в 2— 3 раза превосходят значения этого показателя в условиях нормы. Следовательно, введение инверсииили неопределенности неизменно вызывает ухудшение качества действия, выражающееся в увеличении значений показателя разброса. Иначе говоря, качество действия чрезвычайно чувствительно к различным изменениям, вносимым в условия протекания действия.

Знание функциональной структуры действия, исследование динамики ее формирования и становления, установление взаимосвязей и взаимоотношений между компонентами исследуемого объекта открывают возможности контроля за процессом формирования и оптимизации движений и действий.

Изменение удельного веса компонентов в структуре действия как в процессе его формирования, так и под влиянием тех или иных изменений, внесенных в условия его протекания, свидетельствует о том, что превалирование того или иного типа регулирования двигательными актами зависит в основном от условий, в которых действие протекает, и от степени освоенности, обученности. На рис. 11 представлены удельные веса компонентов целостного

действия в различных условиях его протекания и на разных этапах его формирования.



Соотношение компонентов функциональной структуры целост­ного действия в начале его формирования сходно независимо от того, в каких условиях протекает действие. В конце формирования сходное соотношение компонентов в структуре действия отмечается у действий, формируемых в динамических и инвертированных условиях; действие, формируемое в условиях нормы, имеет совершенно отличную от них структуру. Ситуация инверсии и динамики и ситуация нормы могут быть сопоставлены в терминах открыто­го и закрытого контура управления. В условиях нормы после длительной тренировки у испытуемых формировались симультанный образ ситуации и программа, организующая моторный ответ, т. е. значительная часть действия осуществлялась как бы по открытому контуру, что подтверждается значительным удельным весом стадии формирования программ и сравнительно небольшим весом стадии контроля и коррекций. В ситуации инверсии и в динамических условиях предъявления информации в течение проведенных экспериментальных серий сохранилась регуляция по принципу замкнутого контура, о чем свидетельствует удельный вес стадии контроля и коррекций, составляющей примерно 50% от целостного действия.

К настоящему времени предложено большое число разнообразных вариантов теорий закрытого контура регулирования, описывающих более илименее сложные акты человеческого поведения и деятельности. Эти теории относятся к таким процессам, как дискретные и непрерывные двигательные процессы, перцептивно-моторные навыки, речевое поведение и т. д. Общие черты этих теорий состоят в том, что закрытый контур предполагает знание субъектом хода осуществления движения. Это знание получается посредством обратной связи от движения и направляется на управление этим движением. Закрытый контур основывается на контроле за информацией от элементов системы, «подсчете» и учете ошибок, указывающих на направление или степень отклонения выхода системы за пределы заданного, исправлении этих ошибок. Основная функция систем закрытого контура состоит в минимизации этих ошибок.

Интересный вариант замкнутого контура управления движениями при формировании двигательных навыков предложен Дж. Адамсом [63]. При разработке своей теории Адаме широко использовал представления об акцепторе действия П. К. Анохина, о задающем элементе и приборе сличения Н. А. Бернштейна и о нервной модели стимула Е. Н. Соколова.

Теория разработана для объяснения процесса научения простым дискретным движениям, выполняемым в умеренном, ненавязанном темпе, т. е. является теорией формирования двигательного навыка. Она относится в первую очередь к линейным перемещениям руки на заданное расстояние в условиях, когда испытуемый не видит отметку, обозначающую нужное конечное положение руки, а длина пути задается ему или в словесной форме, или он ее усваивает в ходе тренировок, перемещая руку до упора в ограничитель.

Согласно Адамсу, центральное место в замкнутом контуре занимают механизмы, с помощью которых информация, получаемая по каналам обратной связи, сравнивается с эталоном для обнаружения ошибок, т. е. в системе предполагается наличие эталонного механизма, в котором фиксировано заданное действие, каналов обратной связи, а также аппарата сравнения, выделения и исправления ошибок. Для формирования навыков первостепенное значение имеет знание о результатах каждого выполненного движения. Это знание используется человеком для того, чтобы перестроить движение и исключить или уменьшить ошибку в каждой после дующей пробе. Подобные последовательные коррекции в конце концов приводят к выработке правильного движения. Эталонный механизм называется перцептивным следом, который представляет собой хранящуюся в памяти информацию о выполненных ранее движениях.

Понятие перцептивного следа эквивалентно понятию нервной модели стимула [56]. Перцептивный след представляет собой механизм, который детерминирует амплитуду движения, а возможно и временную организацию движения. Источниками формирования перцептивного следа в общем случае служат все виды обратных связей: зрительная, слуховая, проприоцептивная, а также рецепторы прикосновения и давления. Прочность перцептивного следа возрастает с увеличением числа проб. При этом информация о ранних, малоточных попытках забывается и растет удельный вес последних проб, реализованных с большой точностью.

Однако научение движению не сводится к столь простой схеме, по которой достаточно, чтобы был выработан перцептивный след и чтобы стимулы текущей обратной связи оказались соответствующими ему. На начальной стадии научения решающее значение имеет осознанное и вербализованное знание результатов. Эта стадия названа вербально-двигательной. Она заканчивается тогда, когда в ряде реализаций получен удовлетворительный результат и значения ошибок малы. Перцептивный след, достигший определенного уровня совершенства, фиксируется. Дальнейшее научение может уже происходить без знания результатов. Их заменяет сравнение информации обратных связей с высокоточным и прочным перцептивным следом. Эта завершающая стадия названа двигательной.

Адамс приводит логические доказательства в пользу существования особого механизма, функция которого заключается в инициации и выборе движения, называемого следом в памяти. След в памяти действует в разомкнутой системе, управляя программнобез коррекции обратными связями движением на начальном участке. Действие следа в памяти и перцептивного следа не совпадает во времени. Вначале включается в управление след в памяти, а несколько позже, когда начинают поступать сигналы обратных связей, управление передается перцептивному следу. Иначе говоря, след в памяти представляет собой двигательную программу, которая лишь актуализирует необходимые для осуществления реакции механизмы и запускает их в ход, а не управляет реализацией более длинной последовательности, как это обычно предполагается в концепции открытого контура. Некоторые движения реализуются на основе только следа в памяти, если двигательная реакция может быть классифицирована как баллистическая. Такая реакция инициируется следом в памяти и завершается до того, как испытуемый окажется в состоянии отрегулировать ее в процессе осуществления, сопоставляя получаемую обратную связь с перцептивным следом.

Нужно сказать, что объяснение баллистических движений, осуществляемых за время 100—200 мс, представляет наибольшие трудности для концепции замкнутого контура, так как в этих случаях коррекция должна осуществляться до завершения движения. Для объяснения подобных случаев вводится предположение о том, что двигательный контроль планируется до начала движения. То, что человек может совершать движения, продолжительность которых не превышает 100 мс, использовалось в качестве наиболее сильного (правда, все же косвенного) аргумента в пользу концепции открытого контура. Однако современные исследования в области физиологии проприоцепции дали многочисленные факты, свидетельствующие о том, что проприоцептивная обратная связь может осуществляться за время, существенно меньшее, чем 100 мс. Корковые потенциалы от нервов, расположенных в языке и конечностях, регистрируются через 3—5 мс. Полный цикл от мышечных рецепторов глаза через мозг и обратно осуществляется за 10 мс. Кортикальный ответ на движение руки регистрируется через 10 мс, а полный интервал от поступления двигательного стимула (через кору) и до ответа ЭМГ составляет всего 30—40 мс. Таким образом, двигательная система обладает необходимыми «нейронными скоростями» для того, чтобы регуляция движений осуществлялась по замкнутому контуру и обратная связь использовалась не только на всех стадиях обучения, но и при реализации каждого отдельного двигательного акта [75].

Учитывая эти факты, нельзя оставлять без внимания и то немаловажное обстоятельство, что «нейронные скорости» и скорости человеческих действий не совпадают друг с другом. Поэтому сами по себе значения скорости проведения нервных импульсов могут рассматриваться как косвенные доказательства потенциальной возможности прохождения информации по каналам обратной связи. Прямые доказательства этого должны быть получены в психологическом, поведенческом эксперименте.

Концепция Дж. Адамса представляет собой заметный вклад в решение проблем построения и управления движениями. В то же время нельзя не отметить, что настойчивое отрицание Адамсом возможностей построения программ и участия их в регуляции движений даже в варианте обобщенных схем представляет собой шаг назад от теории построения движений, предложенной Н. А. Бернштейном.

В последние годы появляется все большее число работ, в которых преодолевается альтернатива между концепциями открытого и закрытого контуров и делаются попытки соединить сильные стороны обеих концепций: построение программы и коррекция движений по ходу их реализации с помощью каналов обратной связи. Выше отмечалось, что в теории Н. А. Бернштейна удачно сочетаются концепции открытого и закрытого контуров, т. е. он ввел в свою модель построения движений как программу, так и обратную связь. Аналогичная попытка соединения двух концепций, но с учетом последних достижений в теории и практике изучения движений была выполнена Р. Шмидтом, который, анализируя обе теории, пришел к заключению, что перед ними стоит ряд трудных проблем [75]. Первая проблема связана с хранением и вызовом моторных программ, число которых невозможно себе представить, если принять тезис: «одна моторная программа — одно движение». Теория замкнутого контура также не снимает проблемы хранения; более того, в этом случае должны храниться не только программы, но и эталоны точности, с которыми должно сравниваться каждое движение. Вторая проблема связана с возникновением, или формированием, новых движений. Теоретически проблема формулируется следующим образом: откуда берутся программы или эталоны точности, если исполнители могут продуцировать такие движения, которые никогда ранее точно так же не выполнялись. Наконец, третья проблема состоит в том, каким образом индивидуум приходит к обнаружению собственных двигательных ошибок и к повышению точности при последующих действиях. При этом остаются неясными механизмы обнаружения двух типов ошибок, имеющих различные источники: «шум» в сенсорной или двигательной системах либо внешнее окружение. Перечисленные трудности и побудили Р. Шмидта предложить компромиссный вариант — теорию схем, которая, по его замыслу, в значительной мере их устраняет. Он исходит из того, что в системе управления движениями широко используются оба механизма регулирования и поэтому не имеет смысла классифицировать системы на только открытые или замкнутые.

Однако относительная роль каждого из них существенно различается в зависимости от типа и сложности движений, от момента времени выполнения движения и от исследуемого уровня системы. Например, компьютер, с одной стороны, можно рассматривать как систему открытого контура, поскольку он может работать, не принимая во внимание ошибки, которые могут быть в программе, но, с другой стороны, он будет системой замкнутого контура, поскольку программист может обнаружить ошибку после выполнения программы и внести изменения в последующую серию. Точно так же и система открытого контура может иметь петлю обратной связи, которая предупреждает программу, например, от деления на ноль, а если такая попытка предпринимается, то внутренняя петля обратной связи может обнаружить это и внести изменения в выполнение программы открытого контура.

Анализ многочисленных данных приводит к заключению, что в человеческом поведении нет моторных программ, продуцирующих движение без обратной связи. Моторная программа представляет двигательным системам все детали работы, необходимые для прохождения конечностью расстояния до определенной цели, а обратная связь необходима для достижения этой цели. Если же появляется необходимость изменить цель движения в связи с про­исшедшим изменением в окружающей среде, то программа продолжает выполняться по-прежнему в течение некоторого времени (около 150 мс), пока движение не перестроится на достижение новой цели. В этом случае механизмы обратной связи активно обеспечивают достаточное достижение в новых условиях «неверной» цели. Шмидт определяет моторную программу как набор заранее построенных моторных команд, которые после активации реализуются в движение, ориентированное на достижение заданной цели, причем эти движения не затрагиваются периферической обратной связью, сообщающей о необходимости изменения цели. Развивая теорию схем, призванную объединить концепции открытого и закрытого контура, Шмидт постулирует существование двух состояний моторной памяти: одно — для вызова, другое — для узнавания. Вызывающая память является структурой, ответственной за генерирование импульсов к мышцам, производящим движение (или выполняющим коррекцию), в то время как узнающая память представляет собой структур}, ответственную за оценку продуцируемой движением обратной связи, что позволяет вырабатывать информацию об ошибке движения.

В теории схем принимается также допущение о существовании «обобщенных» двигательных программ, создаваемых внутри центральной нервной системы и содержащих мышечные команды со всеми деталями, необходимыми для выполнения движения. Роль, выполняемая программой, варьирует в зависимости от продолжительности движения.

В случае быстрого движения (т. е. движения, время которого составляет менее 200 мс) двигательный акт выполняется под полным контролем вызывающей памяти, в которой программа заранее определяет все детали движения.

В случае более медленных движений движение производится с использованием сразу и вызывания и узнавания. Роль вызывающей памяти здесь заключается в производстве небольших уточняющих движений, а основным фактором, определяющим точность выполнения задания, является сравнение ожидаемой и действительной обратной связи. Следовательно, медленные движения находятся в зависимости от узнающей памяти, хотя субъект может производить корректирующие движения с использованием вызывающей памяти.

Теории открытого и закрытого контура, а также различные варианты их объединения представляют собой существенный вклад в понимание механизмов построения и управления человеческими движениями и действиями. В исследованиях, лежащих в основе указанных теорий, накоплен арсенал функциональных элементов, важных для понимания регуляции движений. На очереди решение более сложной исследовательской задачи — установление различных типов связей между этими элементами. Без решения этой задачи теории открытого и закрытого контура не могут претендовать на то, чтобы составить необходимую научную основу практики рационализации, организации и проектирования новых видов трудовой деятельности. Однако при всей оригинальности и обоснованности ряда важных положений они пока остаются общими конкурирующими теориями построения движений и нуждаются не только в согласовании, но и в развитии, детализации, экспери - ментальной проверке, а возможно и в корректировке отдельных положений. Опыт практической работы в эргономике свидетельствует о том, что переход от общей теории, развитой в физиологии, биомеханике или психологии, к решению практических задач оптимизации или проектирования деятельности и ее средств — дело далеко не простое.

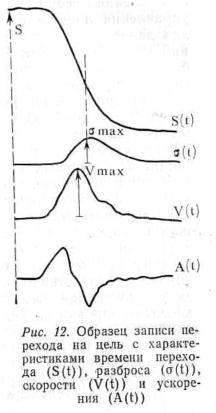
Для эргономики недостаточно утверждения о том, что теоретические крайности сходятся и что в реальной деятельности имеется тесное взаимодействие программного и кольцевого управления . движениями и действиями человека. Эргономику интересуют конкретные пределы независимости или сходимости, взаимодействия между программным и кольцевым способом управления применительно к различным видам движения и конкретным условиям, в том числе и временным режимам их осуществления.

Живучесть оппозиции между теориями открытого и закрытого контура объясняется следующими обстоятельствами. В качестве предмета исследования брались слишком различные по своему биомеханическому рисунку и по своим задачам движения. Изучались естественные и орудийные, изолированные и цепные (серийные) , быстрые и медленные, врожденные и заученные, вызванные (реактивные) движения. Для их исследования использовались методы, имеющие различную разрешающую способность: от простого наблюдения до весьма совершенных средств регистрации временного и пространственного рисунка движений. Организация движений исследовалась на различных уровнях, и нередки случаи генерализации результатов, полученных на психофизиологических, нейропсихологических, биомеханических и психологических уровнях. Наконец, во многих исследованиях движение либо бралось как целое без достаточного расчленения на свои структурные компоненты, либо в качестве предмета исследования выступали отдельные элементы, изолированные от структуры движения в целом. Все это вызывало ивызывает большие трудности в сопоставлении результатов, полученных в различных исследованиях. Поэтому преодоление оппозиции между теориями открытого и закрытого контуров регулирования по-прежнему остается актуаль­ной научной и практической задачей.

В этих теориях, равно как и в экспериментальных исследованиях, на которых они основывались, не уделялось достаточного внимания анализу предметного содержания деятельности. Да и сами исследуемые двигательные акты, как правило, были чрезвычайно элементарны и по своей сложности редко превосходили стандартные варианты стимульно-реактивных схем изучения дви­жения. Средства регистрации двигательных актов предназначались преимущественно для фиксации физиологических процессов, происходящих

Обращает на себя внимание и интерпретация полученного материала, которая ведется преимущественно в терминах теории автоматического регулирования, кибернетики. Даже сами наименования — теория открытого, теория закрытого контура — свидетельствуют о влиянии идей и методов кибернетики. В этом влиянии, разумеется, нет ничего предосудительного, и некоторые полезные аналогии с техническими системами и управлением исполнительными действиями человека действительно помогли прояснить многие проблемы и привели к постановке новых проблем. Н. Е. Введенский когда-то писал: «К сожалению, построения живого мира настолько сложны и оригинальны, что смысл их выясняется обыкновенно лишь после того, как физики и техники придут другими путями к тем же результатам» [15, с. 574]. Но он же предупреждал о том, что, наблюдая за деятельностью какой-либо ткани или органа, «не следует упускать из виду, что каждый раз имеют дело с живыми единицами, поставленными в своей дея­тельности в условия, общие для всех живых организмов» [там же, с. 566]. Имеется большой соблазн по аналогии с техническими устройствами рассматривать тот или иной орган или функцию как механизм, предназначенный только для известной работы, т. е. вне контекста условий его жизнедеятельности. Однако всякая аналогия имеет свои границы и пределы. Аналогии между глазом и каме­рой-обскурой или фотоаппаратом давно изжили себя. Речь идет не о том, что теории открытого или закрытого контура уже постигла та же участь, а о том,

при реализации движений.



чтобы выработать еще более широкий взгляд на человеческое движение и действие, включая их в контекст жизнедеятельности. В настоящее время созрели как теоретические, так и методические предпосылки для преодоления оппозиции между теориями открытого и закрытого контура. Теоретические предпосылки состоят в том, что во многих областях исследования психической деятельности успешно преодолевается

технологический, инженерный подход, в том числе и в его современном информационно-кибернетическом варианте. Методические предпосылки состоят в том, что благодаря использованию ЭВМ на линии эксперимента появились принципиально новые возможности регистрации и анализа движений.

В качестве примера приведем исследование [52], предметом которого был анализ соотношений когнитивных и исполнительных компонентов инструментального действия. Экспериментальная ситуация предусматривала быстрое и точное горизонтальное движение к цели, представляющей собой све­товой квадрат, равный по размеру управляемому квадрату и появляющийся справа и слева от стартовой позиции на горизонтальной оси телевизионного индикатора по программе от ЭВМ. Регистрировались временные и скоростные характеристики движения.

На рисунке 12 представлен образец записи перехода на цель, включающий в себя запись параметрического графика зависимости пути от времени, данные по скорости и ускорению совершаемого движения. Данный вид кривых S (t), V(t), A(t ) описывает движения, направленные на быстрое и точное совмещение управляемого пятна с целью. Скорость движения возрастает до середины пути, а затем начинает монотонно падать вплоть до начала корректирующих движений, подводящих управляемое пятно к цели. Изменение скорости движения, в свою очередь, вызвано тем, что усилие, прилагаемое для перемещения руки в пространстве и соответственно орудия, управляемого ею, изменяется во вре­мени. Характер изменения этого усилия описывается изменением ускорения движения во времени A(t), где можно выделить ускоренную часть, соответствующую начальной части движения, когда скорость нарастает от 0 до максимума, и части движения, когда ускорение имеет отрицательный знак. Одновременно для каждой группы реализаций (в зависимости от амплитуды перемещения) был вычислен средний квадратичный разброс (а), т. е. определены участки максимального и минимального отклонения от идеальной кривой. Как показал анализ, максимальное отклонение на кривой (а) отмечено в середине пути там, где, как видно на кривой скорости, она уже достигла своего максимума. Иначе говоря, разброс минимален в начале и конце пути. Отсюда можно предположить. что движения в самом начале своего пути, соответствующие по времени фазе >нарастания ускорения и характеризующиеся минимальным разбросом (а), совершаются по четко отработанной программе для данной группы движений.

Эти данные согласуются с данными представителей программного или открытого типа управления движениями, постулирующих наличие набора моторных программ, которые могут синтезироваться в желаемое движение, охватить его целиком и которые не зависят от обратной афферентации. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о наличии программного типа управления лишь для начальной части движения, составляющей для данной экспериментальной ситуации и данной группы движений 125—150 мс. Как было .показано, средний квадратичный разброс увеличивается, доходя до своего максимума на участке пути, соответствующему максимальному значению скорости, охватывающей на кривой S (t) интервал, равный 225—275 мс. Вследствие большого количества степеней свободы кинематических цепей человеческого тела, действия реактивных и внешних сил и других причин никакая, даже наиболее точно дозированная, система пусковых афферентных импульсов не может однозначно определить требуемое движение. Но движение все-таки совершается, и достаточно точно, и совершается оно с помощью внесения поправок по ходу выполнения движения, на основе эфферентной сигнализации, поступающей в процессе двигательного акта, путем «сенсорной коррекции». Однако одних импульсов, поступающих в нервную систему по ходу выполнения движения, еще недостаточно для управления действием, они должны сопоставляться с заданными, запрограммированными их значениями, что и дает возможность вносить поправки по ходу выполнения действия; на основе такого сличения и производится коррекция двигательного акта. Иначе говоря, имеются основания для объединения в одном двигательном акте двух типов управления: программного и на основе обратной афферентации, т. е. закрытого типа управления.

Сами представления о моторной программе и об обратной связи, являющиеся центральными в этих теориях, тоже нуждаются в объяснении, тем более, что они рассматриваются в этих теориях преимущественно со стороны их физиологических механизмов. А между тем современные исследования открывают в человеческом действии такие осложнения, вариации и направления, о которых не знают биомеханика и физиология, по крайней мере в их нынешнем состоянии. Главное осложнение состоит, видимо, в том, что как программа, так и контроль являются производными от образа, равно как и образ является производным от действия с предметом. Это не логический круг, поэтому разрывать его не нужно, но понять взаимоотношения между действием и образом необходимо; без этого невозможно решить проблему построения движений. Мы не случайно привели выше высказывание И. М. Сеченова о том, что чувствования служат источниками движений не прямо, а через психику, т. е. через образ, который сам является не менее динамичным, чем регулируемое им движение.

Понимание этого обстоятельства кардинально отличает теорию Н. А. Бернштейна от теорий открытого и закрытого контура. Рассматривая функции «задающего» элемента, он совершенно справедливо ставит вопрос о происхождении макропрограммы целевого действия и о связи ее с двигательной задачей. Последняя прямо или косвенно определяется ситуацией, сложившейся к данному моменту. В качестве определяющего фактора в возникновении и формировании макропрограммы двигательного акта в теории Бернштейна выступает образ или представление результата действия (конечного или поэтапного). «Привлечение мной для характеристики ведущего звена двигательного акта понятия образа или представления результата действия, принадлежащего к области психологии, с подчеркиванием того факта, что мы еще не умеем назвать в настоящий момент физиологический механизм, лежащий в его основе, никак не может означать непризнания существования этого последнего или выключения его из поля нашего внимания. В неразрывном психофизиологическом единстве процессов планирования и координации мы в состоянии в настоящее время нащупать и назвать определенным термином психологический аспект искомого ведущего фактора, в то время как физиология может быть в силу отставания ее на фронте изучения движений... еще не сумела вскрыть его физиологического аспекта. Однако ignoramus не значит ignorabimus» [7, с. 241]. Несмотря на столь отчетливую постановку проблемы регулирующих функций образа, нельзя не отметить, что эти функции рассматриваются Н. А. Бернштейном в самом общем виде. Вполне понятно, что именно в этом пункте он апеллирует к психологическому исследованию, которое не может обойти проблему формирования образа, выступающего в функции регулятора произвольного двигательного акта.

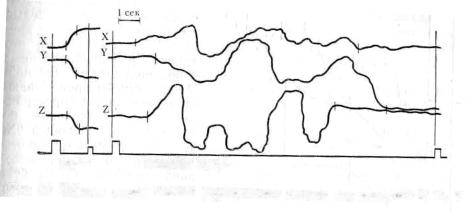
Важным этапом в исследовании произвольных движений и навыков было обращение к их ориентировочно-исследовательским, когнитивным компонентам. А. В. Запорожец показал, что в процессе ориентировочно­исследовательской деятельности складывается образ ситуации и тех действий, которые должны быть осуществлены. Особенно существенным является вклад ориентировки на начальных стадиях формирования произвольных движений [28]. Логика исследования привела А. В. Запорожца и его сотрудников к дифференциации ориентировочно-исследовательских, пробующих и собственно-исполнительных действий. Появились новые аргументы в пользу полифункциональности движений, которые могут выполнять как исполнительные, так и когнитивные функции, что привело к созданию теории перцептивных действий [29—32], были разработаны методы микроанализа когнитивных, в том числе и перцептивных процессов. При этом собственно- исполнительные действия анализировались в самом общем виде: оценивались лишь время их реализации и точность достижения цели.

Развитие теории и методического арсенала исследования перцептивных действий позволяет поставить задачу объединения целого ряда подходов к исследованию произвольных движений и навыков: теории построения и развития движений Н. А. Бернштейиа и А. В. Запорожца, теорий открытого и закрытого контура (вместе с различными вариантами их объединения) и теории перцептивных действий.

Первая попытка такого объединения была сделана на основе методов микроструктурного анализа исполнительной и познавательной деятельности.

В качестве существенного теоретического основания необходимости и полезности объединения названных концепций выдвигалось следующее. При построении движений происходит преодоление избыточных степеней свободы кинематических цепей человеческого тела. Не лишено оснований предположение, что имеется нечто общее между задачей построения движенийи задачей построения зрительного образа. При построении образа также происходит преодоление избыточных и неадекватных вариантов отображения одного и того же объекта. С точки зрения регуляции и контроля произвольных движений, видимо, иначе и не может быть, поскольку зрительная система представляет собой существенную часть регулирующего звена двигательного акта. Поэтому в регулирующем звене (кстати, не обязательно связанном только со зрительной системой) должно быть не меньшее число степеней свободы, чем в исполнительном. В противном случае ряд степеней свободы исполнительного звена обязательно будет ускользать от регулирующего [36].

Именно поэтому исходя из принципа иннервации отдельных мышц нельзя объяснить целостный акт движения, нельзя говорить об однозначных связях между иннервационными импульсами и вызываемыми ими движениями. Близкие по смыслу идеи высказывает М. Турвей [78], считающий, что целесообразные движения регулируются не жестким (заранее готовым) паттерном, а образом действия, который сам является постоянно становящейся структурой. Мало вероятно, что для каждого способа выполнения движения существует готовый регуляторный паттерн (шаблон), тем более, что без предварительного научения возможно применение многих способов выполнения движений и действий. Движение реализуется путем подгонки друг к другу координируемых структур, которые являются относительно автономными с точки зрения организации движения. Собственно становление движения может быть понято как гетерархия, в высших областях которой имеется малое количество больших и сложных координируемых структур, а в низших — большое количество маленьких и простых структур. Турвей также считает, что центральное место в организации движения занимает образ предстоящего действия или представление о нем. В соответствии с таким пониманием процесса управления движением первоначальное представление о действии обязательно должно быть неопределенным в сравнении с его окончательным представлением в исполнительных командах для мышц. Проще говоря, «образ действия» не может и не должен быть конструктивным по отношению к конкретным деталям двигательного акта. В образ действия входят обобщенная



инверсия X,Y%Z

норма

Рис. 13. Образец записи начала формирования навыка при инверсии X, Y, Zоценка позы или схемы тела и выделенные перцептивные свойства, которые могут понадобиться для управления движением, представленные также в обобщенной форме. В разворачивающемся движении «образ действия» постепенно конкретизируется на последующих уровнях управления движением путем внесения в него детализированною

предметного содержания. Причем объединение координированных двигательных структур на каждом уровне происходит с помощью соответствующих, зрительно выделенных свойств внешней среды. Необходимо установить, каким образом и на основании чего формируется новая для данного индивида деятельность, какова ее функциональная структура и каковы компоненты, ее составляющие.

Для ответа на поставленные вопросы в экспериментальной ситуации была использована инверсия как средство разрушения сложившегося навыка, при введении которой перцептивные и моторные поля, каждое в отдельности, по сути дела не претерпевали никаких изменений. Нарушалось лишь соответствие между движением манипулятора и перемещением пятна на экране, иначе говоря, в инверсии нарушалось привычное соотношение перцептивного и моторного полей, что, естественно, вызывало разрушение сложившегося в условиях совместимости сенсомоторного образа пространства, т. е. средства стали неадекватны цели. Использование инверсии дало возможность более полно проследить этапы построения нового сенсомоторного образа рабочего пространства [18, 19].

Остановимся подробнее на строении фазической стадии пространственного действия, которая при введении инверсии из пространственной, единой и целенаправленной превратилась в набор большого количества разнонаправленных движений, перемежающихся либо полными остановками, либо значительными замедлениями. Каждая такая остановка говорит о том, что, сделав небольшое движение, испытуемый контролирует себя и намечает (программирует) свой дальнейший путь (рис. 13).

По сути дела, в структуре фазы при переходе на один элемент матрицы можно насчитать 3—8 полных циклов, каждый из которых состоит из своих собственных стадий программирования, реализации и контролирования. Иначе говоря, фазическая стадия целостного действия распалась на целый ряд разнонаправленных движений, а если учесть, что такие разнонаправленные с большой амплитудой движения, как бы пронизывающие оперативное простран­ство, зарегистрированы по каждой составляющей X, Y, Z пространственного действия, то станет ясно, насколько хаотично и беспорядочно выглядит это действие, которое по сути дела нельзя назвать действием, 'поскольку оно не целенаправлено и раздроблено. Его можно представить себе как искусственно соединенные цепи отдельных операций, каждая из которых имеет определенные направления, скорость и точку приложения. Отсюда совершенно ясно, что исконная функция движения — исполнительная — трансформируется на этом этапе овладения действием в функцию познавательную, исследовательскую, ориентирующую.

Таким образом, на основе активных действий, прощупывающих рабочее пространство во всех направлениях, функция которых не исполнительная, а исследовательская, начинает строиться новый сенсомоторный образ пространства. На первом этапе построения сенсомоторного образа формируется достаточно обобщенный образ ситуации в целом (рис. 14, кривая 1), который можно назвать этапом построения образа конкретной ситуации.

Следующий этап характеризуется большой временной протяженностью, занимая примерно несколько десятков реализаций.

Этот этап характеризуется прощупывающими движениями, идущими в направлении цели (рис. 14, кривая 2). Здесь уже нет раз­нонаправленных движений

большой амплитуды. Движение от одного элемента матрицы к другому как бы делится на ряд последовательных операций, в каждой из которых отчетливо вы­деляются программирующая,

реализующая и контролирующая стадии. Испытуемый как бы квантует воображаемую

траекторию на мелкие отрезки, где нарастание скорости

осуществления действия сменяется полными остановками. И квантов тем больше, чем менее освоен образ пространства. Необходимо отметить, что увеличение и падение скорости идет изолированно по каждой составляющей X, Y, Z движения. Это свидетельствует о том, что и на этом этапе освоения образа действие планируется не симультанно (пространственно) , а сукцессивно, изолированно по каждой координате. Более того, даже по отдельной координате оно не планируется полностью, а делится на кванты, где окончание предыдущего служит началом следующего.

Единое действие на этом этапе превращено в цепь последовательных, пробующих операций, идущих в направлении заданной цели и в конце концов достигающих ее. Подобные действия необходимы для подгонки сложившегося в общих чертах образа к конкретным двигательным задачам. Кроме того, видимо, они направлены на нахождение масштабного соответствия движения руки и местоположения элемента матрицы на экране.

Рис. 14. Схема этапов формирования сен-

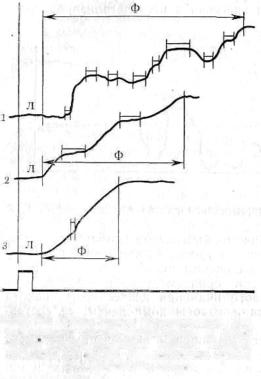
сомоторного образа пространства (в фази-

ческои стадии выделены

участки падения

скорости до нуля); Л — латентное время;

Ф — фазнческая стадия



Таким образом, второй этап овладения сенсомоторным пространством можно назвать этапом построения образа реальных исполнительных действий.

Следующий этап освоения образа сенсомоторного пространства может быть отнесен к образной, ориентирующей части действия только на самых начальных этапах своего формирования (рис. 14, кривая 3). Он характеризуется целенаправленными целостными действиями, функция которых в основном направлена на слияние уже построенного образа ситуации с образом реальных исполнительных действий. Функция эта является достаточно сложной, она требует не механического соединения, а качественного проникновения одного в другое и на основе этого построения симультанного, единого для данных условий сенсомоторного образа рабочего пространства. На его основе затем будет совершенствоваться уже собственно-исполнительная часть действия. Наличие такого единого ориентирующего образа открывает на этом этапе возможность для формирования и совершенствования программы действия, первые попытки построения которой уже наметились на этапе построения образа исполнительных действий.

Как возможно соединение регулирующего и исполнительного компонентов, каждый из которых обладает большим числом степеней свободы? Каков процесс ограничения числа степеней свободы в обоих звеньях двигательного акта? Эти вопросы возникают применительно к анализу сформировавшегося двигательного акта,но еще большую остроту они приобретают по отношению к процессу его формирования, по отношению к процессу овладения человеком как традиционными, так и новыми орудиями трудовой деятельности.

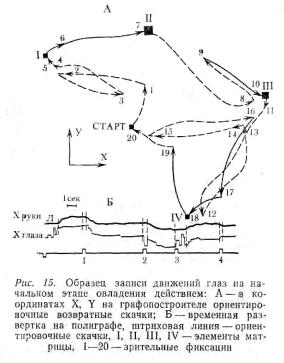
Исследование характеристик когнитивных компонентов, а также изучение процесса их формирования чрезвычайно важны, так как именно они связывают ориентирующие и исполнительные компоненты деятельности.

Сравнительный качественный и количественный анализ характеристик движений руки и глаз, полученный на разных стадиях овладения двигательными навыками, позволил выявить общие закономерности изменения исследуемых параметров [21]. По мере овладения двигательным навыком сокращается как общее время выполнения действия, так и длительность каждой выделенной ста­дии целостного действия, а также продолжительность периода глазо­двигательной активности. Время программирующей стадии действия пропорционально величине и сложности маршрута движения. При прохождении любого маршрута латентное время движения руки при переходе со стартовой позиции на первую опорную точку маршрута в несколько раз превышает время латентной стадии перехода между любыми другими пунктами данного марш­рута, а разница тем больше, чем сложнее маршрут движения. Общая последовательность включения фаз движения руки и глаз всегда одинакова: после подачи сигнала зарегистрирован латентный период движения руки и глаз, сменяющийся периодом глазодвигательной активности, который тем больше, чем сложнее маршрут движения, затем начинается движение руки.

Наблюдающиеся в исследовании движения глаз были разделены на два функционально-различных класса. К первому классу относятся ориентировочно- исследовательские движения глаз, зарегистрированные только в латентнойстадии движения руки. По мере выработки двигательного навыка наблюдается их постепенная редукция. Функция ориентировочно-исследовательских движений глаз состоит в формировании перцептивно-моторного образа про­странства и планировании движения по всему маршруту. Ко второму классу относятся афферентирующие движения глаз, которые разделяются на два типа: прослеживающие движения руки скачки и опережающие движения руки скачки на цель. По мере выработки навыка прослеживающие скачки трансформируются в опережающие скачки. Функция афферентирующих движений состоит в сличении, коррекции и установлении масштабного соответствия заданной программы с реальной задачей.

На начальных этапах обучения у испытуемых, не владеющих навыком управления манипулятором, во время латентной стадии движения руки наблюдается большое число движений глаз, пересекающих тестовую матрицу. Эти движения относятся по преимуществу к поступательно-возвратному типу. На стадии реализации у этих испытуемых наблюдаются афферентные прослеживающие движения глаз, сопровождающие исполнительное действие

По мере выработки навыка постепенно сокращается число поступательно-возвратных движений глаз. Они сохраняются лишь во время латентной стадии первого перехода, т. е. до начала движеения руки. Этому соответствует и сокращение латентных периодов движения руки каждого перехода на элемент матрицы; в меньшей степени сокращается первый латентный период. Поступательно­



возвратные скачки глаз трансформируются в поступа­тельные, непосредственно

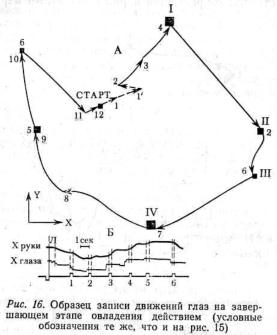
предшествующие исполнительному действию. В свою очередь, при хорошо сформированном навыке

афферентные прослеживающие движения глаз трансформируются в опережающие исполнительное действие движения. После опережающего скачка глаз фиксирует цель до окончания исполнительного действия руки, т. е. до совмещения управляемого пятна с соответствующим элементом матрицы (рис. 16).

В процессе обучения формируется новый образ пространства и перестраиваются или формируются заново соответствующие

экспериментальной ситуации

сенсомоторные координации; послетого как построен сенсомоторный образ, начинает активно формироваться программа исследуемого действия. Одним из показателей сформированности образа пространства и пространственного действия



являются типы движений глаз, их количество, скорость движения руки и характер сенсомоторного взаимодействия.

Из изложенного выше следует, что для понимания процесса превращения

человеческой руки в «орудие орудий» необходима правильная теоретико-методологическая ориентация исследований

исполнительной деятельности. Движения живого органа должны быть не только поняты, но и раскрыты как своего рода морфологические объекты, функциональные органы. Функциональным органом «является всякое временное сочетание сил, способное осуществить определенное достижение» [58, с. 71]. Аналогия между движениями живого органа и анатомическими органами или тканями убедительно обосновывалась двумя главнейшими его свойствами: «... во- первых, живое движение реагирует, во-вторых, оно закономерно эволюционирует и инволюционирует» [7, с. 178]. Подобная трактовка живого движения, выделение в качестве объекта исследования его «биодинамической ткани» задает новую стратегию его научного изучения и практической организации. В частности, она означает и то, что движение, моторная схема, навык не могут быть усвоены — они должны быть построены субъектом. «Упражнение — это повторение без повторений» [7]. Известно, что по мере овладения человеком определенной системой движений, последняя стереотипизуется. Но далее «... эта система, бывшая раньше чем-то внешним, являвшаяся объектом усвоения, превращается постепенно в своеобразный орган индивидуальности, в средство выражения и реализации отношения человека к действительности» [28, с. 394]. Современную эргономику все в большей мере интересует строение этого «органа индивидуальности», понимание и предвидение того, что может быть реализовано с его помощью.

§3. Функциональная структура познавательных действий

Трактовка психических процессов как специальных познавательных действий, формирующихся в онтогенетическом и функциональном развитии, с каждым годом получает все новые и новые экспериментальные подтверждения, находя практическое приложение в эргономике и инженерной психологии. Специализация и дифференциация трудовой деятельности привели к тому, что функции работающего нередко ограничиваются преимущественно сферой восприятия, в результате чего процессы обнаружения, идентификации, опознания, информационного поиска, перекодирования, кратковременного хранения и передачи информации, принятия решений выступают в трудовом процессе как самостоятельные целенаправленные действия. Естественно, что каждое такое действие завершается определенным исполнительным актом, т. е. входит в более широкую структуру деятельности, но поскольку эти исполни­тельные акты зачастую достаточно элементарны, профессиональное мастерство может определяться перцептивными или интеллектуальными компонентами. Поэтому эргономика все чаще обращается к общей, экспериментальной и даже генетической психологии, активно ставит и решает новые проблемы, которые входят в компетенцию этих разделов психологии.

Новые технические средства деятельности требуют формирования специальных перцептивных способностей, действий и навыков. Разнообразные виды деятельности оператора-наблюдателя, появившиеся в последние десятилетия, как нельзя лучше иллюстрируют известное положение о том, что органы чувств человека — это продукт всей прошедшей до сих пор всемирной истории. Изучение этих видов деятельности в реальных и в лабораторных условиях привело к накоплению огромного фактического материала, обоб­щенного в целом ряде теорий и моделей, существенным достоинством которых является преодоление натуралистических концепций человеческих способностей вообще и познавательных способностей в частности.

Функциональным, структурным и генетическим аспектам процессов восприятия, памяти и мышления посвящена обширная психологическая литература. В настоящем разделе мы ограничимся лишь общей характеристикой важнейших когнитивных процессов, играющих ведущую роль в трудовой деятельности, и приведем материалы, которые могут быть полезны при решении проективных задач эргономики. Специальное внимание при этом будет уделено огромным резервам, имеющимся в человеческом восприятии, памяти, резервам, рациональное использование которых может существенно облегчить решение сложных технических задач.

В предыдущем параграфе было показано значение образа ситуации и образа действий, которые должны быть выполнены в этой ситуации для формирования навыков. Исследования образов и соответственно особенностей их формирования становятся центральными и в когнитивной психологии, которая в работах своих наиболее дальновидных представителей [68, 71] успешно преодолевает стимульно-реактивные, бихевиористические схемы, долгое время использовавшиеся для анализа поведения и деятельности. Понятие образа начинает играть все более заметную роль в инженерно-психологических и эргономических исследованиях. Информационная модель реальной обстановки в системах «человек— машина» должна быть предварительно проанализирована оператором, он должен построить собственную образно­концептуальную модель ситуации, принять решение и лишь затем осуществить исполнительное действие. На этом примере особенно отчетливо выступает недостаточность объяснительных стимульно-реактивных схем. Между воздействием и ответным действием в деятельности оператора находится двойное уподобление реальности, или два образа, две модели реальности. Каждая из них требует от оператора специфических познавательных действий, осуществляющихся как во внешнем, так и во внутреннем плане.

Целесообразное действие уже не может осуществляться по схеме немедленного обслуживания; оно осуществляется по схемам отсроченного обслуживания или, точнее, активного действия, в интервале между воздействием и ответным действием имеется повторение и преобразование явлений в информационной модели, достигаемое техническими средствами, и повторение и преобразование явлений в образно-концептуальной модели, достигаемое психологическими средствами.

Информационные и образно-концептуальные модели выступают как искусственные образования, открывающие человеку пространство доступного для понимания и действия мира. Разумеется, образно-концептуальные и информационные модели нетождественны, но описание их в близких терминах существенно облегчает решение задачи синтеза систем «человек — машина».

Для понимания процессов формирования образно-концептуальных моделей, а также процессов преобразования, осуществляемых с целью информационной подготовки и принятия решения, полезно рассмотреть наиболее общие свойства зрительных образов.

Образы представляют собой субъективные феномены, возникающие в результате предметно-практической, сенсорно-перцептивной и мыслительной деятельности как при наличии адекватной сенсорной стимуляции, так и в ее отсутствие. Образ — это целостное, интегральное отражение действительности, в котором одновременно представлены основные перцептивные категории (пространство, движение, цвет, форма, фактура и т. д.), причем, как хорошо из­вестно из психологии восприятия, воздействие этих категорий на наблюдателя не является независимым. Важнейшей функцией образа является регуляция исполнительных актов. Логично представить себе регулятор не менее реальным, чем исполнительный механизм, и обладающим такими же свойствами, как объект регулирования. В предыдущем параграфе приведены аргументы в пользу рассмотрения живого движения как особого функционального органа, обладающего по аналогии с морфологическими органами свойствами реактивности, чувствительности, подчиняющегося законам эволюции и инволюции.

Нетрудно обнаружить аналогичные свойства и у когнитивных процессов.

Восприятие, память, мышление также представляют собой действия (или системы действий), каждое из которых реактивно эволюционирует и инволюционирует [28, 30, 41]. Результаты этих действий фиксируются прежде всего в образах (двигательных, перцептивных, мнемических, мысленных), которые, в свою очередь, выполняют регулятивные функции по отношению к дальнейшему развертыванию когнитивных и исполнительных актов. Образы ре­альных предметов всегда локализуются нами во внешнем пространстве там, где находятся предметы восприятия или действия.

Это же относится и к визуализированным образам, представлениям, которые наблюдатель видит в отсутствие объекта наблюдения. Вне процесса объективации, экстериоризации не существует и образа как некоторой субъективной данности. Благодаря локализации образа во внешнем трехмерном пространстве (в том числе и в трансформированных субъектом его аналогах [73, 74]) возможно регулирование исполнительных действий, осуществляемых во внешнем плане. Другими словами, регуляция исполнительных актов возможна лишь через предметную среду, отображенную в объективированном образе.

В зрительном восприятии выделяют два типа структур: пространственную, связанную с локализацией в координатах трехмерного пространства окружающего мира, и структуру проксимальной стимуляции, соотносимую с анатомическими координатами сетчатки. В специальных исследованиях возможна демонстрация относительной независимости этих структур друг от друга, хотя в реальном акте восприятия они взаимосвязаны. Обе структуры характеризуются и определенными иконическими (картинными) свойствами [79]. Иконические свойства этих структур составляют чувственную ткань образа (и сознания), которая, как правило, слита с предметным содержанием воспринимаемой действительности [48], т. е. локализуется во внешнем трехмерном пространстве. Дальнейшее обсуждение свойств образа целесообразно проводить в терминах биодинамической и чувственной ткани, хотя их разделение не может быть абсолютным, поскольку и в биодинамической ткани движения присутствуют иконические, чувственные свойства (см. § 2). Пространственная структура образа складывается в результате предметных действий субъекта, благодаря преобразованию биодинамической ткани движения в чувственную ткань пространственного образа. Это относится не только к процессу формирования образа, но и к сформированному образу: ведь остановка может рассматриваться как накопленное движение, его симультанный слепок. В снятом виде биодинамическая ткань движения присутствует и в порожденном и в воплощенном образе.

По мере формирования пространственного образа он наполняется предметными свойствами, облекается чувственной тканью и совместно с ней локализуется во внешнем пространстве. Сказанное справедливо как по отношению к чувственной ткани, связанной по своему происхождению с биодинамической, так и по отношению к чувственной ткани, связанной с иконическими свойствами проксимальной стимуляции. Последняя также экстериоризуется и сливается с пространственной структурой образа. После такого слияния образ выступает как интегральное, неразложимое целое.

Следовательно, в сформировавшемся образе биодинамическая и чувственная ткань представляют как бы две стороны одного и того же целого. Более того, они становятся обратимыми. При формировании пространственного образа ведущую роль играет биодинамическая ткань движения, действия. В сформированном образе ведущее положение занимает чувственная ткань, в том числе и имеющая своим источником проксимальную ситуацию. При построении движения осуществляется обратный перевод, т.е. чувственная ткань образа трансформируется в биодинамическую ткань движения. Движение в конечном счете представляет собой как бы субстанцию, каркас образа. И если верно положение о том, что деятельность умирает в продукте, то точно так же должно быть справедливо положение о том, что образ умирает, воплощается в дея­тельности, чтобы возродиться в результате ее завершения. Именно поэтому образы обладают свойством открытости. Чувственная ткань пространственного образа, связанная по своему происхождению с активными движениями субъекта в окружающем мире, может выступать в качестве регулятора исполнительных действий. Осуществление последних вновь приводит к трансформации биоди­намической ткани в чувственную, к расширению и фиксации в образе все новых и новых свойств предметной действительности. Однако сложившийся детальный образ окружения сплошь и рядом оказывается чрезмерно избыточным для решения утилитарных задач регуляции исполнительных актов, хотя он, разумеется, необходим для принятия решения о целесообразности того или иного действия. Средством преодоления избыточности при стереотипизации и стандартизации условий выполнения действия является трансформация пространственного образа, его биодинамической ткани в более или менее автоматизированную схему. В складывающихся в результате такой трансформации схемах, а затем и в символах усиливаются элементы абстрагирования и соответственно уменьшается удельный вес биодинамической и особенно чувственной ткани.

Сказанное выше позволяет прийти к заключению, что образы, равно как и движения, следует рассматривать как функциональные органы регуляции поведения. Подобная трактовка образа как органа индивидуальности вытекает из воззрений А. А. Ухтомского, рассматривавшего доминанту как особый функциональный орган. Он писал о ее внешнем и внутреннем выражении [58]. К внешнему выражению доминанты относится стационарно выполняемая работа или рабочая поза организма. К внутреннему выражению относится переживание доминанты в виде сокращенного символа («психологическое воспоминание»). На эту сторону дела в трудах А. А. Ухтомского обратил внимание Б. Г. Ананьев, который также подчеркивал, что целостный, или интегральный, образ может рассматриваться как своеобразный орган поведения. Подобная единая трактовка движений, образов, установок как функциональных органов индивидуальности облегчает выявление существующих между ними взаимоотношений.

Каждый человек имеет множество образов самых различных пространств: комнаты, улицы, города, любимой картины и т. д. Некоторые из нас свободно ориентируются в микроскопическом пространстве и даже в пространстве космоса, причем несомненна способность легко переходить от работы в одном пространстве к работе в другом пространстве. Образы внешнего окружения, как правило, включают в себя и «схему тела». Схема тела — это обобщенное представление человека о своем теле — его контуре и габаритах, его границах и о его ориентации « состоянии движения в окружающем пространстве. Ф. Д. Горбов [17] отмечал, что, непрерывно изменяя положение тела, человек одновременно создает и опробует постуральную модель, формирующую схему тела. Воспринимаемые границы схемы тела чрезвычайно подвижны. В схему тела включаются одежда и разнообразные орудия труда (перо, лопата, автомобиль, танкер и т. п.). Ярким примером пространственных свойств образов являются возникающие у ампутированных феномены движений фантомных конечностей, когда культя в действительности не двигается.

Приведенные призеры свидетельствуют о постепенном отодвигании чувствительности индивида во внешнее пространство, о построении индивидом все более адекватных и сложных пространственных образов и моделей реальности. Естественно, что в субъективных образах в зависимости от задач деятельности отражение физического пространства может трансформироваться. Оно может восприниматься в прямой и обратной перспективе, намеренно сжи­маться или растягиваться, схематизироваться и пр. Описание субъективных образов, представлений и действий в терминах пространственно-временных свойств не более условно, чем описание ДНК в форме двойной спирали. Не случайно специалисты в области психологии труда и проективной эргономики давно работают в таких терминах и понятиях, как пространство моторного поля, пространственно-временные свойства движения и восприятия, наглядно­образные схемы, ориентирующие деятельность человека в рабочем пространстве. Используются и такие термины, как оперативная единица восприятия, образ-манипулятор, который несет в себе и отражение реальности, и ее понимание, и схему действия.

В зрительных образах отражается не только пространство, но и время. В симультанных картинах («остановленных мгновениях») присутствуют элементы настоящего, прошлого и будущего. Отражение времени в образах основано как на механизмах восприятия и экстраполяции движений, так и на механизмах, которые подобны полупрозрачной картотеке следов, зафиксированных в разные моменты времени. Это позволяет, с одной стороны, воспринимать мир стабильным, а с другой — учитывать в нем прошлые, текущие и предстоящие изменения. Следовательно, зрительные образы позволяют потенциально и актуально отражать действительность во всем богатстве как видимых, так и скрытых в определенный момент связей между предметами.

Отражение времени в образах представляет собой основу таких явлений, которые описываются терминами «предвидимое будущее» (Н. А. Бернштейн), «акцептор результатов действия» (П. К. Анохин).

Создание адекватного концептуального аппарата для описания структурных и функциональных характеристик пространственно-временных схем и конструкций, присутствующих в образах, оказывается чрезвычайно сложным делом, так как они, как правило, скрыты не только от внешнего наблюдения, но также и от интроспекции. В онтогенезе фундаментальные перцептивные категории, образующие основу предметных значений, практически осваиваются до развития процессов вербального общения, в рамках которого первоначально формируется символическое знание о мире. По мере становления той мощной системы произвольной регуляции деятельности, которой является у взрослого человека речь, создается впечатление, что процессы наглядно-образного отражения начинают играть подчиненную роль. Следует подчеркнуть, что и на этапе развитого речевого общения восприятие (и содержание образа) неидентично процессу отнесения к тем или иным условным категориям.

В информационном отношении образы представляют собой необычайно емкую форму репрезентации окружающей действительности. В них находит место информация о пространственно-временных, динамических, цветовых и фигуративных характеристиках предметов. Они многомерны,

многокатегориальны, а также полимодальны. В образах отражаются не только фундаментальные перцептивные категории, но и взаимоотношения между ними как в рамках одной категории, так и интермодальные взаимоотношения. Высказываются предположения о том, что наглядные образы легко трансформируются в амодальные образы, в перцептивные или предметные понятия — комплексы («размытые понятия») и т. п. Другими словами, образы многослойны как генетически, так и функционально, что позволяет человеку как бы перемещаться в мир символических значений и концептов, рефлектировать по поводу верхних слоев построенного им образа мира, сознательно оперировать знаками, символами, словами. Что же касается фундаментальных перцептивных категорий, то, хотя они и служат ориентирами практической деятельности человека, они редко становятся предметом рефлексии. Конечно, человек продолжает эффективно использовать наглядно-чувственное, образное отражение предметной действительности, но преимущественно в скрытой, латентной форме.

Подобно тому как разные стороны сложных двигательных актов обеспечиваются координированной работой различных уровней построения движений, воспринимаемая пространственная локализация объектов и описание их формы, судя по результатам специальных исследований [11], представляют собой продукты переработки информации на различных уровнях построения образа. В восприятии, точно так же как и при регуляции движений, осознается в первую очередь предметное содержание, соответствующее смысловой стороне стоящей перед субъектом задачи. Фоновые координации, реализуемые на более низких уровнях, не представлены в фокальной области сознания, даже если речь идет о таких процессах, как отражение яркостных характеристик или движения предмета. Эта латентность восприятия, полезная для субъекта, не освобождает психологию от ее вполне сознательного учета, от задачи реконструкции этого удивительного мира психической реальности, от поиска и развития объективных и вместе с тем психологических методов его исследования.

Реконструкция фоновых координации, осуществляемых на нижних уровнях процесса формирования предметного образа, особенно актуальна, потому что объекты, ситуации, события представлены в информационных моделях в закодированном виде. Нередки случаи, когда наиболее информативные признаки отображаемых объектов кодируются распределением яркостей, движением, а пространственные характеристики объектов — буквенно­цифровой информацией или точками и линиями на плоскости средств отображения. Операторы в этих случаях должны восстанавливать ситуацию на основании заведомо бедной, а часто и искаженной входной информации. Другими словами, фоновые, неосознаваемые в естественных условиях уровни в деятельности оператора становятся предметом специальных перцептивных действий, на основе которых только и может сформироваться предметный образ отображаемой ситуации.

Исследование работы операторов показывает, что отнесение сведений, получаемых оператором, к реальным объектам, часто выполняется им как вполне сознательное действие, которое вызывает определенные трудности и нелегко поддается упражнению и автоматизации. Об этих трудностях писал М. Л. Галлай: «Я представляю себе, как метался взгляд летчика от прибора к прибору во время этого разворота: крен, перегрузка, скорость, подъем, курс, снова крен, снова скорость ... Инерция прижимает тело к креслу . . . Дрожит от напряжения корабль ... За покрытыми испариной стеклами кабины — сплошная молочная мгла, но летчик отработанным за годы полетов внутренним взором видит, какую хитрую, лежащую на самой грани возможного кривую описывает его машина». В этом описании обращает на себя внимание, во-первых, что пилот видит не столько приборы, сколько траекторию полета машины в пространстве, и, во-вторых, что это видение — результат работы внутреннего взора, отработанного за годы полетов. Этот пример не является исключительным. Имеется много профессий, основным содержанием которых является восприятие, опознание зрительных образов, их интерпретация и трансформация. Примером может служить дешифрирование аэрофотоснимков, снимков в трековых камерах и при рентгенодиагностике. Специфические проблемы возникают при организации деятельности человека в таких условиях, которые существенно изменяют характеристики сенсорных и перцептивных процессов, например, зрительное восприятие в безориентирном пространстве, восприятие в условиях невесомости или при наличии искажающих сред. Хотя это может звучать парадоксально, но восприятие, кажущееся таким естественным и непосредственным, оказывается серьезной и подчас очень тяжелой работой. Сложность многих профессий, связанных с процессами приема и переработки информации, состоит в том, чтобы обнаружить в запутанной и неясной картине ясные и отчетливые признаки определенных физических событий, т. е. построить образ этих событий, имеющий предметное значение, которое затем могло бы быть переведено в символическую, словесную форму.

Информационная емкость зрительных образов огромна. По сравнению со слуховыми и двигательными образами они характеризуются субъективной симультанностью, позволяющей мгновенно «схватывать» отношения между элементами реальной или представляемой ситуации. Симультанность характеризует не только восприятие реальных, но и отображенных, в том числе и закодированных объектов. Поэтому использование многомерных кодов (сочетаний цвета, формы, конфигурации и пр.) не вызывает увеличения времени восприятия по сравнению с одномерными кодами [42]. Образы обладают большей, чем слова, ассоциативной силой. Возможно поэтому образы прекрасно хранятся в памяти. После однократного предъявления нескольких тысяч картин наблюдатели способны правильно опознать около 90% [12].

Наряду с отражением реальности зрительные образы содержат интенциональные и аффективные компоненты, поэтому регуляция поведения и деятельности посредством образа замечательна тем, что она допускает определенную меру независимости деятельности от непосредственной внешней ситуации. Другими словами, образы субъективны и пристрастны. В образах присутствуют и оперативные компоненты, поскольку они по своему происхождению связаны с действием. Наличие оперативных компонентов по­зволяет образам трансформироваться в перцептивно-моторные схемы и выполнять функцию регуляции поведения с учетом внешних обстоятельств, а равно мотивационных и целевых аспектов деятельности.

Следующая группа свойств связана с их подвижностью и пластичностью. Эти свойства проявляются прежде всего в том, что в образном плане возможны быстрые переходы от обобщенной оценки ситуации к подробному анализу ее элементов. Они обеспечивают различного рода пространственные перемещения отраженных в образах объектов, их сдвиги, повороты, а также увеличение, уменьшение, перспективное искажение и нормализацию. Эта своеобразная манипулятивная способность зрительной системы [36] позволяет представить ситуацию как в прямой, так и в обратной перспективе. Манипуляции образами служат средствами решения задач опознавания, вносят определенный вклад в механизмы константности восприятия, а также являются важнейшими средствами продуктивного восприятия и визуального мышления [40, 64, 73]. Столкновение или сочетание различных образов может выполнять и смыслообразующие функции. Как хорошо известно, степень произвольности манипуляций образами может быть весьма различной. Продуктивные манипуляции образами наиболее эффективны, когда они происходят либо в отсутствие объекта наблюдения, либо при отстройке от внешней ситуации. Визуализация и манипуляция образами в плане наглядного представления интерферируют с перцептивной работой, направленной на окружающую действительность и, в меньшей степени интерферируют с процессами прогова- ривания, с внутренней речью. Это создает возможность для параллельной фиксации результатов, полученных при работе с образами в вербальных значениях. Неполные, незавершенные образы, в которых имеется элемент «недосказанности», нарушения равновесия, напряженности и т. п., в большей степени провоцируют манипулятивную способность зрительной системы, чем завершенные образы. Исследования манипулятивной способности зрительной системы приводят к заключению, что сформировавшийся образ представляет собой полифункциональный орган поведения. В нем фиксировано многоплановое отражение реальности, он является регулятором исполнительных актов, вместе с тем выступает в качестве «предмета» репродуктивной или продуктивной деятельности и, наконец, в качестве ее продукта. Конечно, образы, складывающиеся в результате предметно-практического действия, отличаются от образов, складывающихся в результате перцептивных действий. Это же справедливо и по отношению к образам, складывающимся в результате мнемической или умственной деятельности. Имеются различия и между образами, складывающимися в процессе ознакомления, и образами, регулирующими исполнительные действия. Хотя они и имеют самое близкое отношение друг к другу, однако их содержание, полнота, уровень обобщения и другие черты различны. Эти свойства образов зависят от решаемой субъектом задачи и от способов ее выполнения, т. е. от характера используемых субъектом перцептивных действий.

Развитие восприятия приводит к тому, что как образ собственного тела, так и образы объектов внешнего мира могут приобрести новое качество и стать частью языкового семантического пространства. Образы и процесс восприятия в целом становятся доступными рефлексивному анализу. Вместе с восприятием предмета происходит осознание его функций, благодаря чему восприятие становится обобщенным и категоризованным. Словесное обобщение позволяет привлечь к анализу сложные смысловые связи, отложившиеся в языке, и выделить те стороны воспринимаемого предмета, которые оставались бы недостаточно воспринятыми. Объективация образов позволяет «проигрывать» варианты поведения и деятельности на другом субстрате — субстрате отображе­ния, модели, образа, прежде чем реализовать исполнительные действия на реальном субстрате.

Приведенная по необходимости краткая характеристика зрительных образов подтверждает высказанное ранее положение о том, что изучение процессов приема и переработки информации вне учета огромного информационного, когнитивного, творческого потенциала, содержащегося в предметно-практических и чувственно-предметных формах отражения действительности, может приводить к резкому занижению реальных возможностей человека по восприятию и обработке информации. Человек обладает поистине неисчерпаемыми резервами повышения «пропускной способности» восприятия. Все дело состоит в том, что эти резервы необходимо правильно использовать, т. е. создавать внешние средства деятельности, рассчитанные на сильные, а не на слабые стороны когнитивных процессов.

Процессы формирования, опознания и оперирования образами осуществляются при помощи специальных перцептивных действий.

Перцептивные действия. Согласно современным представлениям восприятие представляет собой совокупность процессов, обеспечивающих субъективное, пристрастное и вместе с тем адекватное отражение действительности. Адекватность образа дана не изначально, она достигается благодаря тому, что при формировании образа восприятия происходит уподобление воспринимающих систем свойствам воздействия. По своему месту в структуре деятельности процессы восприятия обычно являются действиями, за исключением тех случаев, когда создание адекватного или нового образа представляет собой самостоятельный мотив. Требования, предъявляемые к восприятию со стороны практической деятельности, называются перцептивными задачами. Воспринимать — это значит решать ту или иную перцептивную задачу, создавая адекватное отражение ситуации, поэтому восприятие представляет собой систему перцептивных действий. Перцептивное действие включает в себя различные операции и функциональные блоки. Перцептивное действие — это активный, динамический, регулируемый задачами деятельности процесс, обладающий механизмами обратной связи и предвосхищения, подчиняющийся особенностям обследуемого объекта. Активность восприятия состоит прежде всего в участии эффекторных компонентов, выступающих в форме движения рецепторных аппаратов и перемещений тела или его частей в пространстве. Эти движения делятся на два больших класса. В первый класс входят поисковые и установочные движения, с помощью которых осуществляются поиск заданного объекта, установка глаза в наиболее удобную для восприятия позицию и изменение этой позиции. К этому же классу относятся движения головы на внезапно раздавшийся звук, следящие движения глаза и пр. Подобные движения <не только создают наиболее благоприятные условия для восприятия объекта, но и участвуют в определении его пространственного положения.

Во второй класс входят собственно-гностические движения. При их непосредственном участии происходит оценка размеров, опознаются уже знакомые объекты, наконец, осуществляется сам процесс построения образа. В движениях руки, ощупывающей предмет, в движениях глаза, прослеживающих видимый контур, происходит непрерывное сравнение образа с оригиналом. Несоответствие их друг другу вызывает корректирование образа. Следо­вательно, роль моторики в восприятии не ограничивается созданием наилучших условий для работы афферентных систем и заключается в том, что движения сами участвуют в формировании субъективного образа объективного мира.

В целях более детального выяснения роли перцептивных действий в формировании образа целесообразно использовать ход рассуждений, в известной мере аналогичный тому, который был применен Н. А. Бернштейном для выяснения роли сенсорных коррекций в регуляции человеческих движений. Вследствие множества степеней свободы окружающих объектов по отношению к воспринимающему субъекту и бесконечного многообразия условий их появления они непрерывно меняют свое обличье, поворачиваются к нам различными сторонами. Иначе говоря, ни один сенсорный импульс, ни одно раздражение само по себе не может однозначно определить возникновение адекватного образа восприятия. Здесь необходима коррекция, исправляющая неизбежные ошибки и приводящая образ в соответствие с объектом.

Однако если такой образ будет материализован лишь во внутренних процессах организма (в состояниях рецептора и коркового конца анализатора), то сопоставление его с оригиналом окажется невозможным и, таким образом, требуемая коррекция не сможет осуществиться. Следовательно, нужна экстериоризация отражательного процесса, которая и происходит в виде перцептивных действий. Подобно тому как двигательное поведение субъекта может согласовываться с условиями задачи лишь благодаря сенсорной коррекции, адекватность восприятия обеспечивается в конечном счете коррекцией эффекторной.

Более широкий аспект этой проблемы состоит в том, что, вообще, физиологическая схема активности (безразлично идет ли речь о схеме рефлекторной дуги или рефлекторного кольца) не может «включить в себя объект» с его специфическими предметными свойствами. В пределах этой схемы объект может выступать лишь как внешний по отношению к данному процессу компонент, как раздражитель, подлежащий перешифровке в серию нервных импульсов. Для включения объекта в систему человеческой активности необходимо выйти за пределы ее физиологического описания и рассмотреть ее психологически как внешнюю целесообразную деятельность субъекта. Последняя включает в себя объект со всеми его специфическими особенностями как свой собственный органический компонент. Сказанное в полной мере и в первую очередь относится к орудиям труда, которые включаются в «схему тела» человека настолько, что чувствительность переносится на их границы.

Овладение системой перцептивных действий требует специального обучения и достаточно долгой практики. Существенно, что как сами перцептивные действия, так и критерии адекватности образа не остаются неизменными, а проходят значительный путь развития вместе с развитием самой деятельности.

Процесс формирования образа включает в себя целый ряд перцептивных действий, таких, как обнаружение, выделение адекватных задачам деятельности информативных признаков, обследование выделенных признаков и собственно построение образа. Перцептивные действия в своей развернутой внешней форме выступают лишь на ранних стадиях онтогенеза или функционального генеза при столкновении наблюдателя с новым для него перцептивным содержанием. В этих случаях наиболее отчетливо обнаруживаются их структура и роль в формировании образов восприятия. В дальнейшем они претерпевают ряд последовательных изменений и сокращений, пока не облекаются в форму мгновенного акта «усмотрения» объекта, который был описан представителями гештальтпсихологии и ошибочно принимался ими за исходную генетически первичную форму восприятия.

Важнейшим свойством восприятия является возможность перестройки перцептивных образов и моделей внешнего мира и возможность смены способов их построения и опознания. Один и тот же объект может служить прототипом многих перцептивных моделей. В процессе их формирования они уточняются, из объекта извлекаются инвариантные свойства и признаки, что приводит в конце концов к тому, что мир воспринимается таким, каким он существует на самом деле. Многообразие возможных перцептивных образов одной и той же ситуации или объекта объясняется тем, что внешние перцептивные действия, так же как и исполнительные действия, заключают в себе отражение двигательной задачи. Участие по-разному организованных движений и действий в процессах восприятия является основой и для объяснения субъективности и пристрастности восприятия. В ходе развития перцептивных действий формируются и развиваются и их когнитивные продукты, к числу которых относятся сенсорные и перцептивные эталоны, оперативные единицы восприятия, схемы, образы и т. д.. Важнейшую роль в восприятии играет формирование сенсорных эталонов, которые соответствуют не единичным свойствам окружающей действительности, а системам общественно вырабо­танных сенсорных качеств [29]. К ним относятся общепризнанная шкала музыкальных звуков, «решетка фонем» родного языка, система геометрических форм и т. п. Если сенсорные эталоны представляют собой результат общественно-исторической деятельности человечества по выделению и созданию систем сенсорных качеств, необходимых для ориентировки в окружающем мире, то результат индивидуальной деятельности человека по усвоению сенсорных эталонов называется оперативными единицами восприятия. Оперативные единицы восприятия представляют собой компактные, семантические целостные образования, формирующиеся в результате перцептивного (в том числе и профессионального) обучения и со - здающие возможность практически одномоментного (симультанного, одноактного), целостного восприятия объектов и ситуаций независимо от числа содержащихся в них признаков. Конкретно, оперативные единицы восприятия выступают как содержание, выделяемое субъектом при выполнении той или иной перцептивной задачи. Развитие восприятия связано со сменой оперативных единиц. Как показывают исследования, эта смена выражается в преобразовании групп случайных, частных признаков в структурные, целостные признаки [32, 61]. Параллельно происходит изменение и совершенствование самих перцептивных действий.

Всякий раз, когда субъект сталкивается с новой для него дей­ствительностью или когда сформированный ранее образ оказывается неадекватным, процесс восприятия вновь превращается из симультанного в сукцессивный и совершается с помощью развернутых перцептивных действий. В развитых процессах восприятия имеются специальные опознавательные действия. С их помощью производится выделение информативного содержания, по которому наблюдатель может сличить предъявленный объект с уже сформированными оперативными единицами восприятия, опознать его и, наконец, отнести к какому-либо классу, т. е. категоризовать. Опознание требует значительно меньше времени, чем формирование образа. Для сличения и опознания достаточно выделить в объекте лишь отдельные характерные, информативные признаки. Это оказывается возможным потому, что в оперативных единицах восприятия аккумулирован прошлый опыт активной организации перцептивных действий, т. е. хорошо усвоенных «схем» обследования объекта. Эти схемы выступают как совокупность правил или обобщенных моторных программ, предназначенных для выделения существенных аспектов «типичного» в данном классе объектов. Указанные свойства оперативных единиц восприятия лежат в основе не только процессов обследования и опознания, но также служат основой порождения или визуализации образа, происходящих в отсутствие физического стимула. Подобная трактовка оперативных единиц восприятия близка к теории схем Ф.

Бартлета [65] и к понятию «общей эфферентной готовности» индивида, которое является центральным в моторной теории зрительного восприятия, развиваемой Л. Фестингером и сотр. [69]. Согласно этой теории осознанное зрительное восприятие контура объекта определяется «эфферентной готовностью» индивида к выполнению определенных движений глаз, рук, головы и туловища в ответ на поступающую зрительную информацию. Под эфферентной готовностью понимается совокупность заранее программируемых эфферентных инструкций (моторных программ), которые активизуются зрительной информацией и находятся в состоянии готовности к мгновенному использо­ванию.

Эфферентная готовность, актуализируемая стимулом, может относиться как к развертыванию перцептивных и опознавательных действий, так и к реализации приспособительных, исполнительных действий. В последнем случае эфферентная готовность ускоряет реализацию исполнительных действий и может служить источником ошибочных действий.

Возвращаясь к характеристике оперативных единиц восприятия, следует сказать, что в них отражен не только субъективный план восприятия, но и объективная характеристика условий задачи и возможные стратегии и способы ее решения. В них содержится отражательный компонент (чувственная ткань, перцептивное значение и т. п.) и динамический, оперативный компонент (эфферентная готовность к дальнейшему развертыванию перцептивных дей­ствий, направленных на более полное формирование образа ситуации, готовность к визуализации и даже к реализации исполнительных действий в хорошо знакомых, несложных ситуациях). Это означает, что в оперативных единицах восприятия может иметь место слияние перцептивных значений с эфферентной готовностью к актуализации обобщенных моторных программ.

Сенсорные эталоны, равно как и оперативные единицы восприятия, следует рассматривать как определенные инструменты, орудия осуществления перцептивных и опознавательных действий. Эталоны опосредуют эти действия подобно тому, как практическая (трудовая) деятельность опосредуется орудием, а мыслительная — словом.

Развитие восприятия приводит к созданию достаточно емкого алфавита оперативных единиц восприятия, т. е. определенной совокупности схем, перцептивных моделей окружения. Если на фазе построения образа и его трансформации в оперативные единицы восприятия происходит уподобление воспринимающих систем свойствам воздействия, то на фазе опознания или исполнительного действия на основе сложившихся оперативных единиц восприятия, характеристики и направленность процесса существенно изменя­ются. Эти изменения состоят в том, что субъект уже не только воссоздает с помощью перцептивных действий образ объекта, но и перекодирует, переводит получаемую информацию на язык оперативных единиц восприятия «ли перцептивных моделей, уже усвоенных. Иными словами, одновременно с уподоблением воспринимающих систем объекту происходит уподобление объекта субъекту, и только это двустороннее преобразование приводит к форми­рованию полноценного, адекватного и вместе с тем субъективного образа объективной реальности.

Сказанное выше свидетельствует о том, что процессы восприятия активны, историчны и предметны. Последнее качество восприятия выступает в форме целостности, константности и осмысленности перцептивного образа. Восприятие целостно, поскольку оно отражает не изолированные качества раздражителей, а отношения между ними. С целостностью восприятия тесно связана его константность, под которой понимается относительная независимость воспринимаемых характеристик объекта от проекционных характеристик их отображений на рецепторные поверхности органов чувств. Источниками константности служат активные перцептивные действия. С помощью перцептивных операций из изменчивого потока стимуляции выделяется относительно инвариантная структура свойств предмета. Формирующиеся в самых разнообразных условиях оперативные единицы позволяют активно учитывать изменения проекционных свойств предмета и компенсировать их. В меру этого учета отражение предмета сохраняется неизменным как относительно движений объекта, так и относительно движений наблюдателя. Следовательно, изменения проекционных свойств предмета могут быть даже необходимыми для сохранения константности.

Как отмечалось, зрительная система обладает ярко выраженной манипулятивной способностью, которая, как и внешние перцептивные действия, является производной от практических, предметных действий. Одной из важнейших задач, решаемых этим перцептивным механизмом, является встречное изменение оперативных единиц восприятия, компенсирующее изменение стимуляции от объективно стабильного предмета. Способность манипулировать образом позволяет нам воспринимать стабильными и константными предметы, видимые под различным углом, с разного расстояния, а также в условиях вызванного движениями глаз относительного перемещения в поле зрения.

Манипуляции образом и оперативными единицами восприятия осуществляются при помощи особого класса перцептивных действий, которые получили название викарных. Благодаря викарным движениям глаз осуществляется анализ различных участков последовательного образа. Характерно, что викарные движения глаз наблюдаются после тахистоскопического предъявления изображений, слишком коротких для каких- либо поисковых движений глаз. Они наблюдаются и в условиях стабилизации изображения относительно сетчатки, во время сновидений, при представлении объекта в его отсутствие, при работе (с визуализированными образами и т. д. В последних случаях они выполняют функции анализа и трансформации зрительных образов. Викарные перцептивные действия замещают действия с реальными объектами, предваряют и проектируют их. Механизм викарных перцептивных действий, по-видимому, состоит в избирательном изменении чувствительности отдельных участков сетчатки, управляемом малоамплитудными движениями глаз. Эти движения совершаются в зоне 2—5° и имеют форму либо дрейфа, либо быстрых скачков. Этот механизм получил наименование механизма функциональной фовеа [36].

В зависимости от сложности задачи, от наличия у субъекта предварительного опыта, в том числе и соответствующих задаче оперативных единиц восприятия, ее решение может потребовать включения различных перцептивных действий: обнаружения, идентификации, опознавания, информационного поиска и т. д. В свою очередь, каждое из этих действий может выполняться в более или менее полном составе перцептивных операций. Так, например, зрительная оценка удаленности возможна за счет учета большого числа различных признаков расстояния до объекта (диспаратность, монокулярный параллакс движения, различия в угловых размерах близких и далеких объектов, высота, положение объекта в поле зрения и т. д.). В зависимости от условий наблюдения используются те или другие признаки, и, хотя конкретные перцептивные операции в каждом случае различны, результат — формирование представления об удаленности объекта — оказывается при­мерно одинаковым. То же самое можно сказать о восприятии формы, которое возможно как при помощи осязания, так и зрительно. Процессы опознания могут совершаться как одноактные симультанные действия, так и приобретать развернутую форму сличения отдельных признаков объекта с признаками эталона.

Даже процесс обнаружения, который, казалось, занимает исходное положение в системе перцептивных действий, может включать в себя развернутые процессы информационного поиска, идентификации, сличения и опознания. Другими словами, в каждом отдельном случае в зависимости от задачи, от предметного содержания деятельности и опыта наблюдателя происходит актуализация или формирование адекватной условиям деятельности функциональной структуры перцептивных действий и операций.

При решении многих научных и особенно прикладных задач нередко приходится сталкиваться с ситуациями, выходящими за пределы «разрешающей способности» анализа макроструктуры познавательных процессов. Это в полной мере относится и к восприятию, которое в повседневной жизни и профессиональной деятельности чаще всего выступает в качестве операции. При этом оно, конечно, не перестает быть сложным психическим процессом. Термины симультанность или одноактность — не более, чем эпитеты, маскирующие действительную сложность сформированных перцептивных действий. Поэтому для понимания и оптимизации перцептивных процессов необходимы средства микроструктурного анализа, необходимы своего рода зонды, с помощью которых оказалось бы возможным исследование хотя и кратковременных, но в высшей степени продуктивных психических процессов. Другими словами, для многих практических задач необходимы использование и разработка принципов анализа микроструктуры деятельности, которые позволили бы получить детальное описание перцептивных действий и операций и, что не менее важно, установить характер складывающихся между ними координации. Сказанное относится как к восприятию предметного окружения (включая анализ фаз восприятия в реальном масштабе времени — микроге- нетический аспект изучения восприятия), так и к исследованию процессов приема, хранения, использования и воспроизведения графической, символической и других видов информации.

Рассмотрим вначале ситуацию микрогенеза, т. е. актуального становления зрительного образа объекта. В многочисленных традиционных исследованиях выявлялись три-четыре фазы этого процесса. На первой фазе ответы испытуемых характеризовались как: восприятие отсутствует, диффузный фон, смутное чувство наличия формы и т. п. На второй фазе: аморфная форма, наличие линий, отдельные детали (без общего адекватного опознания), упрощенная форма (по сравнению с предъявленной), ложные гипотезы, обобщенная форма (без деталей), дополнение воспринятого и т. п. На третьей фазе: узнавание, уверенное восприятие формы, ясный гештальт, оптимальное восприятие формы, идентификация, интерпретация и т. п.

Во всех этих случаях исследователи намеренно затрудняли узнавание снижением контраста, увеличением удаленности и эксцентричности положения объекта в поле зрения и т. д. В одном из исследований микрогенеза восприятия, выполненного в контексте микроструктурного анализа, была получена не только качественная, но и количественная характеристика процесса. Б. М. Величковскому удалось восстановить временной ход микрогенеза восприятия объекта в порядковой и даже в метрической форме. Он рассматривает три класса перцептивных задач. В первый класс входят процессы локализации объекта в трехмерном пространстве, а также оценка его размеров. На решение этих задач уходит примерно 50 мс. Решение задач второго класса связано с возможностью оценки временной последовательности событий, что требует при интра- и интермодальных сочетаниях стимулов около 100 мс. В этот класс входят процессы восприятия светлоты и параметров движения объектов. Эти виды восприятия инвариантны относительно пространственного положения, а видимая яркость — также и относительно длительности предъявления. Наконец, в третий класс перцептивных задач входят процессы восприятия формы объектов. В течение 100—150 мс с момента предъявления стимула объект выступает в восприятии как бесформенное и весьма лабильное образование. Требуется 200—300 мс, чтобы форма была воспринята как инвариантное целое, сохраняющее взаимное расположение своих частей во время разнообразных движений, наклонов, поворотов объектов в пространстве. Время восприятия ригидной формы зависит от скорости движения и от сложности формы, которая приблизительно пропорциональна числу элементов формы и случайности их расположения [11, 14].

В последних работах этого автора показано, что внутри процессов восприятия фигуративных характеристик предметов отчетливо выделяются две самостоятельные стадии: на первой, более быстрой стадии происходит оценка общих очертаний, в частности, ориентации предмета в пространстве; на второй — оценка спецификации внутренних деталей объекта. Для завершения второй стадии необходимым оказывается участие фокального внимания. Зрительное восприятие, таким образом, движется от локализации квазипредметных областей в пространстве и времени к последующему описанию общих очертаний этих областей и, наконец, к отчетливому восприятию предмета во всем многообразии его деталей. Все это позволяет говорить о различных уровнях построения образа предмета. Процесс микрогенеза представляет собой последовательное восхождение с уровня на уровень, регулируемое пер­цептивной или любой другой задачей, а также временными и энергетическими условиями стимуляции [14]. По мере этого восхождения в восприятие вовлекаются все новые системы функциональных блоков, операций и перцептивных действий. Эти материалы дают основание вернуться к обсуждавшейся выше проблеме перцептивных и вербальных значений и категорий. Минимальная задержка вербальной категоризации при зрительном восприятии равна 250— 300 мс. За это время заканчивается перцептивная категоризация данных о локализации в трехмерном пространстве, параметрах движения, форме предмета. Легко видеть, что при целостном восприятии объектов в таком временном масштабе вербализация всей извлеченной перцептивной информации невозможна. Нужно учесть также, что каждая из перцептивных категорий имеет свою метрику. Очевидно, предел вербальной категоризации ставит наша кратковременная память. Если она и происходит, то лишь в отношении последней по времени (в шкале микрогенеза) выделенной перцептивной категории. Естественно, что при соответствующей установке наблюдатель может сделать любую из перечисленных категорий объектом целенаправленного перцептивного действия. Его результатом окажется вербальная категоризация. Наличие остальных также может быть зафиксировано в вербальной форме, но точность их абсолютной оценки будет существенно ниже по сравнению с категорией, выступающей предметом специального развернутого перцептивного действия.

Имеются данные, свидетельствующие о том, что последовательность фаз, реализующих микрогенез восприятия, может быть достаточно лабильной. В зависимости от задач и установок субъекта микрогенез может не проходить все стадии, а заканчиваться на любой из них. В зависимости от тех же обстоятельств и свойств стимуляции некоторые из стадий могут не участвовать в процессе восприятия. Так, например, на основании исследований микрогенеза выдвинута гипотеза о том, что аконстантное восприятие — это нормальное восприятие, в микроструктуре которого «свернуты» некоторые низкоуровневые операции оценки положения объекта в трехмерном пространстве. Незавершенностью микрогенеза объясняется и такой тип восприятия, который принято называть импрессионистическим. Этот способ видения и в повседневной жизни, и в профессиональной деятельности занимает значительно больший удельный вес, чем внимательное, детальное рассматривание. Мы часто смотрим широким полем зрения, «не позволяя» микрогенезу завершиться отчетливым восприятием отдельного предмета. Приспособительный смысл этого способа восприятия состоит в том, что перцептивные системы открыты для приема ожидаемой или срочной информации. Исследования микрогенеза восприятия проводятся в настоящее время в достаточно широких масштабах. На их основе возможна оптимизация процессов управления различными транспортными системами, когда человек имеет дело не только с отображенной информацией, но должен ориентироваться в реальном пространстве среди реальных движущихся объектов.

Исследователи приходят к заключению, что полнота микрогенеза определяется перцептивной или практической и т. п. задачей. Так, например, в процессе формирования образа объекта с целью его последующего узнавания или запоминания будут выделяться различные признаки. Если же необходимо принять решение о целесообразности того или иного действия, то выделяемые признаки могут оказаться совсем другими по сравнению с мнемическими за­дачами. Именно для принятия решения необходимо формирование целостного, предметного, константного и категориального образа объекта или ситуации. Но такой образ, будучи необходим для принятия решения, обладает весьма ограниченными возможностями регуляции предстоящего действия. Он должен быть преобразован и перестроен в интересах действия. Эта перестройка идет в направлении его декомпозиции и дезинтеграции, выделения в нем отдельных перцептивных категорий, таких, как пространство, движение, истинная (а не константная) величина, форма и пр. И каждая из этих категорий должна найти адекватное отражение в моторных программах. Вполне вероятно, что микрогенез перцептивных категорий, наблюдающийся в процессе формирования образа, его композиции отличается от порядка выделения перцептивных категорий, участвующих в построении действия. Не исключен и обратный микрогенез, или обратная развертка целостности, в процессе де­композиции образа и формирования моторных программ.

Учет этой реальной сложности требует отказа от простой линейной цепочки: восприятие, решение, действие, контроль. В более широких структурах деятельности, включающих указанные компоненты, трудно однозначно локализовать тот или иной компонент. Для их описания необходимы новые экспериментальные и концептуальные средства анализа.

Микроструктурный анализ когнитивных процессов. Для того чтобы сделать более наглядной проблему исследования когнитивной деятельности методами микроструктурного анализа, начнем с описания реального случая, свидетелем которого был один из авторов. Однажды гроссмейстеру, участвовавшему в психологических опытах, предъявляли на 0,5 с сложную шахматную позицию для запоминания. Шахматист отказался воспроизвести позицию, говоря, что он ничего не мог запомнить, но при этом добавил, что позиция белых была слабее. В приведенном примере поражает, что испытуемый до расчлененного, детального восприятия, а тем более запоминания элементов сложной ситуации извлекает содержащийся в ней смысл и осуществляет интегральную (чаще всего безошибочную) оценку этой ситуации. Подобные кратковременные, продуктивные психические процессы, производящие в самонаблюдении впечатление абсолютной непосредственности, издавна привле­кали к себе внимание ученых. Они получили название «бессознательных умозаключений», «созерцания сущностей», «чистой данности» и т. п. В настоящее время интерес к этим явлениям в значительной степени стимулируется инженерно-психологическими задачами исследования процессов приема и переработки информации, а особенно задачами исследования информационной подготовки и принятия решения. Выявление структуры кратковременных процессов поможет лучше проектировать внешние средства деятельности операторов, в частности информационные модели, а также более целенаправленно формировать внутренние средства деятельности.

Микроструктурный анализ познавательной и исполнительной деятельности представляет собой изучение кратковременных перцептивных мнемических и мыслительных процессов. С помощью метода микроструктурного анализа последние можно представить как морфологические объекты, имеющие развитую функциональную структуру, определенное предметное содержание и семантическую нагрузку.

Поскольку микроструктурный анализ предназначен для описания структуры познавательных и исполнительных действий, то его важнейшие задачи состоят в выделении сохраняющих свойства целого компонентов (единиц анализа) и установлении складывающихся между ними типов взаимоотношений или координации. Набор (алфавит) этих компонентов должен быть достаточно широк для того, чтобы охватить процесс в целом, кроме того, каждый из этих компонентов должен обладать не только качественной, но и количественной определенностью. Микроструктурный анализ оперирует понятиями операции и функционального блока. Последние представляют собой достаточно элементарные единицы преобразований входной информации. Каждый функциональный блок отличается от другого по ряду параметров, важнейшими из которых являются: место в структуре операции или действия, инфор­мационная емкость, время хранения (преобразования) информации, форма репрезентации в нем того или иного предметного содержания, тип преобразования информации и возможные связи с другими функциональными блоками.

Метод изучения микроструктуры основан на выделении, анализе и количественной оценке факторов, влияющих на время выполнения действий в различных экспериментальных условиях. Эти факторы включают в себя характеристики внешних и собственных средств деятельности, связанные с особенностями и предметным содержанием тестового материала, с прошлым опытом познавательных или практических действий. Наиболее распространенный методический прием микроструктурного анализа состоит в следующем. Время от начала предъявления тестового материала делится на ряд интервалов и предполагается, что в каждом таком интервале выполняются те или иные преобразования входной информации, осуществляемые определенным функциональным блоком или рядом блоков. Эта предварительная модель подвергается экспериментальному анализу, причем даже в случае использования одного и того же тестового материала (предусматривается варьирование условий его предъявления, типов инструкций и ответных действий испытуемых). Затем на основе анализа результатов строится более совершенная модель, состоящая из функциональных блоков, каждый из которых выполняет одну (иногда более) функцию по хранению, извлечению, преобразованию предъявленной информации. Эта гипотетическая модель, в свою очередь, подвергается затем детальной экспериментальной проверке и т. д. Естественно, что в таком исследовании отдельные функциональные блоки не могут выступить непосредственным объектом изучения. Им является целостное действие индивида. Однако вариации задач, тестового материала, его количества, темпа предъявления, типа ответных действий и т. д., основанные на современных методах планирования эксперимента, дают возможность выделения в этом действии отдельных операций и функциональных блоков. Микроструктурный анализ представляет собой разновидность уровневого анализа. Соответственно важнейшей его задачей является выяснение структуры превращенных форм внешней предметной деятельности, совершающихся во внутреннем плане и возникших во внутренней деятельности новообразований. Многочисленные исследования, ведущиеся в русле микроструктурного анализа, можно представить себе как некоторый прототип, пока еще, правда, достаточно несовершенный, проектирования отдельных функций операторской деятельности.

В настоящее время существует большое число моделей процессов приема и переработки информации, нередко называемых моделями кратковременной зрительной и слуховой памяти. С этим связано стойкое недоразумение, которое состоит в том, что методы микроструктурного якобы анализа применимы лишь к исследованию кратковременной памяти. На самом же деле, хотя они возникли первоначально в исследованиях кратковременной памяти, но затем стали применяться для изучения практически всех познавательных, а с недавнего времени и исполнительных процессов. На рисунке 17 представлена блок-схема потенциально возможных типов преобразования входной информации на участке от входа зрительной системы до речевого ответа. В зависимости от за­дач наблюдения и действия, от наличия сенсорных эталонов, оперативных единиц восприятия, гипотез, установок и целого ряда других факторов воспринимаемая информация может подвергаться различным преобразованиям. Иными словами, процесс обработки входной информации может прерваться в любом блоке, да и сами блоки могут участвовать в обработке в различном наборе и координации. Все это может служить одним из оснований для объяс­нения многообразных индивидуальных особенностей, которыми ха­рактеризуются человеческое восприятие, запоминание и мышление.

Сенсорная память. Этот блок также называют «сенсорным регистром», «очень короткой зрительной памятью» и т. п. Функция этого блока состоит в отражении и запечатлении объекта во всей полноте его признаков, доступных воспринимающей системе, т. е. находящихся в зоне ее разрешающей способности. Время хранения информации в сенсорной памяти невелико, так как она при работе зрительной системы в динамическом режиме (постоянная смена точек фиксации) все время должна освобождаться для -приема новой порции информации, и оценивается величиной порядка 100 мс

В сенсорной памяти фиксируется пространственная локализация объектов. Если она меняется, то информация поступает для анализа на более высокие уровни обработки. Данные об объеме и времени хранения информации в сенсорной памяти основаны на экспериментах, в которых испытуемые решали

задачу идентификации двух последовательно предъявленных матриц, состоящих из случайно расположенных черных и белых ячеек. Матрица, содержащая 64 ячейки, предъявлялась на 1 с, за ней после переменного интервала следовала вторая и экспонировалась до тех пор, пока испытуемый не отвечал. Вторая матрица была либо идентична первой, либо отличалась тем, что содержала на одну черную ячейку больше или меньше. Ответы были быстрыми и точными, если интервал между матрицами не превышал 100 мс. При увеличении интервала точность ответов существенно снижалась [72].

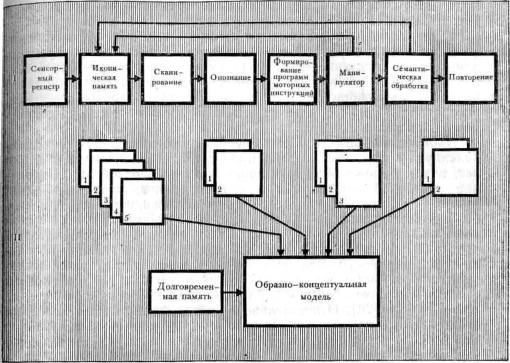


Рис. 17. Функциональная блок-схема преобразования входной информации в кратковременной памяти; а — преобразования, возможные во время одной зрительной фиксации; б — формирование оперативной образно-концептуальной модели (ООКМ) ситуации, осуществляемое посредством шагов информационного поиска (I—IV). Информация в ООКМ поступает из разных функциональных блоков кратковременной памяти (указаны арабскими цифрами) и из долго­временной памяти

Нужно обратить внимание на то, что процедура идентификации, осуществляющаяся на уровне сенсорного регистра, происходит как бы сама собой и не требует намеренного запоминания контрольного изображения, детального сличения его с тестовым. Использование механизма, лежащего в

основе сенсорного регистра, позволяет существенно повысить

производительность труда специалистов, занятых идентификацией различных изображений (рентгенограмм, аэрофотоснимков, микросхем и т. п.).

Сенсорная память, благодаря ее огромному объему, выполняет функции предафферентации и контроля за изменениями, происходящими в окружающей среде. Изменения, регистрируемые в сенсорной памяти, являются поводом для включения других уровней переработки информации, ответственных за обнаружение, поиск, опознание, а также другие формы переработки массивов «сырой» сенсорной информации.

И коническая память. Если сенсорная память хранит всю предъявленную информацию независимо от того, организована она или нет, то в иконической памяти происходят преобразование и хранение объектной информации в виде сенсорных и перцептивных эталонов, которые впоследствии могут быть перцептивно или вербально категоризованы. Объем хранимой в иконической памяти информации очень велик, он явно больше того объема, который может быть воспроизведен или использован для регуляции поведения и деятельности. Эта избыточность предполагает избирательность последующих этапов восприятия и памяти. По имеющимся опенкам в иконической памяти хранится до 12 символов в течение 800—1000 мс [76]. Относительно большая длительность хранения информации в иконической памяти имеет важное функциональное значение. Его первая функция состоит в сохранении зрительного «оригинала», с помощью которого возможен контроль за адекват­ностью преобразований, осуществляемых в других функциональных блоках. Вторая функция состоит в том, что длительное хранение обеспечивает связь ранее зафиксированных следов с последующими. В специальных исследованиях [16, 33] была показана доступность для анализа двух-трех зафиксированных следов (в пределах 1 с). Итак, в иконической памяти присутствуют как динамические (преобразования), так и консервативные (сохранение) компоненты. Сканирование. Информация, хранящаяся в иконической памяти, подвергается дальнейшей обработке. Важную роль в этом играет сканирующий механизм. Сканирование содержания иконической памяти происходит с постоянной скоростью, равной 10 мс на символ. Согласно экспериментальным данным наблюдатель может отыскивать заданный символ в меняющемся информационном поле со скоростью 120 символов в секунду [27, 77]. Следует отметить, однако, что этот режим восприятия представляет собой своеобразный вариант слепоты к миру, когда человек воспринимает лишь то, что он ожидает. Сканирующий механизм является эффект тивным средством преодоления излишней и избыточной информации, зафиксированной в иконической 'памяти. Он испытывает на себе влияние вышележащих уровней переработки информации, которые задают ему поисковые эталоны, и направление сканирова­ния. В литературе обсуждается гипотеза, заменяющая механизм сканирования фильтрующим механизмом. В этом случае поисковые эталоны должны перемещаться на уровень сенсорной памяти.

Буферная память опознания. Название этого блока говорит о том, что он служит местом встречи информации, идущей из внешнего мира и поступающей из долговременной памяти. Блок опознания— это некоторая часть содержания долговременной памяти,. вынесенная ко входу в виде перцептивных гипотез, эталонов, оперативных единиц восприятия и памяти. Число этих гипотез может быть различным. Если оно, мало, то оперативные единицы восприятия могут перемещаться даже на уровни иконической и сенсорной памяти, подвергаясь при этом обратной трансформации на язык: этих блоков. Дать оценку числа гипотез, хранящихся в блоке опознания, весьма трудно. Число фамилий, параллельно разыскиваемых в тексте профессионалами по адресной классификации информации, может превышать 100. Для буквенной информации—не более 10—42. Бели число искомых букв больше, то начинает расти время реакции. Для картинной информации число перцептивных: гипотез, по-видимому, огромно, но хранятся ли они в буфере узнавания или в долговременной памяти — точно не установлено.. Важно, что картинные перцептивные эталоны обладают очень высокой доступностью. В блоке опознания происходят выделение информативных признаков в связи с выдвинутыми перцептивными гипотезами и сличение поступающей информации с актуализированными эталонами, образами.

Формирование программ моторных инструкций. Информация, оцененная как полезная, в блоке опознания должна быть приведена к виду, пригодному для ее использования. Как уже отмечалось, она может быть ассимилирована системой сенсорных или перцептивных эталонов, содержащихся в блоке опознания. Затем поступившая информация должна быть переведена или соотнесена с некоторыми моторными программами. Это необходимо для того, чтобы оказалась возможной ее экстериоризация либо в виде речевых сообщений, либо в виде каких-либо других ответных действий. В этом случае речь должна идти не о следах, не об эталонах и даже не об образах, а об эфферентной готовности, оперативных единицах восприятия, сенсомоторных схемах, эфферентных копиях, программах обследования или исполнения.

Нужно сказать, что в исследованиях кратковременной памяти пока не найдено сильных аргументов для разделения блока опознавания и блока формирования программ моторных инструкций. Некоторые авторы преобразования информации, доставляемой сканирующим механизмом, в программу моторных инструкций относят к функциям буферной памяти опознания. Работа блока повторения, собственно, и представляет собой выполнение одной из возможных программ, которые формируются в блоке узнавания. Скорость блока сканирования и блока опознания, включая форми­рование программ моторных инструкций, оценивается одной к той же величиной—10—15 мс на символ, «о не указано, является ли время работы блока опознания дополнительным или оно совпадает с работой блока сканирования. Во всяком случае, важно отметить, что скорость работы блока опознания больше, чем на порядок, превышает скорость работы блока повторения (15 мс для создания программы моторных инструкций в блоке опознания и 300— 500 мс для выполнения этой программы). Максимальная скорость работы блока повторения оценивается величиной 6 букв/с, хотя в экспериментах на запоминание более частой является скорость около 3 букв/с. По-видимому, оценки скорости формирования программ моторных инструкций являются чрезмерно завышенными. С такими оценками можно согласиться, если признать возможность существования двух типов программ моторных инструкций: потенциальных и реальных. Первые программы могут создаваться со скоростью, близкой к той, которую предположил Дж. Сперлинг, т. е. со скоростью 10—15 мс на символ. Реальные программы должны быть значительно более детализированы и соответственно скорость их создания должна быть существенно ниже. Если отвлечься от реальных программ моторных инструкций и принять оценки скорости создания потенциальных программ моторных инструкций, то возникает вопрос, для чего нужен такой запас прочности в ра­боте первых блоков по сравнению с блоком повторения. Можно предположить, что в познавательной и исполнительной деятельности имеются такие ситуации, которые оправдывают огромную скорость работы блоков, близких ко входу зрительной системы.

По-видимому, эти ситуации более близки к естественным условиям деятельности человека, когда от него требуется не столько полное воспроизведение предъявленного материала, сколько узнавание его, оценка степени полезности и отбор небольшой части информации, релевантной задачам деятельности. Естественно думать, что в таких ситуациях не всякое узнавание влечет за собой формирование реальных программ моторных инструкций для блока повторения (или исполнения). Особенно ясно это выступает при .анализе информационного поиска, в котором имеет место нечто вроде «отрицательного узнавания», когда наблюдатель оценивает информацию как бесполезную и поэтому не формирует реальную программу. Как показали многочисленные исследования, число хранимых программ может быть достаточно большим, хотя время их хранения ограничено. Как правило, в ситуациях реальной деятельности реализуется лишь часть сформировавшихся программ моторных инструкций. В то же время едва ли правильным будет заключение о том, что информация, которая не попала в блок повторения, теряется и совсем не используется в поведении. Возникает вопрос, какую позитивную функцию могут выполнять эти потенциальные, избыточные и не реализуемые в блоке повторения программы моторных инструкций? О том, что эти программы действительно могут выполнять определенные позитивные функции, можно судить по так называемому «быстрому чтению», при котором большая часть текста минует блок повторения.

Следовательно, в иерархической системе преобразования входной информации между блоками сканирования и опознания, с одной стороны, и блоком повторения — с другой, могут находиться и другие блоки, обладающие двумя свойствами. Во-первых, скорость их работы должна быть соизмерима со скоростью блока опознавания. Во-вторых, объектом преобразования должны быть потенциальные, еще невербализованные программы моторных ин­струкций. Здесь мы вплотную подходим к продуктивным функциям описываемой системы переработки информации.

Блок-манипулятор. Выше была дана характеристика манипулятизной способности зрительной системы. В последние годы выполнен ряд исследований этой способности в русле микроструктурного анализа когнитивных процессов [8, 9, 16, 74]. Наиболее демонстративными являются эксперименты, выполненные по методике определения отсутствующего элемента. Суть этой методики состоит в следующем. Перед предъявлением последовательности цифр в одном и том же месте поля зрения испытуемому с помощью цифры-инструкции указывается величина алфавита (т. е. размер отрез­ка натурального ряда чисел, из которого будет выбрана последовательность) . После этого испытуемому предъявляется ряд цифр, длина которого на единицу меньше величины алфавита. Испытуемый должен определить отсутствующую цифру. Цифры предъявлялись на 50 мс с межстимульными интервалами, равными 50 мс и более. Полученные результаты свидетельствуют о том, что испытуемые успешно решают задачу даже при коротких интервалах и длине ряда, равной 9 цифрам. При такой величине экспозиции и интервала времени явно недостаточно для проговаривания предъявленных цифр. Следовательно, испытуемые оперировали невербализованными потенциальными программами моторных инструкций. Формирование таких программ в описанной ситуации эксперимента было излишне, поскольку испытуемые заранее знали алфавит цифр, который им будет предъявлен. Задача испытуемых состояла в том, чтобы «зачеркнуть» потенциальные и избыточные программы. Однако поскольку цифры предъявлялись в случайном порядке, этого нельзя было делать механически по мере их предъявления. Эти программы нужно хранить и проделывать с ними определенные манипуляции, направленные на упорядочивание случайного ряда. Важной особенностью блока-манипулятора является то, что информация в него может поступать последовательно и учитываться после начала преобразований, осуществляющихся с уже имею­щейся в нем информацией. Это обеспечивает непрерывность учета последовательно воспринимаемой информации.

Имеются данные и о трансформации образов геометрических; форм, которые осуществляются в блоке-манипуляторе с помощью операций (мысленного) сдвига, поворота, вращения образов. Работа блока-манипулятора имеет важное значение для переосмысления зрительной стимуляции, для предвосхищения нового положения объекта в пространстве и возможного изменения его формы. В блоке-манипуляторе возможно осуществление трансформаций сенсомоторных схем, наглядных образов и более сложных форм когнитивных репрезентаций, включая символические. Другими словами, он вносит вклад в переструктурирование образа ситуации, в приведение ее к виду, пригодному для принятия решения [33].

Блок семантической обработки информации. При обсуждении возможных преобразований информации, осуществляющихся на пути от запечатления следа в иконической памяти до его воспроизведения, возникает вопрос, возможно ли преобразование одних оперативных единиц в другие. Могут ли подобные преобразования (как и манипуляции с программами моторных инструкций) осу­ществляться до попадания информации в блок повторения? Для ответа на этот вопрос был проведен сравнительный эксперимент на двух группах испытуемых: экспериментальной, куда вошли опытные операторы-программисты, владеющие двоичной и восьмеричной системами счисления, и контрольной, куда вошли испытуемые, не знающие этих систем. Испытуемым на короткое время (от 80 до 1000 мс) 'предъявлялись 19 двоичных цифр. Время предъявления было таким, что обработать полученную информацию в блоке повторения было нельзя. Тем не менее испытуемые, владевшие навыком перекодирования, в большинстве случаев правильно воспроизводили весь предъявленный материал. Такие же результаты были получены и у испытуемых художников, которые применили другой способ перцептивной группировки информации. Они воспринимали нули как фон, а единицы как фигуры, что значительно уменьшало число объектов запоминания. Эти результаты дают основания для введения еще одного функционального блока, а именно блока семантической обработки невербализованной информации.

Таким образом, переработка воспринимаемой информации, преобразование одних перцептивных единиц в другие, более адекватные задачам деятельности, осуществляются в блоке-манипуляторе и в блоке семантической обработки невербализованной информации.

Приведенные результаты позволяют заключить, что при достаточно высокой степени тренировки исходная информация может, минуя слуховую память, непосредственно попадать в блок смысловой переработки. В блок повторения и соответственно в слуховую память переводится лишь достаточно важная информация, а не исходные сенсорные данные. Основным средством сохранения информации в кратковременной памяти и перевода ее в долговре­менную память служит явное или скрытое проговаривание. В долговременной памяти информация может храниться неограниченно .долгое время, по- видимому, в форме абстрактного графа логических высказываний, своего рода концептуального хранилища.

Такая организация взаимоотношений между зрительной и слуховой кратковременной памятью тем более рациональна, что зрительная система является действительно уникальной с точки зрения одномоментного охвата сложной ситуации и возможностей аналоговой трансформации первичного отображения реальности.

Описанная система переработки информации выполняет не только репродуктивные, но и продуктивные, в том числе и смыслообразующие функции. Дело в том, что кратковременная память работает не только в качестве устройства приема информации, но и является местом встречи потоков информации, поступающей из внешнего мира и из долговременной памяти. У субъекта всегда имеется собственная система сформировавшихся ранее оперативных единиц, которая участвует в приеме информации и обеспечивает второй аспект процесса уподобления, а именно уподобление объекта субъекту.

Наличие в системе переработки информации продуктивных блоков свидетельствует о существовании еще одной формы уподобления, а именно уподобления информации целям решения практических и мыслительных задач.

В заключение характеристики микроструктуры исходных уровней познавательных действий следует кратко остановиться на общих особенностях описанной системы переработки информации. Каждый из блоков этой схемы, как указывалось выше, вначале представлял собой некоторую теоретическую конструкцию, модель. Затем создавались экспериментальные условия, в которых тот или иной блок мог быть обнаружен в максимально чистом, т. е. изоли­рованном от влияния других блоков, виде. Естественно, что это удавалось не всегда. С уверенностью можно лишь утверждать, что в экспериментальных ситуациях изучаемый блок выполнял доминирующую функцию. На основании имеющихся в настоящее время результатов перечень когнитивных операций и блоков может быть существенно расширен. Имеются и другие варианты репрезентации системы функциональных блоков, которые зависят от теоретиче­ских и практических задач, решаемых исследователем. Описанная система предназначена для понимания и детализации процессов формирования образно- концептуальной модели в естественных условиях деятельности оператора, т. е. она предназначена для описания и интерпретации живого 'процесса приема и переработки информации, а не только его искусственных лабораторных аналогов.

Из этих положений следует ряд важных выводов. Система приема и переработки информации полиструктурна и гетерархична. В процессе ее функционирования возможно участие не всех блоков, а различных их комбинаций. Общее правило состоит в том, что блоки не имеют своего жестко фиксированного места и, следовательно, временные характеристики их функционирования могут быть различными. Независимо от числа блоков, конституирующих реальный процесс, система представляет собой организованную целостность, т. е. характеризуется определенным расположением своих элементов и определенными типами координации их взаимодействий. Организация системы переработки информации в высшей степени динамична, и ее динамика определяется как движением •информации, так и связями со средой. В описанной системе менее всего фиксированы продуктивные блоки: блок-манипулятор и блоксемантической переработки. В ряде ситуаций они «перемещаются» практически ко входу зрительной системы, когда извлечение смысла ситуации как бы предшествует ее восприятию. В настоящее время высказываются находящие известное подтверждение гипотезы о существовании предкатегориальной селекции, о квазисемантических преобразованиях, которые выполняются на уровнях иконической памяти и даже сенсорного регистра.

Исследователи кратковременной памяти в настоящее время ищут новые концептуальные схемы ее описания. Блочные модели памяти заменяются многомерными пространственными моделями. В экспериментальных и теоретических исследованиях преодолеваются распространенные хронологические и иерархические модели и ставятся задачи построения моделей, адекватно описывающих эффекты одновременной обработки сенсорной и семантической информации. Объяснение подобных эффектов требует обращения к психологическим и психолингвистическим исследованиям

значения и смысла на образном и вербальном уровнях [151, 67]. Такие ис­следования свидетельствуют о близости (и даже тождественности) семантических структур образной и вербальной репрезентации явлений на уровнях глубинной семантики. Другими словами, постепенно преодолевается разрыв между сенсорными и перцептивными эталонами, мнемическими схемами, невербализованными программами моторных инструкций и значением, т. е. то, что казалось нижележащим, досемантическим уровнем, может вполне соседствовать с осознанным уровнем вербальной обработки информации и даже превосходить его по ряду параметров, в первую очередь по продуктивности. Эргономика и инженерная психология не могут оставить без внимания эти исследования познавательной деятельности, так как оптимизация образного, знакового и символического представления информации на средствах отображения — это существенный резерв повышения эффективности деятельности операторов в человеко-машинных системах.

Таким образом, микроструктурный анализ когнитивных процессов все дальше и дальше отходит от первоначальных упрощенных представлений, характерных для информационно-кибернетического .подхода. Значительно больше внимания уделяется психологическим характеристикам операций и функциональных блоков, преодолен постулат простой последовательности выполнения элементарных операций. Данные микроструктурного анализа успешно используются для интерпретации процессов информационной подго­товки и принятия решения. Разумеется, было бы наивно предполагать, что сложная мыслительная деятельность может быть составлена из функциональных блоков. В то же время имеющиеся результаты микроструктурного анализа свидетельствуют о неадекватности многих представлений о мыслительной деятельности, возникших без учета реальной сложности преобразований, в том числе и семантических, выполняемых на уровнях восприятия, памяти, перцептивно-моторных схем и т. д.

§ 4. Информационная подготовка решения

Актуальность исследований процессов информационной подготовки и принятия решений связана с наиболее существенными особенностями СЧМ. Эти системы должны быть способны к решению творческих задач, возникающих в ходе практического поведения. Практическое поведение системы или ее функционирование протекает в условиях, когда имеется большое число динамических и взаимосвязанных факторов, создающих в своей совокупности большую неопределенность в выборе оптимального действия. СЧМ, как правило, работает в режиме реального времени и всегда в условиях дефицита последнего. Наконец, СЧМ работает в условиях изменяющейся внешней обстановки и наличия конкурирующих, конфликтных факторов (что делает ее, по существу, игровой системой). Поэтому она должна быть способна учитывать происходящие во внешней обстановке изменения, устанавливать законы про­текания этих изменений с целью их прогнозирования и предварительного

179

приспособления к ним или парирования их. СЧМ, рассматриваемая как сложный организм, должна создавать модель этих условий или, иначе говоря, модель внешней обстановки и своего собственного состояния. Поскольку внешняя обстановка и состояние системы все время меняются, система должна непрерывно строить, изменять, уточнять создаваемые модели. Но так как воз­можно построить практически бесконечное число моделей одной и той же обстановки, система управления должна строить модели, адекватные стоящим перед ней в данный момент задачам, т. е. приводить информацию к виду, удобному для принятия решения и осуществления исполнительных действий. В принятом решении должно быть учтено состояние переменных и конфликтных факторов, должен быть построен план поведения на ближайший и более отдаленный промежуток времени. Принятие решения в условиях неопределенности и конфликта, возникающих в работе СЧМ,— прерогатива человека-оператора. Операторы, принимающие решение в этих ситуациях,— это операторы-исследователи и операторы-руководители, работающие в режиме оперативного мышления. Результатом оперативного мышления или принятия решения в СЧМ является построение образа новой ситуации и построение последовательности действий с управляемыми объектами, посредством которой наличная ситуация может быть переведена в желаемое (в том числе и продиктованное условиями) состояние. Оперативное мышление тесно связано с практическим мышлением, характерные черты которого выделены Б. М. Тепловым [57]: решение должно быть положительным и наилучшим в данных конкретных условиях (для теории ценны и отрицательные результаты); решение должно быть конкретным (на основании анализа сложного материала с обязательным выделением существенного необходимо синтезировать решение, дающее простые и определенные положения); решение должно быть жестко ограничено во времени.

В описаниях оперативного мышления, принятия решений большое внимание уделяется интуиции, т. е. способности быстро разбираться в сложной ситуации и почти мгновенно находить правильное решение. Интуиция или инсайт относятся к завершающей стадии мыслительного процесса — к возникновению идеи решения. Предшествующим стадиям уделялось значительно меньшее внимание, что сказалось и на бедности психологических интерпретаций явлений интуиции. Несмотря на это можно указать некоторые признаки интуитивных решений, хотя и полученные путем самонаблюдения, но, видимо, имеющие объективный характер, так как указания на них делались неоднократно и независимо друг от друга. Эти признаки таковы:

* чувство полной уверенности в правильности результата и ясности, что надо делать дальше [66, с. 127];
* чувство стройности, «нужного вида» результата, которое иногда достигается не сразу, но будучи достигнуто, порождает чувство уверенности [;65, с. 150];
* автоматизация действий после инсайта, выполнение технических операций без размышления, с полной уверенностью, что желаемый результат будет достигнут [65, с. 193].

Подобные черты характеризуют и результативную часть оперативного мышления. Однако содержательная характеристика завершающей части акта принятия решения возможна лишь на основании понимания его подготовительных этапов, которые изучены далеко не полно.

Информационная подготовка решения — это совокупность действий и операций по приему и обработке информации о внешней среде, о состоянии системы управления, о ходе управляемого процесса, а также вспомогательной и служебной информации. В ходе осуществления этих действий и операций, к числу которых относятся процессы информационного поиска, обнаружения, идентификации, опознания, перекодирования и трансформации информации, предъявленной на средствах отображения, оператор строит образно­концептуальную модель (ОКМ) ситуации. Если сопоставить эту стадию деятельности операторов с многочисленными описаниями творческого процесса, то он ближе всего соответствует стадии возникновения темы.

Эта стадия деятельности характеризуется тем, что информация переводится на язык образов, схем, оперативных единиц восприятия и т. п., которым владеет оператор. Дальнейшая обработка информации осуществляется на этом языке — языке собственной ОКМ оператора. На второй стадии оператор анализирует и сопоставляет ситуацию с имеющейся у него или специально вырабатываемой для данного конкретного случая системой оценочных критериев и мер, которые определяют характер и направленность пре­образований ОКМ ситуации. В описаниях творческого процесса этой стадии соответствует стадия восприятия темы, анализа ситуации и осознания проблемы. Основная задача этой стадии состоит в трансформации ОКМ в модель проблемной ситуации, возникшей в связи с выбором темы. Эта новая модель, адекватная объективно сложившейся проблемной ситуации, является сферой кристаллизации проблемы, подлежащей решению. Первая и вторая ста­дии — это сознательная работа, направленная на создание ОКМ и модели проблемной ситуации, ее скелета, схемы, т. е. своего рода функциональных органов индивида.

Если на этапе формирования ОКМ фиксируются неопределенность или чрезмерно большое число степеней свободы в ситуации, то на стадии формирования проблемной ситуации происходит осознание (и означение) противоречия или конфликта, порождающего эту неопределенность. В результате этой работы часто создается возможность визуализации того мысленного пейзажа, в котором должны протекать события, и интуитивного представления об их ходе.

На третьей стадии происходит напряженная работа над решением проблемы. Она состоит в оперировании исходными и преобразованными данными и протекает в виде целенаправленных действий либо в виде неосознаваемых и автоматизированных операций, которые далеко не всегда имеют вербальный характер. На основании исследований деятельности операторов с графическими информационными моделями можно заключить, что на этой стадии большой удельный вес занимают зрительно-пространственные трансформации и манипуляции элементами проблемной ситуации или ситуацией в целом. Основное внимание при этом уделяется определению различных взаимоотношений между вступившими в противоречие и породившими конфликтную ситуацию элементами или их комплексами. По мере такого оперирования создается более полное представление о предметном содержании ситуации, возможных направлениях ее развития, структурируется значение вступивших в противоречие элементов, комплексов и свойств ситу­ации. Результатом такой работы может быть порождение новых образов, создание новых визуальных форм, несущих определенную смысловую нагрузку и делающих значение структурированным и видимым. Подобный тип деятельности все чаще называют визуальным мышлением [64; 74]. На этой стадии информационная подготовка решения переходит в процесс принятия решения.

Четвертая стадия — собственно принятие решения. Она чаще всего описывается как одномоментный акт озарения, хотя ему предшествует длительная работа. Его содержательная сторона описывается в терминах возникновения идеи, усмотрения смысла и природы обнаруженного ранее противоречия или конфликта. Тем не менее природа озарения остается неясной и ждет своих исследователей. Наконец, последняя стадия — реализация решения — это стадия исполнительных действий и особых пояснений не требует. Процессы информационной подготовки принятия решения не беспристрастны. Они испытывают на себе влияние так называемых субъективных факторов, личностно-смысловых образований, к числу которых относятся мотивы, субъективные цели, установки, воля и т. п. Эти влияния сказываются на способах интерпретации и преобразования условий и предметного содержания задачи, на точности полученного результата, на стиле его реализации. Личностно-смысловые образования влияют на процессы информационной подготовки и принятия решений значительно сильнее, чем на более элементарные исполнительные и когнитивные акты. Это объясняется тем, что оценочные критерии в сложных ситуациях, характеризующихся в том числе и недостаточностью информации о среде, вырабатываются, как правило, субъектом деятельности. И этот процесс их выработки, упорядочивания и переупорядочивания, реорганизации осуществляется непрерывно в ходе мыслительной деятельности. Именно он и влечет за собой изменение целей, выработку и постановку новых целей.

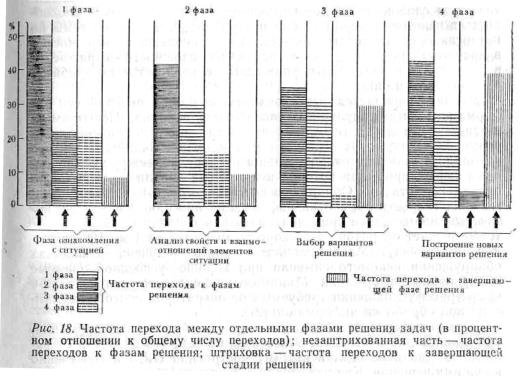
Значительность роли неосознаваемых компонентов в процессах информационной подготовки и собственно принятия решения, равно как и в любой области творчества, ставит задачу их объективного исследования. Метод самонаблюдения, естественно, не может дать достаточно точных данных, хотя с его помощью еще можно извлечь очень многое. Это подтверждает и приведенная выше характеристика, в которой суммированы преимущественно данные самонаблюдения.

Как в психологических, так и в прикладных инженерно-психологических исследованиях ищутся и опробоваются различные экспериментальные методы анализа мыслительной деятельности и составляющих ее стадий, фаз, компонентов. Этот процесс поиска еще не закончен. Объект исследования

настолько сложен, что для его изучения необходимо использование самых разнообразных методов, в том числе и таких, которые помогли бы дифференцировать выделенные стадии. В настоящее время с большим успехом изучаются стадии, связанные с информационной подготовкой и реализацией решения, чем стадии собственно принятия решений.

Попытки воспользоваться характеристиками глазодвигательного поведения для прогноза затрат времени оператора, работающего в режиме информационной подготовки решения, потерпели неудачу. В этом виде деятельности нарушается регулярность саккадических движений (которая имеет место в задачах информационного поиска [4]) и длительность зрительных фиксаций варьирует в очень широких пределах: от 200 мс до многих секунд. Причина этого состоит в том, что в этом виде деятельности начинают принимать участие другие действия, изменяется и состав операций. Поэтому прежде чем ставить метрические задачи, необходимо выявить состав действий, участвующих в информационной подготовке решения и, в частности, в формировании ОКМ и модели проблемной ситуации.

Анализ микроструктуры преобразований информации дал основания предположить, что в ОКМ может поступать информация из разных функциональных блоков как в терминах первичного отображения реальности, так и в терминах вторичного или N-ричного отображения (рис. 17). Одна и та же ситуация может последовательно (или одновременно) отображаться



посредством различных оперативных единиц восприятия и памяти в ОКМ. Иными словами, ОКМ представляет собой многомерное отображение реальности, отображение, описанное на разных перцептивных, символических и вербальных языках1. Соответственно в функциональный блок вербального перекодирования могут переводиться осмысленные сведения, извлеченные из ситуации, а не исходная информация, данная зрительно.

На основании микроструктурного анализа различных преобразований информации в зрительной и слуховой системах можно прийти к заключению, что перцептивные, опознавательные и мнемические действия участвуют не только в информационной подготовке мыслительного акта, но и вносят существенный вклад в реализацию последнего. В процессе решения задач на одном шаге информационного поиска (т. е. за время, равное продолжительности одной зрительной фиксации) может развернуться достаточно широкий диапазон преобразований информации — от сканирования до невербальных семантических преобразований. В зависимости от сложности решаемой задачи число и тип преобразований меняются, что находит свое выражение, в частности, в длительности зрительных фиксаций. Это означает, что человек, решающий задачу, обладает способностью настраиваться на перцептивную или семантическую сложность информационного поля. Указанная способность в некоторой мере подобна настройке зрительной системы на интенсивность светового потока. Если последняя выражается в зрачковых реакциях, то настройка на сложность выражается в длительности зрительных фиксаций и в количестве перерабатываемой информации.

Вместе с тем, по нашему мнению, в высшей степени вероятны предположения ряда психолингвистов о существовании глубинных семантических структур, инвариантных по отношению ко всем этим языкам [67].

Это подтверждается исследованием скорости переработки информации при формулярном способе кодирования. Испытуемым в одном и том же месте поля зрения предъявлялись буквенно-цифровые формуляры. От серии к серии менялись задачи. В опыте находилась величина межстимульного интервала между предъявлением формуляров, при которой испытуемые давали не менее 90% правильных ответов. Обнаружен достаточно большой диапазон изменения скорости обработки информации при одном и том же количестве и способе ее предъявления и при различных задачах, которые решает оператор. Эта скорость меняется от 1 до 100 символов в секунду. Максимальная скорость получена в задачах обнаружения искомого символа при хорошо усвоенной системе кодирования информации. Минимальная скорость получена при чрезмерном усложнении требуемых от операторов способов семантической обработки информации [27].

В реальной работе оператора скорость обработки информации, как правило, не постоянна. Это связано с тем, что оператор от режима поиска переходит к режиму построения ОКМ и собственно к режиму решения. Как указывалось выше, деятельность оператора имеет стадийный, фазовый характер. Фазовость познавательной деятельности обнаружилась при исследовании процессов решения оперативных задач на имитаторе мнемосхемы энергосистемы. В этом случае у операторов (в отличие от задач информационного поиска) отсутствовали сколько-нибудь конкретные и отчетливые опознавательные эталоны и оценочные критерии и им приходилось формировать их в самом процессе решения, руководствуясь ранее усвоенной системой правил. В излагаемом исследовании [40] осуществлялась полиэффекторная регистрация ряда функциональных систем, участвующих в информационной подготовке и принятии решения: ЭОГ, ЭМГ нижней губы и ЭЭГ затылочной области мозга.

Операторам предлагалось проанализировать состояние отдельных энергоблоков или системы в целом. В случае обнаружения отклонения от нормы испытуемый должен был принять решение о способе восстановления нормального состояния. Проводилась параллельная запись показателей работы ряда физиологических систем. Оказалось, что по данным электроокулограммы можно выделить четыре фазы глазодвигательного поведения, отличающиеся амплитудой скачков и длительностью фиксаций. На первой фазе наблюдаются скачки большой амплитуды, на второй — малой. Длительность фиксаций на первых двух фазах сравнительно невелика и находится в пределах 0,3—1,0 с. Затем наступает третья фаза длительных фиксаций (до 5 с), перемежаемых скачками большой амплитуды, и, наконец, четвертая фаза, характеризующаяся отсутствием макродвижений глаз. Эта последняя фаза могла продолжаться десятки секунд. Депрессия а-ритма была наименьшей на первой и третьей фазах (до 40% от фона). Максимальная депрессия а-ритма наблюдалась на четвертой фазе решения (80% от фона). Артикуляционный аппарат по данным регистрации электромиограммы нижней губы включался на завершающих этапах решения задач. При решении самых сложных задач наблюдалось поочередное включение всех трех регистрируемых систем, однако и в этом случае удельный вес артикуляционной системы в процессе решения оставался небольшим. Данные, полученные при исследовании решения задач этого типа, не дают основания для выделения специальной фазы оперирования вербальным отображением проблемной ситуации.

Психологически обнаруженные фазы могут быть интерпретированы следующим образом. На названных первых двух фазах осуществляются ознакомление с элементами ситуации и анализ свойств и отношений элементов. Иными словами, эти фазы ответственны за построение ОКМ и модели проблемной ситуации. При решении сравнительно простых задач наблюдается переход к третьей фазе, которая может рассматриваться как фаза опознания ситуации, направленная на формирование и оценку пригодности программы действий. Последняя строится на основании ряда правил и способов деятельности, усвоенных в процессе обучения. На этой фазе осуществляется выбор варианта из ряда стандартных вариантов решения. Наконец, в более трудных случаях, когда регистрируется четвертая фаза, мы имеем дело с деятельностью во внутреннем плане в собственном смысле этого слова. Эта деятельность связана с построением на основе манипулирования и преоб­разования ОКМ совершенно нового варианта решения.

Анализ взаимоотношений описанных выше четырех фаз показал, что процесс решения сложных задач имеет рекурсивный характер. Возможны переходы от первой фазы сразу к четвертой, возвраты от четвертой к первой или второй и т. д. Наиболее вероятны переходы от первых фаз к третьей и четвертой. Между последними фазами вероятность переходов близка к нулю. Вместе с тем от третьей или четвертой фазы максимальна вероятность перехода к завершающей стадии — стадии подготовки решения в плане внутренней речи и формирования ответа.

Таким образом, регистрация параметров работы отдельных фи­зиологических систем дает основание для объективной оценки функциональной структуры сложной познавательной деятельности и характеристики преобразований, которые совершаются оператором в 'проблемной ситуации.

Исследования функциональной структуры микроструктуры деятельности необходимы для оптимизации существующих вариантов информационных моделей. Информационная модель должна соединять оператора с объектами управления, а не быть преградой, отделяющей его от них.

ЛИТЕРАТУРА [[7]](#footnote-8) [[8]](#footnote-9)

1. В в е д е и с к и й Н. Е. Физиологическое явление с биологической точки зрения.— В кн.: Сеченов И. М., Павлов И. П., Введенский Н. Е. Физиология нервной системы, т. 1. М., «Медгиз», 1952.
2. Вучетич Г. Г., 3 и нч енко В. П. Сканирование последовательно фиксируемых следов в кратковременной памяти.— «Вопросы психологии», 1970, № 1.
3. Горбов Ф. Д., Лебедев В. И. Психоневрологические аспекты труда операторов. М., «Медицина», 1975.
4. Гордеев а Н. Д., Гречина А. П., Мнацаканян С. А. Этапы построения сенсомоторного образа пространства.— В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, вып. 16. М., 1978.
5. Гордеева Н. Д., Де в иш в и ли В. М., Зинченко В. П. Микроструктурный анализ исполнительной деятельности. М., изд. ВНИИТЭ, 1975.
6. Г о р д е е в а Н. Д., Девишвили В. М., Зинченко В. П. Функциональная структура и критерии оценки инструментальных пространственных действий.— В кн.: Проблемы космической биологии, т. 34. М., «Наука», 1977.
7. Гордеева Н. Д., Зинченко В. П., Ребрик С. Б. О формировании сложных пространственных действий.— «Вопросы психологии», 1978, JV» 3.
8. Г о р д е е в а Н. Д., Лигачев В. И., Сироткина Е. Б. Сравнительный анализ формирования пространственного действия в стабильных и динамичных условиях.— В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, вып. 16, М., 1978.
9. Г о р д о н В. М. Исследования внешних и викарных перцептивных действий в структуре решения задач.— В кн.: Психологические исследования, вып. 6. М., Изд-во Моск. ун-та, 1976.
10. Гордон В. М. Изучение функциональных особенностей процессов опознания и оперирования образом.— В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, вып. 11. М., 1976.
11. Гордон В. М., Зинченко В. П. Структурно-функциональный анализ психической деятельности.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1977. М., «Наука», 1978.
12. Гор яннов В. П., Зинченко В. П., Лепский В. Е. Проектирование внешних и внутренних средств деятельности.— В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, вып. 12. М., 1976.
13. Гречищев А. С, Зинченко В. П., Цыгуро Т. В., Шлягин а Е. И. Влияние семантической сложности задачи на скорость обработки информации оператором.—В кн.: Эргономика. Принципы п рекомендации, вып. 6. М., изд. ВНИИТЭ, 1974.
14. Запорожец А. В. Развитие произвольных движений, изд. АПН РСФСР. М., 1960.
15. Запорожец А. В. Развитие восприятия и деятельность.— «Вопросы психологии», 1967, № 1.
16. Запорожец А. В., В е н г е р Л. А., Зинченко В. П., Рузская А. Г. Восприятие и действие. М., «Просвещение», 1967.
17. Зинченко В. П. Восприятие и действие. Сообщ. 1 и 2.— «Доклады АПН РСФСР», 1961, № 2

и 5.

1. 3 и н ч е н к о В. П. Теоретические проблемы психологии восприятия.— В кн.: Инженерная психология. М., Изд-во Моск. ун-та, 1964.
2. Зинченко В. П. Продуктивное восприятие.— «Вопросы психологии», 1971, № 6.
3. 3 инченкоВ. П. Микроструктурный анализ перцептивных процессов.— В кн.: Психологические исследования, вып. 6. М., Изд-во Моск. ун-та, 1976.
4. Зинченко В. П. Установка и деятельность. Нужна ли парадигма? — В кн.: Бессознательное, т. 1. Тбилиси, «Мецниереба», 1978.
5. Зинченко В. П., Вергилес Н. Ю. Формирование зрительного образа. М., Изд-во Моск. ун-та,

1969.

1. Зинченко В. П., Гордон В. М. Методологические проблемы психологического анализа деятельности.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1975. М., «Наука», 1976.
2. 3 и и ч е н к о В. П. М а м а р д а ш в и л и М. К. Проблема объективного метода в психологии.— «Вопросы философии», 1977, № 7.
3. Зинченко В. П., Мунипов В. М., Смолян Г. Л. Эргономические основы организации труда. М., «Экономика», 1974.
4. Зинченко В. П., Мунипов В. М., Гордон В. М. Исследование визуального мышления.— «Вопросы психологии», 1973, № 2.
5. Зинченко П. И. Непроизвольное запоминание. М., изд. АПН РСФСР, 1961.
6. Зинченко Т. П., К и р е е в а М. М., Р я б и н к и н а Л. И., Бурый Г. В., Остромоухов М. 3. Исследование характеристик движений глаз в процессе информационного поиска в связи с проблемой кодирования зрительной информации,—В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, вып. 16. М., изд. ВНИИТЭ, 1978.
7. К в а ш а Я. Б. Статистическое изучение механизации труда. М., «Наука»,44. Козловская И. Б. Афферентный контроль произвольных движений. М «Наука», 1976.
8. Коц Я. М. Организация произвольных движений. М, «Наука», 1975.
9. К р ы л о в А. А. (ред.) Методология исследований по инженерной психоло. гии и психологии труда, ч. 2. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1975.
10. Леонтьев А. Н. Проблемы развития психики. М., Изд-во Моск. ун-та, 1972.
11. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. М., «Политиздат» 1975.
12. Леш л и К. С. Мозг и интеллект. М.— Л., Огиз — Соцэкгиз, 1933.
13. Л и н д с е й П., Норман Д. Переработка информации у человека. М., «Мир», 1974.
14. Петренко В. Ф. К вопросу о семантическом анализе чувственного образа.— В кн.: Восприятие и деятельность. М., Изд-во Моск. ун-та, 1976.
15. Р е б р и к СБ., Г о р д е е в а Н. Д., Крнчевец А. Н. Типы связей между когнитивными и исполнительными компонентами в инструментальном пространственном действии.— В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, вып. 16. М., изд. ВНИИТЭ, 1978.
16. Самойлов А. Ф. Сеченов И. М. и его мысли о роли мышцы в нашем познании мира.— В кн.: Сеченов И. М., Павлов И. П., Введенский Н. Е. Физиология нервной системы, т. III. M., «Медгиз», 1952.
17. Сеченов И. М. Очерк рабочих движений человека. Спб., 1901.
18. Сеченов И. М. Избранные философские и психологические произведения. М., 1947.
19. Соколов Е. Н. Механизмы памяти. М., Изд-во Моск. ун-та, 1959.
20. Т е п л о в Б. М. Проблемы индивидуальных различий. М., изд. АПН РСФСР, 1961.
21. Ухтомский А. А. Избранные труды. Л., «Наука», 1978.
22. Файнбург 3. И., Козлова Г. П. К вопросу о группировках рабочих по содержанию их труда.— В кн.: Социальные исследования, вып. 2. М., «Наука» 1968.
23. Ш е р р и н г т о н Ч. С. Интегративная деятельность мозга. Л., «Наука», 1969.
24. Шехтер М. С. Психологические проблемы узнавания. М., «Просвещение», 1967.
25. Юдин Э. Г. Системный подход и принцип деятельности. М., «Наука», 1978.
26. Adams J. A. Issues for closed-loop theory of motor learning. — In: Motor Control: Issues and Trends. N. Y., Academic Press, 1976.
27. Arnheim R. Visual Thinking. Berkley, 1969.
28. В a r 11 e 11 F. Thinking. An experimental and social stady. London: G. Allen. 1958.
29. С 1 a p a r e d e E. La genese de l'hypothese. — «Archives de Psychologies, 1934, t. XXIV, N 93— 94.
30. Clark H. H. and Clark E. V. Psychology and language. N. Y.: Harcourt. 1977.
31. Estes W. K. (ed.) Handbook of learning and cognitive processes, vol. I—VII. N. Y.: L. Erlbaum and Ass., 1976—1978.
32. Festinger L, Burnham С. А., О n о E, Bamber D. Efference and the conscious experience of perception. — «J. of Exp. Psychol.». Monograph, vol. 74 (4, pt. 2), 1967.
33. James W. Principles of psychology. N. Y., Holt, 1890.
34. Neisser U. Cognition and Realiry. San-Francisco: W. H. Freeman, 1976.
35. Phillips W. A. On the distinction between sensory storage and short-term visual memory. — «Perception and Psychophisics», 1974, vol. 16(2).
36. Rand haw a B. S. and Coffman W. E. (Ed.) Visual learning, thinking and communication. N. Y., Academic Press, 1978.
37. S h e p a r d R. N. Form, formation and transformation of internal representations.— In: Solso R. (Ed.). Information processing and cognition: The Loyola Simposium. New Jersey: Erlbaum and Ass., 1975.
38. S m i d t R. A. The schema as a solution to some persistent problems in motor learning theory. — In: Motor Control: Issues and Trends, N. Y., Academic

Press, 1976.

76 Sperling G. The information avaiable in brief visual presentation. — «Psychol. Monogr.», 1960, 74 (11 whole N 498).

1. S p e r 1 i n g G. et al. Extremely rapid visual search. The maximum rate of scanning letters for presence of a numeral. — «Science», 1971, vol. 174.
2. T u r v e у M. T. Preliminaries to a theory of action with reference to vision. — In: R. Shaw & J. Bransford (Eds.) Perceiving, acting and knowing: Toward an ecological psychology. Hillsdale, N. Y., Erlbaum, 1977.
3. T u r v e у М. T. Contrasting orientations to the theory of visual information processing. — «Psychological Review», 1977, vol. 84(1).
4. W oodworth R. S. The accuracy of voluntary movement. — «Psychol. Monogr.», 1899, vol. 13.
5. Эргономические основы проектирования техники

До недавнего времени считалось достаточным решать вопросы про­ектирования новой техники, исходя из соображений ее производительности, надежности и экономичности в эксплуатации. Ныне эта точка зрения подвергается уточнению и расширению.

Резкое повышение роли человеческого фактора в общественном производстве и реальная потребность всестороннего развития человека, обусловленные научно-технической революцией и неизмеримо возрастающие в период развитого социализма, заставляют принимать во внимание не одну только экономическую, но и социальную эффективность разрабатываемых проектов новой техники. «Важное значение при этом имеет полный учет естественными науками исследований, разработок, выводов общественных наук о повышении роли человека в системе «человек — техника», о сущности, формах и развитии социологических, социально-психологических, эргономических, экологических факторов» [3, с. 69].

В условиях развитого социалистического общества резко возросло значение качественных характеристик деятельности, труда и соответственно повысились требования к совершенствованию потребительских качеств новой техники [3]. Все чаще предлагается дополнить традиционно используемые основные показатели техники (производительность, надежность и экономичность эксплуатации) показателями эргономичности, экологичности и эстетичности, которые обеспечивают достижение социальных результатов, свя­занных с сохранением здоровья людей и развитием человеческой личности, а на этой основе и повышением эффективности и качества деятельности в самых различных сферах. Социальная результативность новой техники становится важным условием реализации потенциально заложенного в ней экономического эффекта. Если не обеспечены, например, оптимальные условия взаимодействия человека с техникой, то вряд ли можно рассчитывать на достижение в полной мере указанного эффекта.

«Социально-экономическая эффективность должна стать главным, если не единственным, критерием формирования технической политики. Для этого еще на стадии научной разработки и конструирования новой техники необходимо определять не только экономический эффект создаваемой новой техники, но и те положительные и отрицательные эффекты, которые техника потенциально содержит, и учитывать в планах развития производства на всех уровнях — от отдельных предприятий до народного хозяйства в целом — их влияние на социально-экономическую жизнь всех членов общества» [2, с. 25].

Обеспечить социальную эффективность новой техники можно при условии, если показатели эргономичности, экологичности и эстетичности наряду с традиционными показателями будут определять общую функциональную структуру создаваемых систем «человек— техника». Социальные показатели техники, включая и эргономические показатели, являются заданным условием, для реализации которого отбирается наиболее экономичный вариант, обеспечивающий достижение заданной конкретной социальной цели с наименьшими затратами, капитальными и текущими [4]. При этом речь идет не о том, чтобы утвердить приоритет человека или техники в системах управления, а о том, чтобы построение систем «человек — техника» осуществлялось на основе знания о предметных, структурных закономерностях процессов взаимодействия человека и техники [15]. Только в этом случае техника будет решать комплексные, т. е. двухцелевые, задачи — выполнять определенные технические производственные задания и способствовать созданию оптимальных условий трудовой деятельности и уж во всяком случае предотвращать отрицательные социальные результаты от использования новой техники в производстве. «Бесконечные апелляции к чувству социальной ответственности не могут оградить современного человека от вредных воздействий техники; нужна реальная система мер и средств борьбы с этим в условиях социализма. И то, в какой мере ведется эта борьба, служит объективным показателем прогрессивности социального строя, степени использования его преимуществ» [18, с. 78].

Использование достижений эргономики при проектировании техники и условий ее функционирования способствует повышению содержательности и привлекательности труда, сохранению здоровья н в конечном итоге созданию условий, благоприятствующих всестороннему развитию человека-труженика. При этом обеспечиваются повышение эффективности и качества труда, удобство эксплуатации и обслуживания техники, сокращение сроков ее освое­ния, улучшение условий труда, экономия затрат физической и нервно­психической энергии работающего человека, поддержание его высокой работоспособности.

§1. Структура эргономических свойств и показателей техники

Раскроем содержание понятия «эргономичность техники», которое является конкретным проявлением деятельностного подхода в эргономике. На табл. 1 изображена структурная схема эргономических показателей техники. Это иерархическая динамическая структура, включающая несколько уровней. Эргономические свойства и показатели (существенные признаки) каждого предыдущего уровня являются основой формирования эргономических показа­телей последующего уровня. Здесь действует тот же общий принцип, которому подчиняются межуровневые отношения структуры деятельности человека и который состоит в том, что наличный высший уровень всегда остается ведущим, но он может реализовать себя только с помощью уровней нижележащих и в этом от них зависит [10].

Структурная схема эргономических

Эргономичность техники

Целостная

эргономическая

характеристика

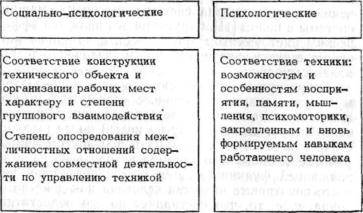
Эргономические

свойства

Управляемость

Комплексные

показатели



Соответствие распределения функций между человеком (группой людей) и техникой оптимальной структуре их взаимодействия при достижении поставленных целей

Соответствие конструкции технического объекта (или отдельных его элементов) и организации рабочего места оптимальной психофизиологической структуре деятельности по его управлению

Соответствие содержания задаваемой техникой деятельности по управлению оптимальному уровню сложности и разнообразия действий человека

Соответствие задаваемой техникой напряженности деятельности минимальной напряженности, при которой достигается наивысшая эффективность управления

Соответствие задаваемых техникой требований к качеству деятельности по управлению оптимальным точностным, скоростным н надежностным возможностям человека

Соответствие задаваемых техникой ритмов трудовых процессов оптимальной временной структуре действий работающих людей

Групповые

показатели

Единичные

показатели

свойств и показателей техники

Обслуживаемость

Освояемость

Обитаемость

Соответствие условий функционирования техники биологически оптимальным параметрам рабочей среды, обеспечивающим человеку нормальное развитие, хорошее здоровье и . высокую работоспособность

|  |  |
| --- | --- |
| Соответствие | Заложенные в технике |
| конструкции | возможности быстрейшего |
| технического | ее освоения (приобрете- |
| объекта (или | ния необходимых знаний, |
| отдельных его | умений и навыков |
| элементов) | управления) |
| оптимальной  психофизиоло- | Задаваемые техникой |
| гической | требования к уровню . развития профессионал!»- |
| структуре деятельности по | но значимых психофизиологических |
| его эксплуато- | и психологических |
| ции, о белужина- | функций человека |
| нию и ремонту | Задаваемые техникой требования к характеру и степени группового взаимодействия при ее управлении |

Возможность уменьшения или ликвидации вредных для природной среды условий функционирования техники

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | |  | | |  |
|  |  | |  |  |  |
| Физиологические,  психофизиологические | | Антропометрические | |  | Гигиенические | |
|  | |  | |  | |

Показатели: освещенности, вентилируемости, темпера­туры, влажности, давления, напряженности магнитного и электрического полей, запыленности, радиации, токсичности, шума, вибрации, гравитационной перегрузки и ускорения

Соответствие техники:

силовым, скоростным,

энергетическим,

зрительным.

слуховым,

осязательным,

обонятельным

возможностям

человека

Соответствие техники: размерам и форме тела работающего человека, распреде­лению его веса

эргономичность техники — целостная ее характеристика, органично связанная с показателями производительности, надежности и экономичности эксплуатации. Эргономичность вырастает из ряда эргономических свойств, к которым относятся управляемость, обслуживаемость, освояемость и обитаемость. Первые три описывают свойства техники, при которых она органично включается в оптимальную психофизиологическую структуру деятельности человека (группы людей) по управлению, обслуживанию и освоению техники. Под обитаемостью понимается эргономическое свойство техники, при котором условия ее функционирования приближаются к оптимальным с точки зрения жизнедеятельности работающего человека (группы людей), а также обеспечиваются уменьшение или ликвидация вредных последствий функционирования техники для окружающей среды. Эргономические свойства техники представляют собой определенные предпосылки, возможности деятельности человека, относящиеся к ее объективным условиям.

Эргономические свойства формируются на основе комплексных эргономических показателей, которые представляют разные, но вза­имосвязанные стороны указанных свойств. Комплексные эргономические показатели формируются на основе групповых эргономических показателей, которые представляют совокупность однородных единичных эргономических показателей: социально-психологических, психологических, физиологических и психофизиологических, антропометрических и гигиенических.

Рассматриваемая структура позволяет представить различные уровни интегрирования в эргономике, каждый из которых обладает определенной качественной спецификой, не сводимой к механическому объединению составляющих его показателей. Для проектировщика важно знать не только номенклатуру и характеристики эргономических показателей, но и то, как на их основе формируются эргономические свойства проектируемых объектов. В этом пункте проектные задачи наиболее тесно смыкаются с эргономикой, становление которой как научной дисциплины во многом, определяется решением проблемы раскрытия закономерностей взаимопереходов одних рассматриваемых уровней показателей и свойств техники в другие. Каждый шаг на пути решения этой чрезвычайно сложной проблемы лишний раз оттеняет определенную ограниченность и временный характер того, что называется: учетом человеческого фактора и создает реальные предпосылки для разработки научно обоснованного инструмента целенаправленного формирования в процессе проектирования эргономических свойств техники. Другими словами, существенно меняются роль и место эргономики в проектировании техники: от решения отдельных частных задач, связанных с частичным улучшением трудовой деятельности человека в уже спроектированных, заданных технических системах, она переходит к полноправному участию в построении общей функциональной структуры систем «человек — машина».

Речь идет о том, чтобы с самого начала проектировать человеко-машинную систему, а не только технические средства, которые лишь на стадии практической «подгонки» их к человеку становятся компонентами указанной системы. Происхождение понятия «учет человеческого фактора» при создании систем не без оснований связывают с тем, что системотехника рассматривает человека, как внешний фактор и в качестве основного компонента системы берет ее техническую часть.

Методологическое значение предложенной структуры свойств и показателей состоит в том, что она открывает возможности действительно содержательного эргономического описания систем «человек— техника», позволяющего, в свою очередь, строить модели, отображающие соответствующие закономерности их функционирования. Теоретические основания этой структуры имеют много общего с положениями разрабатываемого системного подхода к изучению главного звена системы «человек — машина» — человека и системы в целом [11]. Структура эта является эффективным методическим инструментом эргономики, с помощью которого возможно соответствующее изучение систем «человек — техника» на функциональном уровне.

Структура эргономических свойств и показателей техники стимулирует начавшийся процесс пересмотра некоторых установившихся представлений о методах ее проектирования и тем самым способствует его переходу на новый более высокий уровень. «Уже сейчас, видимо, следует думать и о другом направлении — в разработке технического задания исходить из идеи вторичной, обслуживающей функции машин и, следовательно, учитывать прежде всего позитивные качества человека как действительного субъекта труда, т. е. то, что составляет не его недостатки, а его преимущества по сравнению с машиной. На этом пути открываются принципиально новые резервы повышения производительности труда, т. е. решения одной из важнейших задач пятилетки» [17, с. 63]. При рассмотрении проектирования как процесса, который кладет начало изменениям в искусственной среде [см. 6], основное внимание акцентируется на задаче, получившей название «проектное прогнозирование» [13] и являющейся специфической формой научного программирования социальных и других последствий проектной деятельности. Множественность и сложный характер таких последствий, их значительная отсроченность по отношению к моменту начала и течения собственно процесса проектирования — все это требует не только применения новой методологии, но участия большого числа высококвалифицированных специалистов в коллективной разработке проектов. В проектном прогнозировании на смену «статичному» объекту проектирования приходит «саморазвивающийся» объект, а в этой связи открывается возможность выбора оптимальных вариантов и отсеивания ошибочных решений в процессе проектирования еще до того, как их отрица­тельные последствия могли бы стать необратимым фактором реальной действительности. Научные исследования, как прикладные, так и фундаментальные, оказываются не просто вспомогательным элементом, но внутренне необходимой потребностью, органически вырастающей из самой природы проектной деятельности.

К числу названных исследований относится изучение закономерностей оптимального взаимодействия человека с техникой. Одной из центральных проблем эргономики как научной дисциплины является исследование межуровневых переходов иерархической структуры эргономических свойств и показателей, и прежде всего выявление закономерностей формирования эргономических свойств техники, а именно; управляемости, обслуживаемости, освояемости и обитаемости. «Главное, нельзя упускать из виду то обстоятельст­во, что в межуровневых исследованиях мы имеем дело не с односторонним, а с двусторонним и к тому же спиралеобразным движением: с формированием высших уровней и «отслаиванием» — или переделкой — уровней, нижележащих, в свою очередь, обусловливающих возможность дальнейшего развития системы в целом. Таким образом, межуровневое исследование, оставаясь междисциплинарным, вместе с тем исключает понимание последнего как редуцирующего один уровень к другому или стремящегося найти их коррелятивные связи и координации» [10, с. 233].

Проблема проектирования деятельности человека (группы людей) по управлению (использованию) техникой становится органической частью общего процесса ее проектирования. Удовлетворительное решение этой проблемы возможно при опоре на эргономику и другие науки, изучающие человека и его деятельность. Такое обогащение и усложнение проектирования отвечает сущности техники, которая по своему назначению «человечна» и прогресс которой осуществляется по законам развития человеческого труда [12, 16]. К. Маркс неоднократно подчеркивал, что техника — «созданные человеческой рукой органы человеческого мозга» [1, с.215]. Реальный процесс взаимодействия человека с техникой не укладывается в рамки общих рекомендаций и конкретных требований эргономики. Опираясь на указанные данные, в процессе проектирования техники необходимо решать задачу содержательного моде­лирования деятельности человека и условий ее осуществления. Другими словами, необходимо достаточно четко и всесторонне представлять, что и как будет делать человек с данным видом техники и при каких условиях. Разработка и оценка на этой основе проектных предложений, обеспечивающих создание удобной и безопасной техники, выделяются в особую область эргономического проектирования человеко-машинных систем. Характеризуясь определенной спецификой, эргономическое проектирование подчиняется общим закономерностям и методам проектной деятельности.

§2. Учет требований эргономики при проектировании техники

При сложившихся практике и методах проектирования техники в лучшем случае осуществляется лишь учет требований эргономики на различных стадиях ее разработки, что позволяет добиваться определенной оптимизации деятельности человека (группы людей) в системе «человек (группа людей) — техника» и соответственно повышать эффективность функционирования системы в целом. Эргономические требования в технике определяются психологическими, физиологическими, антропометрическими и биомеханическими характеристиками человека и устанавливаются с целью оптимизации его деятельности. Под эргономическими требованиями по­нимаются такие характеристики, которые, будучи воплощенными в технике, становятся ее свойствами и показателями [5].

Проектные и исследовательские задачи эргономики решаются применительно к конкретным типам систем «человек — машина — среда», к определенным видам деятельности человека.

Учет эргономических требований должен пронизывать все этапы проектных решений и их экспертизы. На стадии разработки технического задания в общем виде должны быть определены эргономические требования к объекту проектирования и выявлена потребность в проведении специальных эргономических исследований. Очень важно корректно осуществить перевод задачи с языка инженерного конструирования на язык эргономики путем анализа данной задачи в контексте специфической проблематики человеческого фактора. Для этой цели проводится анализ назначения проектируемого объекта и связанных с этим требований к его функционированию, определяются место и роль человека в решении задач, вытекающих из вышеупомянутого назначения.

Входя в состав группы проектировщиков и принимая участие в процессе проектирования техники, специалист в области эргономики имеет дело с особым объектом проектирования — человеком и его деятельностью, средствами которого выступают знания о человеке и соответствующие специальные методы и процедуры [8]. Деятельность человека в системе — начало и завершение эрго­номического проектирования, оценки и исследования. Уже на начальной стадии проектирования составляется ориентировочная профессиограмма, определяющая цели и задачи трудовой деятельности, психофизиологическую характеристику ее условий, состав и содержание входящих в нее операций, а также конкретные требования, предъявляемые в данном случае к человеку и технике.

Профессиографирование — сложное и тонкое дело. Специалиста, осуществляющего анализ трудовой деятельности, можно сравнить с проницательным терапевтом, в практике которого научные методы сочетаются с богатой интуицией, опытом. Иногда эргономист сам овладевает, хотя бы в первоначальной степени, трудовой деятельностью и таким образом получает возможность анализировать ее «изнутри». Профессиограмма — исходный пункт эргономического исследования и основа всей работы по учету соответствующих требований при проектировании техники.

Анализ аналогов и прототипов уточняет знания о назначении, принципах действия и конструктивных особенностях техники, определяет их характеристики применительно к целям трудовой деятельности и ее оптимизации, включая создание наилучших условий для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта проектируемых объектов.

Важной задачей проектирования является распределение функций между человеком и техникой. Эти задачи нельзя решать только на основе инженерных подходов к распределению функций в системе «человек — техника», тем более, что ни один из них не обладает необходимой универсальностью и эффективностью приложений [14].

Проблема выбора степени автоматизации и механизации функций представляется достаточно сложной и ответственной. Проектирование деятельности летчика в процессе автоматизированной посадки, например, позволило определить целесообразность не автоматического, а полуавтоматического управления на посадочной прямой, поскольку в этом случае готовность летчика управлять вручную при внезапном отказе автоматики поддерживается на высоком уровне благодаря, во-первых, сохранению статуса его готовности к экстренному действию, а во-вторых, сохранению наиболее тесной связи с управляемым, объектом [7]. При выборе варианта рационального распределения функций очень важно не нарушать определенную целостность структуры деятельности человека.

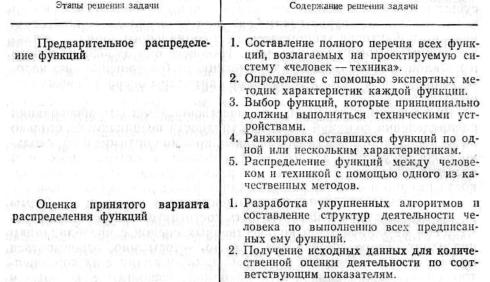
При выборе того или иного варианта распределения функций (и его разновидностей) должны учитываться и общеметодологические соображения, касающиеся социальной функции человека как субъекта труда, и результаты конкретных эргономических, психологических и физиологических и других исследовании. Очевидно также, что на современном этапе обоснование рационального или даже оптимального распределения функций должно опираться на количественные оценки качества выполнения задач человеком (и машиной) и оценки влияния этого качества на общую эффективность системы. Критерии таких оценок пока недостаточно разработаны, однако это ни в коем случае не может служить оправданием еще встречающегося пренебрежения к количественным методам оценки.

Существующие методы качественных оценок, опирающиеся на перечни преимуществ и ограничений человека и техники, обладают существенными недостатками. Эти перечни слишком общие, и они не учитывают специфики взаимодействия человека с техникой, ограничений и факторов экономического и социального порядка, а также вопросов мотивации человека. Наконец, они далеко не строго и в малой степени охватывают имеющиеся (совершенно еще недостаточные) временные и точностные параметры операций, выполняемых человеком.

При попытках применить количественные методы обоснования распределения функций основные трудности возникают не столько из-за неразработанности формальных приемов оптимизации, сколько из-за отсутствия данных по некоторым важным параметрам системы «человек — техника» на ранних этапах проектирования, когда именно и следует решать задачу распределения функций.

Таблица 1

***Порядок выбора варианта рационального распределения функции***



1. Сокращение (увеличение) числа функций, возлагаемых на человека, и увеличение (сокращение) функций техники, а сле­довательно, и затрат на создание техни­ческого устройства.

Перераспределение функций (в случае, если полученные значе­ния показателей не удовлетворя­ют требованиям технического за­дания) и определение количества специалистов в каждой системе «человек — техника» (индивиду­ального или коллективного рабо­чего места)

1. Создание коллективного рабочего места в случае, если не удается осуществить рациональное распределение функций при одном человеке.
2. Определение числа специалистов на каж­дом рабочем месте.
3. Определение общего количества индиви­дуальных рабочих мест в каждой систе­ме «человек — техника».
4. Определение режима функционирования системы «человек — техника» (непрерыв­ный, периодический, эпизодический).

Совершенно очевидно, что продвижение в решении проблемы распределения функций может быть достигнуто только на пути совмещения качественных и количественных оценок с преобладанием последних. Такое совмещение должно, естественно, основываться на четкой классификации решаемых задач и анализе их компонентов, прежде всего конкретных операций, выполнение которых и составляет процесс деятельности по управлению техникой.

После того как будет установлена последовательность выполняемых операторами функций (по подзадачам, блокам операций, основным операциям и т. п.) и определены необходимый объем и формы представления информации, а также выявлены хотя бы в общих чертах надежностные, временные и точностные требования к деятельности человека в целом, можно будет давать обоснованные ответы на следующие вопросы разработчиков систем «человек — техника»: сколько человек и какой квалификации нужно для решения задач системы ЧМ и какие именно функции они должны выполнять; какие алгоритмы и программы для ЭВМ должны быть разработаны; какое оборудование должно быть спроектировано или взято из готовых систем. Далее определяется: 1) окончательный для системы ЧМ состав специалистов, их функциональные обязанности и организации работы; 2) состав коллективных и индивидуальных средств отображения информации, органов управления рабочих мест и пультов управления; 3) компоновка средств отображения информации и органов управления на рабочих местах и размещение рабочих мест в производственных помещениях.

Приведем примерный общий порядок выбора варианта рационального распределения функций, который был отработан при проектировании систем «человек (группа людей) — судовая техника» и основные положения которого применимы и к другим системам «человек — техника» [5, с. 143].

К аналитическому этапу деятельности эргономиста предъявляются высокие профессиональные требования, так как его результатом должно явиться решение принципиальных эргономических вопросов усовершенствования существующего или проектируемого нового технического объекта. На этом этапе наиболее эффективно проявляется содружество эргономиста, инженера- конструктора и дизайнера, взаимопонимание которых, как правило, обогащает представление каждого из них об общем объекте проектирования и позволяет находить наиболее продуктивные проектные решения, в том числе и основывающиеся на знании психофизиологических закономерностей деятельности человека. По результатам аналитического этапа определяются необходимость проведения и цель экспериментальных эргономических исследований.

Эргономический анализ трудовой деятельности и распределение функций между человеком и техникой создают необходимую основу для разработки вначале укрупненных, а затем и детальных алгоритмов работы человека. Сущность разработки алгоритмов состоит в расчленении трудовой деятельности на качественно различные составляющие, определении их логической связи между собой и порядка следования друг за другом [9]. Алгоритмическое описание работы позволяет перейти к определению тех психологических и физиологических функций, которые обеспечивают реализацию отдельных элементарных действий и логических условий.

Осуществив перечисленные выше действия, переходят к непосредственной разработке эргономических требований к технике и условиям ее функционирования, отдельным ее элементам и рабочим местам, которые затем воплощаются в конструкции и организации всех названных объектов. Система проектных решений и экспертизы проектов, обеспечивающих учет требований эргономики, не представляет однонаправленный процесс последовательного перехода от этапа к этапу, а зачастую включает движение в обратном направлении с последующим возвращением на исходную позицию и дальнейшим продвижением вперед.

Примером практической реализации рассмотренной выше общей схемы эргономического проектирования может служить (в несколько свернутом виде) разработка художественно-конструкторского проекта гидрокопировального станка с программным управлением. Хотя в этом случае имело место не создание нового станка, а модернизация уже существующего, эргономическое проектирование было достаточно глубоким и многосторонним.

Работа началась с детального ознакомления с основными принципами и технологическими особенностями работы токарно-копировальных полуавтоматов, отличающими их от универсальных токарных станков и от токарных полуавтоматов других типов.

На втором этапе с учетом полученных данных и на основе ори­ентировочной профессиограммы деятельности станочника были сформулированы и уточнены задачи, стоящие перед проектной группой в плане эргономики:

* решение пространственной организации рабочих мест станочника и наладчика;
* создание рациональной компоновки органов управления и средств индикации с целью снижения утомления, связанного с особенностями профессиональной деятельности;
* снижение вероятности ошибочного пользования органами управления;
* снижение времени, необходимого для обслуживания станка в процессе работы.

В качестве основного реконструируемого рабочего места было выбрано место станочника, как представителя наиболее массовой в эксплуатации станков профессии, а не рабочее место наладчика, как предлагалось первоначально заказчиком. Обусловливалось это и тем, что деятельность станочника отличается повышенной монотонностью, стереотипностью и повторяемостью операций в пределах ограниченного пространства. При монотонной деятельности, как известно, снижается внимание и быстро развивается утомление, что, в свою очередь, может вести к случаям производственного травматизма. Поэтому улучшение организации рабочего места станочника, снижение статической и динамической мышечной нагрузки, улучшение организации сенсомоторного поля должны способствовать созданию оптимальных условий трудовой деятельности, более длительному сохранению высокого уровня работоспособности, экономии человеческих ресурсов, а также повышению эффективности эксплуатации станка.

Третий этап был посвящен профессиографическому анализу деятельности станочника в условиях производства при работе на станках отечественного и зарубежного производства, аналогичных модернизируемому. Были выделены основные трудовые операции, выполнен пооперационный хронометраж, выявлена частота пользования различными органами управления, определен характер контроля за протеканием технологического процесса.

Четвертый этап состоял в эргономическом анализе организации рабочих мест станочника и наладчика на станке-прототипе в режиме наладки и автоматическом режиме. Известно, что пространственное расположение рабочих элементов станка во многом определяет объем и характер сенсомоторной активности оператора, а стало быть, и эффективность его труда. Отсюда большое внимание было уделено изучению специфики трудовых операций, протекающих в рабочих зонах станка.

Пооперационный анализ позволил ранжировать трудовые операции по степени их значимости для технологического процесса, выявить предпочтительные рабочие зоны для каждой из групп операций и соотнести их с существующим конструктивным решением оборудования. Для станочника основной оказалась зона, связанная с установкой детали. Для наладчика таких зон оказалось больше: кроме зоны, связанной с установкой детали, общей и для рабочего и для наладчика, работа последнего может протекать также в зоне

программирующей матрицы, расположенной в отдельном шкафу, в зоне барабана устройства и тонкой ручной подналадки положения резцов; есть еще ряд вспомогательных рабочих зон, в которых выполняются операции, носящие эпизодический, разовый характер.

Графический анализ компоновочного решения проводился путем наложения на ортогональные проекции прототипа станка контура максимальных границ сенсомоторного поля, определенных в экспериментах. Отсюда легко было увидеть, что все органы управления, средства индикации и рабочие поверхности находятся в пределах досягаемости работающего человека для двух основных рабочих позиций. Для проявления его трудовой активности в целом условия не были оптимальными ввиду не всегда правильной ориентации рабочих поверхностей. Устранить этот недостаток помогло исследование функций визуального контроля и двигательных операций станочника. Для эргономической оптимизации общекомпоновочного решения предложено было также максимально сократить глубину станка по всему фронту.

Самым существенным недостатком в организации рабочего места являлось пространственное разнесение зон управления и контроля за предметом труда и обрабатывающим инструментом, т. е. зон моторной и сенсорной активности работающего, которое ведет к ненужным затратам его мышечной и психической энергии. Особенно недопустимы подобные перегрузки в работе наладчика, по­скольку от точности и качества наладки зависит качество всей серии изделий, произведенных впоследствии на станке. Известные неудобства возникали и при выполнении тонкой ручной подналадки с помощью лимбов, при вращении которых рабочий закрывает рукой диски с делениями.

Ряд конструктивных недочетов был выявлен при анализе вспомогательных операций. В частности, неудачное расположение верхнего копира требует большой затраты физических сил при фиксации детали, ненужных перемещений наладчика в процессе работы; неудачное решение защитных экранов приводит к появлению лишних операций и удлинению цикла обработки.

Эргономический анализ позволил обнаружить недостатки пульта управления, на котором сосредоточено значительное количество органов управления, индикаторов и средств контроля. Именно в зоне пульта осуществляется большая часть наиболее ответственных операций, о чем, в частности, свидетельствует частота обращения к этой зоне наладчика. При работе в автоматическом режиме пульт становится основным элементом рабочего места, т. е. средоточием моторной активности рабочего. Как показал анализ, значительная часть пульта расположена ниже оптимальной зоны сенсомоторной деятельности как наладчика, так и станочника, а в размещении органов управления отсутствует единый принцип их группировки по функциям, последовательности действий и т. д. С точки зрения наладчика, неудобным является горизонтальное расположение органов управления и индикаторов, относящихся к работе с верхним копировальным суппортом. Необходимость максимального смещения вправо органов управления этим суппортом делает предпочтительным не горизонтальное их размещение, а вертикальное.

Итогом проделанной аналитической работы эргономистов явилось задание дизайнерам, которое в общем виде свелось к следующим главным пунктам:

* улучшить условия координации сенсорной (прежде всего зрительной) и моторной деятельности рабочего-станочника и наладчика;
* улучшить соответствие пространственных параметров станка антропометрическим данным работающих на нем людей;
* совместить программирующую матрицу с пультом управления;
* оптимизировать расположение органов управления на пульте в соответствии с особенностями работы основных групп специалистов, эксплуатирующих и обслуживающих данный станок.

Конкретные эргономические рекомендации заключались в следующем:

* стремиться к уменьшению глубины станка;
* установить дублирующие органы управления на заднюю бабку;
* перенести устройство предварительной установки суппорта на пульт управления;
* увеличить высоту расположения пульта для размещения всех органов управления в оптимальной зоне;
* придать наклон пульту управления;
* сгруппировать органы управления и контроля по функциональному признаку;
* осуществить вертикальную компоновку органов управления вместо горизонтальной;
* дополнительно выделить зрительно каждую функциональную группу органов управления (например, цветом);
* рабочие органы, связанные с верхним копировальным суппортом, разместить в правом верхнем углу пульта управления на высоте 120—150 см от пола, органы управления нижним копировальным суппортом расположить рядом с ними или несколько ниже.

Кроме того, было сделано несколько частных замечаний:

Таблица 2

***П римсрное соде ржание эргономической работы на стадиях проектирования оборудования***

**Стадии проектирования**

1. Техническое за­дание

\*2. Техническое предложение и эскизный проект

3. Технический проект

**Оснопные эргоио.мнческие задачи**

**Результаты работы**

1. Определение назначения обо­рудования, анализ аналогов и прототипов и их эргономиче­ская характеристика.
2. Эргономический анализ трудо­вой деятельности человека в реальной системе «человек — машина — среда» (или состав­ление программы проектирова­ния деятельности человека во вновь создаваемой системе).
3. Ориентировочное распределе­ние функций в системе «чело­век — машина».
4. Разработка ориентировочных эргономических требований на основе нормативных докумен­тов, справочных эргономиче­ских материалов и результатов работы по пп. 1.1, 1.2. и 1.3.
5. Уточнение распределения функции в системе «человек — машина» и разработка укруп­ненных алгоритмов работы че­ловека.
6. Конкретизация и реализация в предложении и проекте ориен­тировочных эргономических требований к работающему че­ловеку, оборудованию, рабоче­му месту, производственной среде.
7. Эргономическая оценка вари­антов проектов.
8. Проведение исследований в лабораторных и производст­венных условиях с целью уточнения алгоритмов работы и эргономических требований.
9. Предварительная оценка сте­пени реализации эргономиче­ских требований аналитически­ми методами и методами мо­делирования.

3.1. Окончательное распределение функций в системе «человек — машина» и разработка де­тальных алгоритмов работы человека.

Ориентировочная про- фесснограмма.

Предварительные эр­гономические требования к работающему человеку, оборудованию, рабочему месту, производственной среде.

Задание на проведе­ние эргономических ис­следований.

Конкретизация эрго­номических требований и их реализация в техни­ческом предложении и эскизном проекте. Ре­зультаты экспертизы про­ектных решений.

Эргономические тре­бования и их реализация в техническом проекте. Результаты экспертизы проектных решений.

— предусмотреть возможность установки деталей любых размеров без

снятия защитных экранов;

* переработать конструкцию ручек защитных экранов;
* предусмотреть местное освещение станка;
* предусмотреть устройства для поддержания копира, особенно при значительной его длине, для облегчения операции установки и тем самым уменьшения физического напряжения рабочего.

Для проведения экспериментальных эргономических исследований был изготовлен специальный стенд, позволяющий оперативно воспроизводить пространственные условия деятельности станочника. С помощью скользящих стержней и навесного оборудования, имитирующего основные рабочие элементы станка (зажимной патрон, заднюю бабку и т. п.), на стенде последовательно воспроизводился ряд объемных моделей станка и рабочей зоны. Во время работы на моделях у испытуемых записывалась биоэлектрическая активность мышц. Полученные миограммы позволили выбрать из ряда исследуемых моделей одну, размеры и геометрическая форма которой обусловливали минимальное напряжение мышц станочника по поддержанию рабочей позы.

Заключительным этапом работы было сравнение двух вариантов станка- прототипа с проектом модернизированного станка. В качестве основных методик использовались графоаналитические методы и метод электромиографии (запись биопотенциалов мышц).

Графоаналитические методы в сочетании с фотографией использовались

***Г1родолженае табл. 2'***

Стадом npceKTHpcmaumi

**Основные эргономические задачи**

**Результаты работы**

3.2. Определение окончательных эргономических требований а их реализация в проекте.

3.3. Оценка степени реализации эр­гономических требований ана­литическими методамп и мето­дами моделирования.

4. Разработка кон­структорской документации и испытания

4.1. Анализ и экспериментальная оценка созданного изделия в реальных условиях эксплуата­ции с целью определения сте­пени реализации эргономиче­ских требований.

4.2. Предложения по совершенст­вованию (доводке) изделия и соответствующей корректиров­ке проекта.

4.3. Эргономическая характеристп ка (оценка) качества изделия.

4.4. Разработка эргономических требований к инструкциям по эксплуатации и обслужива­нию.

Эргономическая ха­рактеристика оборудова­ния, рабочих мест, про­изводственной среды; предложения по их со­вершенствованию, эрго­номические требования к инструкциям по экс­плуатации и обслужива­нию оборудования.

преимущественно при анализе характеристик зон рабочего пространства, основных рабочих положений тела и зон зрительного контроля. Электромиография использовалась для анализа суммарных энергетических затрат организма рабочего при выполнении основных производственных операций, при изменении пространственной организации моторной зоны (сравнивались данные по прототипу и модифицированному варианту станка). Исследование велось на уже упоминавшемся стенде, позволяющем быстро воспроизводить любые пространственные условия деятельности (например, параметры основных рабочих зон прототипа и модифицированного варианта при выполнении операции установки детали и т. д.). С помощью этих методов было выявлено также оптимальное размещение органов точной настройки (рукояток с лимбами).

Анализ полученных данных показал, что при работе на модифицированном варианте станка у оператора (как станочника, так и наладчика) значительно снижается мышечное утомление (особенно мышц спины и живота) и уменьшается асимметрия работы наиболее мощных мышц, несущих статическую нагрузку, что в целом сокращает энергозатраты организма. Одновременно повышаются скорость и точность считывания показаний с индикаторов и средств контроля, причем в ходе сравнительного анализа выяви­лась возможность дополнительного дизайнерского усовершенствования отдельных узлов и деталей станка.

В итоге эргономическая экспертиза двух вариантов станка показала преимущества разработанного художественно-конструкторского проекта с точки зрения обеспечения оптимальных условий трудовой деятельности и повышения эффективности эксплуатации станка. Оперативные и наладочные работы облегчены благодаря расположению панели набора программ и пульта управления станка в одном месте, рядом, на одной плоскости, в удобной для ра­ботающего человека зоне; замене ручной установки упоров приборами для отсчета циклов; размещению на задней бабке дублирующего пульта управления; значительному увеличению площади остекления защитных экранов и снижению их веса; введению подсечки по передней и боковым сторонам станка с целью обеспечения нормального положения ног и соответственно позы работающего; а также благодаря другим усовершенствованиям, упрощающим обслуживание станка и уход за ним. Рациональное решение электрических и гидравлических систем станка, поиск которых продиктован был также задачами обеспечения удобного обслуживания и ухода за станком, позволило уменьшить его габаритные размеры: длину—на 250 мм, ширину — «а 253 мм, >в результате чего занимаемая им площадь уменьшилась на 1,5 м2. Помимо этого была обеспечена целостность композиции и цветофактурного решения станка. Вместе с тем следует признать, что невозможность внесения радикальных изменений в конструкцию и компоновку данного станка существенно ограничила приближение к оптимуму условий работы станочника и наладчика.

Многие эргономические нормы и требования нашли отражение в ГОСТах: Системы «человек — машина», Системы стандартов безопасности труда (ССБТ), Санитарных норм и правил, Стандартов на термины и номенклатуру эргономических показателей качества — и других нормативных документах. Учет требований эргономики при проектировании техники предполагает неукоснительноесоблюдение указанных нормативно-технических документов. В табл. 2 приводится примерное содержание работы, которая в полном объеме должна выполняться по учету требований эргогномики «а всех стадиях разработки сложных объектов техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. М а р к с К. и Энгельс Ф. Соч., т. 46, ч. II.
2. В и л е н с к и й М. А. Социально-экономическая эффективность научно-технического прогресса.— В сб.: Методологические вопросы определения социально-экономической эффективности новой техники. М., «Наука», 1977.
3. Г а т о в с к и й Л. М. Научно-технический прогресс и экономика развитого социализма. М., «Наука», 1974.
4. Г а т о в с к и й Л. М. Критерии определения экономической эффективности использования новой техники в народном хозяйстве.— В сб.: Советско-американский симпозиум экономистов. М., «Прогресс», 1978.
5. Г у б и н с к и й А. И., Е в г р а ф о в В. Г. Эргономическое проектирование судовых систем управления. Л., «Судостроение», 1977.
6. Джонс Дж. К.. Инженерное и художественное конструирование. Современные методы проектного анализа. Пер. с англ. Под ред. В. Ф. Венды и В. М. Мунипова. М., «Мир», 1976.
7. Д о б р о л е н с к и й Ю. П., 3 а в а л о в а Н. Д., П о н о м а р е н к о В. А., Ту в а ев В. А. Методы инженерно-психологических исследований в авиации. М., «Машиностроение», 1975.
8. Д у б р о в с к и й В. Я-, Щедровицкий Л. П. Инженерная психология и развитие системного проектирования.— В сб.: Инженерно-психологическое проектирование, вып. 2. М., Изд-во Моск. ун­та, 1970.
9. 3 а р а к о в с к и й Г. М. Психофизиологический анализ трудовой деятельности. М., «Наука», 1966. 10. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. М., Политиздат, 1975.
10. Ломов Б. Ф. О путях построения теории инженерной психологии на основе системного подхода.— В кн.: Инженерная психология. Теория, методология, практическое применение. М., «Наука», 1977.
11. Me л е ще нко Ю. С. Техника и закономерности ее развития. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1970.
12. Основы технической эстетики (расширенные тезисы). М., изд. ВНИИТЭ, 1970.
13. Ронжи н О. Н. Информационные методы исследования эргатических систем. М., «Энергия»,

1976.

1. Смолян Г. Л. Концепция взаимодействия человека и машины: истоки, развитие, значение.— «Вопросы философии», 1978, № 4.
2. Суслов В. Я. Труд в условиях развитого социализма. М., «Наука», 1976.
3. Укреплять взаимосвязь общественных, естественных и технических наук. «Коммунист», 1978, № 1.
4. Формирование духовного мира человека и НТР (методологические проблемы анализа духовного мира человека развитого социалистического общества). Под ред. С. Ф. Анисимова и Н. И. Дряхлова. М., Изд-во Моск. ун-та, 1977.

1. Эргономические основы организации рабочего места

§1. Общие эргономические требования

Под рабочим местом понимается зона, оснащенная необходимыми техническими средствами, в которой совершается трудовая деятельность исполнителя или группы исполнителей, совместно выполняющих одну работу или операцию. Организацией рабочего места называется система мероприятий по оснащению рабочего места средствами и предметами труда и их размещению в определенном порядке.

По уровню механизации рабочие места делятся на автоматизированные, механизированные и рабочие места, где выполняются ручные работы. Рабочие места подразделяются на индивидуальные и коллективные. В зависимости от специализации рабочие места могут быть: универсальными,

специализированными и специальными {4].

Под рабочим местом человека-оператора автоматизированной системы управления понимается место в системе «человек — машина», оснащенное средствами отображения информации, органами управления и вспомогательным оборудованием, где осуществляется трудовая деятельность указанного специалиста.

Рабочее место должно быть приспособлено для конкретного вида труда и для работников определенной квалификации с учетом их физических и психических возможностей и особенностей. Для некоторых групп рабочих мест можно определить общие требования [1].При проектировании рабочего места необходимо исходить из конкретного анализа трудового процесса человека на данном оборудовании и учитывать антропометрические данные, физиологичес­кие и психологические характеристики трудового процесса, санитарно­гигиенические условия работы.

Пространственная организация рабочего места включает в свой состав учет антропометрических данных, выбор рационального расположения рабочих зон, рабочих поверхностей, физиологически рациональной рабочей позы, а также проектирование рациональных конструкций оргоснастки.

При конструировании рабочих мест должны быть соблюдены следующие основные условия:

* достаточное рабочее пространство для работающего человека, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения при эксплуатации и техническом обслуживании оборудования;
* достаточные физические, зрительные и слуховые связи между работающим человеком и оборудованием, а также между людьми в процессе выполнения общей трудовой задачи;
* оптимальное размещение рабочих мест в производственных помещениях, а также безопасные и достаточные проходы для работающих людей;
* необходимое естественное и искусственное освещение для выполнения трудовых задач, технического обслуживания;
* допустимый уровень акустического шума и вибрации, создаваемых оборудованием рабочего места или другими источниками шума и вибрации;
* должны быть предусмотрены необходимые средства защиты работающих от действия опасных и вредных производственных факторов (физических, химических, биологических и психофизиологических).

При конструировании и размещении рабочих мест следует пре­дусматривать меры, предупреждающие или снижающие преждевременное утомление работающего человека, предотвращающие возникновение у него психофизиологического стресса, а также появление ошибочных действий.

Конструкция рабочего места должна обеспечивать быстроту, безопасность, простоту и экономичность технического обслуживания в нормальных и аварийных условиях; полностью отвечать функциональным требованиям и предполагаемым условиям эксплуатации [2].

При организации рабочего места необходимо принимать во внимание:

* рабочую позу (работа «сидя», «стоя», «сидя-стоя»);
* конфигурацию и способ размещения панелей индикаторов и органов управления;
* потребность в обзоре рабочего места (пульта);
* необходимость использования рабочей поверхности для письма или других работ, для установки телефонных аппаратов, а также хранения инструкций и других материалов, используемых работающими людьми или обслуживающим персоналом;
* пространство для ног и стоп при работе «сидя». При конструировании необходимо обеспечивать зоны оптимальной и легкой досягаемости моторного поля рабочего места. Моторное поле — пространство рабочего места с размещенными органами управления и другими техническими средствами, в котором осуществляются двигательные действия человека по выполнению рабочего задания. Различают зоны досягаемости, оптимальной и легкой досягаемости.

Зона досягаемости — это часть моторного поля рабочего места, ограниченная дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

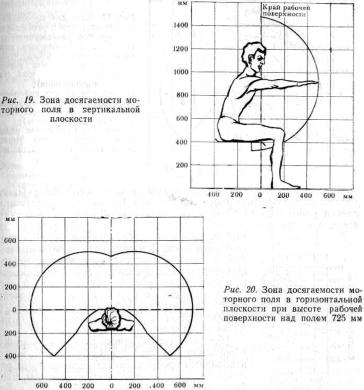
Зона легкой досягаемости — часть моторного поля рабочего места, ограниченная дугами, описываемыми расслабленными руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона досягаемости — часть моторного поля рабочего места, ограниченная дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой.

При конструировании необходимо также обеспечивать оптимальную зону информационного поля рабочего места. Под информационным полем понимают пространство рабочего места с размещенными средствами отображения информации и другими источниками сведений, используемых человеком в процессе трудовой деятельности. Оптимальная зона — часть информационного поля рабочего места, обеспечивающая наилучшее восприятие информации. Важным критерием при организации рабочего места является угол обзора. По отношению к горизонтали он должен составлять 30—40°, а в вертикальной плоскости 0—30° по отношению к горизонтали (15° вверх и 15° вниз от нормальной линии взора).

При проектировании оборудования необходимо предусматривать рациональное положение тела («стоя», «сидя», «лежа»), которое должно быть удобным и свободным. По данным биомеханики «положение тела» определяется его ориентацией и местоположением в пространстве, а также отношением к опоре. Каждое из положений характеризуется определенными условиями равно - весия, которые определяются в основном величиной площади опоры, положением общего центра тяжести по отношению к площади опоры. Кроме того, каждое из этих положений характеризуется определенным взаиморасположением звеньев опорного аппарата, степенью напряжения мышц, положением внутренних органов, состоянием кровеносной и дыхательной систем и, следовательно, расходом энергии.

Выбор рабочего положения обычно определяется величиной усилий,

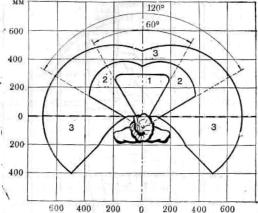


которые затрачивает человек при выполнении той или иной операции, размахом движений, необходимостью переходить с места на место или возможностью сосредоточить свою работу на одном месте, точностью и темпом выполнения трудовых операций. В каждом из положений можно различать бесчисленное количество поз. Поза — взаимоотносительное расположение звеньев тела, независимое от ориентации и местоположения тела в пространстве и его отношения к опоре. Когда речь идет о трудовой деятельности, термин «рабочая поза» употребляется как наиболее частое и предпочтительное взаиморасположение частей тела при выполнении трудовых операций. Ниже приводится характеристика некоторых положений тела.

Положение «стоя» более естественно для человека, чем положение «сидя». Его поддержание обеспечивается наличием ряда анатомо-физиологических особенностей тела человека: изгибы позвоночного столба и определенный угол наклона таза (40— 45°) способствуют равномерному распределению силы тяжести тела и мышечной тяги, хрящевые межпозвоночные диски амортизируют толчки при движениях и обеспечивают подвижность позвоночника; взаимное расположение внутренних органов и их крепление также приспособлены больше к вертикальному положению. В этом положении человек имеет благоприятные условия для зрительного обзора, передвижения и сенсомоторных координации. Однако длительное поддержание положения «стоя» более утомительно, чем положение «сидя», так как требуется значительная работа мышц по балансированию и удержанию равновесия тела, повышается и расход энергии на поддержание данной позиции. При постоянном фиксированном пребывании человека в положении «стоя» увеличивается гидростатическое давление на стенки сосудов, наблюдается застой крови в мышцах нижних конечностей. Поэтому человеку, работающему стоя, необходимо обеспечить возможность изменения рабочей позы, возможность передвижения.

Нормальной рабочей позой в положении «стоя» можно считать такую, при которой человеку не требуется наклоняться вперед больше, чем на 15°. Наклоны назад и в стороны нежелательны. Следует избегать длительно фиксированных рабочих поз при работе стоя.

Рис. 21. Зоны для выполнения  
ручных операций и размещения  
органов управления:



1. зона для размещения наи­более важных и очень часто используемых органов управ­ления (оптимальная зона мо­торного поля);
2. зона для размещения часто используемых органов управ­ления (зона легкой досягаемо­сти моторного поля);
3. зона для размещения редко используемых органов управ­ления (зона досягаемости мо­торного поля)

Положение «сидя» имеет ряд преимуществ по сравнению с положением «стоя». Уменьшаются статические нагрузки для поддержания веса тела, происходит разгрузка органов кровообращения, что снижает энергетические затраты. Но длительная работа в положении «сидя» может привести к расслаблению мышц живота и тазового дна, патологическим изменениям межпозвоночных дисков, к образованию сутулости.

При выполнении некоторых видов трудовой деятельности следует предусмотреть во время работы смену рабочих положений «сидя» и «стоя», что позволяет менять группы мышц, несущих статическую нагрузку.

|  |  |
| --- | --- |
| 2 | 100(1 |
| 3J  « | У00 |
| 5  Б | SOP |
| £  с | 700 |
| G  8  « | ООО |
| й  4- | 500 |
| О  CJ  3 | 400 |
| а | 300 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | "1  1 |
|  |  |  |  | "2 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | " |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | | |
|  |  |  |  | 1 1  1 |
| 15010 1700 Ш0О | | | | |

**I'cjct человека, им**

Рабочее положение «лежа» допускается в исключительных случаях. В этом положении резко ограничиваются моторные функции человека, сенсомоторная координация, зона зрительного восприятия. Человеку приходится дополнительно выполнять утомительную статическую работу по удержанию головы, что увеличивает напряжение шейных мышц и мышц плечевого пояса при крайне неблагоприятных биомеханических условиях. Для положения «лежа» следует предусматривать специальные конструктивные приспособления, облегчающие работу в этом положении (например, опоры для шеи и головы).

Рис, 22. Номограмма Зависимо^ л высоты работой поверхности для разных видов ра­бот (I—4), простран­ства для ног (Б) и высоты рабочего си­денья (6) от роста человека

Важными факторами для установления рабочей позы являются высота рабочей поверхности, расстояние объекта от глаза, угол зрения, зрительный фокус, размеры пространства для ног (и высота сиденья при работе сидя). Они должны рассматриваться обязательно во взаимосвязи. Выбор положения тела при работе («сидя», «стоя», «переменно») определяет параметры оборудования рабочего места.

Предусматривая то или иное рабочее положение, следует учитывать его достоинства и недостатки, чтобы использовать максимально первые и свести к минимуму влияние вторых.

В зависимости от основной рабочей позы различаются рабочие места при выполнении работ сидя и стоя. Первые организуют при легкой работе, не требующей свободного передвижения работающего, а также при работе средней тяжести в тех случаях, когда это обусловлено особенностями технологического процесса. При организации рабочего места необходимо обеспечить выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля (рис. 19, 20), а операций «часто» (менее двух операций в 1 мин) и «очень часто» (две и более операций в 1 мин) — в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля (рис. 21).

При конструировании производственного оборудования и организации рабочего места необходимо предусматривать возможность регулирования отдельных элементов с тем, чтобы обеспечивать оптимальное положение рабо­тающего. Регулируемые параметры высоты рабочей поверхности, сиденья и пространства для ног следует выбирать по номограмме (рис. 22). За высоту рабочей поверхности принимается расстояние по вертикали от пола до горизонтальной плоскости (реально существующей или воображаемой), в которой выполняются основные трудовые движения. При нерегулируемой высоте рабочей поверхности осуществляют регулирование высоты сиденья и подставки для ног. В этом случае высоту рабочей поверхности определяют по номограмме (см. рис. 22) для работающего ростом 1800 мм. Оптимальная рабочая поза для работающих более низкого роста достигается за счет увеличения высоты рабочего сиденья и подставки для ног на величину, равную разности между высотой рабочей поверхности для работающего ростом 1800 мм и высотой рабочей поверхности, оптимальной для роста данного работающего. Числовые значения оборудования с нерегулируемыми параметрами рабочего места определяют по табл. 3 и рис. 22.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Таблица 3 |  |  |  |
|  | Высота рабочей поверхности (мм) | | |
|  | при организации рабочего места | | |
| Наименование работы | женщины | мужчины | женщины и мужчины |
| Очень тонкие зрительные работы (сборка часов, | 930 | 1020 | 975 |
| гравировка, картография, сборка очень мелких деталей и др-) о  Тонкие работы (монтаж мелких деталей, станоч- | 835 | 905 | 870 |
| ные работы, требующие высокой точности, и др-) Легкие работы (монтаж более крупных деталей, | 700 | 750 | 725 |
| конторская работа, станочные работы, не тре­бующие высокой точности, и др,)  Печатание на машинке, ти по графских станках, | сзо | G80 | 655 |
| перфораторах, легкая сборочная работа более крупных деталей и др. |  |  |  |

Форма рабочей поверхности, определяемая характером выполняемой работы, может быть прямоугольной, иметь вырез для корпуса работающего или углубление для настольных машин и т. д. При необходимости на рабочую поверхность устанавливают подлокотники. Подставка для ног должна быть регулируемой по высоте. Ее ширина должна быть .не менее 300 мм, а длина — не менее 400 мм. Поверхность подставки должна быть рифленой, а по переднему ее краю следует предусматривать бортик высотой 10 мм.

Рис. 25. Зона для выполнения руч-  
ных операций и размещения орга-  
нов управления в горизонтальной  
плоскости;

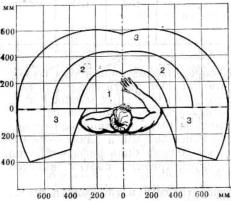


Рис. 23. Зона досягаемости мо­торного поля в вертикальной пло­скости

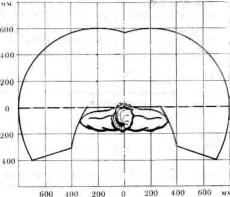
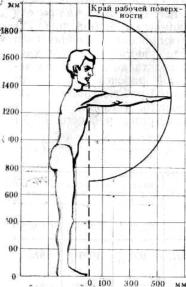


Рис. 24. Зона досягаемости мотор­ного поля в горизонтальной пло­скости

1. зона для размещения очень ча­сто используемых и наиболее важ­ных органов управления (опти­мальная зона моторного поля):
2. зона для размещения часто ис­пользуемых органов управления (зона легкой досягаемости мотор­ного поля);
3. зона для размещения редко ис­пользуемых органов управления (зона досягаемости моторного по­ля)

При физической работе средней тяжести и тяжелой, а также при технологически обусловленной величине рабочей зоны, превышающей ее параметры при работе сидя, организуют рабочее место для выполнения работ стоя. При этом необходимо обеспечить выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля (рис. 23, 24), а операций «часто» и «очень часто» — в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля (рис. 25, 26). Конструкция оборудования и ор-ганизация рабочего места должны обеспечивать прямое и свободное положение корпуса тела работающего или наклон его вперед не более чем на 15°. Приконструировании производственного оборудования и организации рабочего места необходимо предусматривать возможность регулирования отдельных элементов с тем, чтобы обеспечивать оптимальное положение работающего. Регулируемые параметры высоты рабочей поверхности в зависимости от тяжести труда и роста работающего следует выбирать по номограмме (рис. 27). При нерегулируемой высоте рабочей поверхности регулируют высоту подставки для ног. В этом случае высоту рабочей поверхности устанавливают по номограмме (рис. 27) для работающего ростом 1800 мм. Оптимальная рабочая поза для работающих более низкого роста обеспечивается путем увеличения высоты подставки для ног на величину, равную разности между высотой рабочей поверхности для работающего размером 1800 мм и высотой рабочей поверхности, оптимальной длх роста данного работающего. Числовые значения нерегулируемой высоты рабочей поверхности определяют по табл. 4.

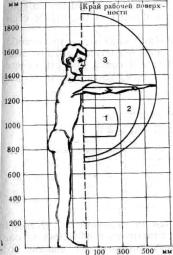
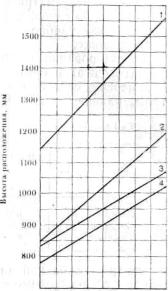


Рис. 2G. **Зоны для выполнения  
ручных операций и размещения  
органов управления в вертикаль-  
ной плоскости:**



1500 1000 1700 1900

Рост человека, мм

Рис. 27. Номограмма зависи­мости высоты расположении средств отображения информа­ции (1) и высоты рабочей по­верхности (2 — при легкой ра­боте, 3 —при работе средней тяжести, 4 — при тяжелой ра­боте) от роста человека

1. **зона размещения очень часто используемых и наиболее важных органов управления (оптимальная**

**зона моторного поля);**

1. **зона для размещения** часто ис­**пользуемых органов** управления **(зона легкой досягаемости мотор­ного поля);**
2. **зона для размещения редко ис­пользуемых органов управления (зона досягаемости моторного**

**поля)**

Необходимо предусматривать пространство для стоп размером не менее 150 мм по глубине, 150 мм по высоте и 530 мм по ширине, что позволяет удобно, возможно близко подходить к столу, станку или машине.

При проектировании технологической оснастки (приспособлений и инструмента) и организационной оснастки рабочего места (рабочей мебели, средств сигнализации и связи, средств освещения, тары, планшетов для хранения документации, подставок,

подкладок, приспособлений для ухода за машиной и для уборки рабочего места) необходимо также учитывать требования эргономики. Технологическая и организационная оснастка должна создавать удобство в работе и повышать эффективность и качество труда [3].

§ 2. Требования антропометрии и биомеханики

При проектировании оборудования необходимо предусматривать его соответствие антропометрическим данным и биомеханическим характеристикам человека на основе учета:

* динамики изменений размеров тела при перемещении всего тела или его частей в пространстве (динамические размеры);
* диапазона движений в суставах;
* правил экономии движений.

При этом обеспечивается:

* оптимальная рабочая поза;
* оптимальные размеры рабочих зон;
* оптимальные для работающего человека размеры рабочего места и взаимное расположение его элементов, обеспечивающих определенную рабочую позу.

При непосредственном использовании антропометрических данных следует определить:

* контингент людей, для которых будет предназначено оборудование;
* выбрать антропометрический признак (группу признаков), которые являются основой для определения размера оборудования;
* установить, какой процент работающих должно удовлетворять проектируемое оборудование, и определить границы интервала, в которых учитывается при проектировании необходимый объем выборки;
* найти соответствующие границам интервала (границы обозначаются или в перцентилях или долях сигмы) минимальные и максимальные значения антропометрических признаков (по справочным данным или проведя специальные измерения);
* учесть соответствующую поправку на вид одежды и обувь.

Среди антропометрических признаков различают классические и эргономические размеры, среди эргономических — статические и динамические. Эргономическими называются размеры тела, которые могут служить основой для определения размеров различных объектов конструирования. Эти размеры по своей ориентации в пространстве наиболее соответствуют ориентации параметров проектируемого оборудования, они измеряются в разных положениях и позах, условно имитирующих рабочие позы и положения.

Большинство эргономических размеров по своей структуре составные, части этих размеров биологически неравнозначны, относятся к разным анатомическим системам (кость, мышцы). Особенно это относится к габаритным размерам и размерам, взятым в положении «сидя». Различия между группами населения по эргономическим размерам несколько меньше, чем по классическим, и характеризуются некоторыми особенностями.

Таблица 4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Категории работ | Высота рабочей itoeepxnoc jи Щм) upir орга­низация рабочего места | | |
| жеишин | мужчин | женщин 8 мужчин |
| Легкая | 900 | г060 | 1Ш5 |
| Средняя | 930 | 980 | 955 |
| Тяжелая | 870 | 920 | 895 |

Статические антропометрические признаки — это размеры тела, измеренные однократно в статическом положении испытуемого, сохраняющего при измерении одну и ту же позу и положение. Условность и постоянство позы обеспечивают идентичность измерений. Статические антропометрические признаки делятся на размеры отдельных частей тела и габаритные размеры. Их можно рекомендовать для установления размеров рабочего места или изделия (высота, ширина, глубина и. др.), уточнения этих размеров, определения диапазона регулировки регулируемых параметров, разработки условий эргономических экспериментов, проведения экспертизных работ.

Габаритные размеры — это наибольшие размеры тела в разных его положениях и позах, ориентированные в разных плоскостях. Они измеряются по наиболее удаленным друг от друга точкам. Габаритные размеры используются для определения минимальных размеров пространства, занимаемого человеком в разных положениях и позах, определения размеров проходов, люков, без­опасных промежутков и т. п.

Динамические антропометрические признаки — это размеры, изменяющие свою величину при перемещений части тела и всего тела в пространстве. Они характеризуются угловыми и линейными перемещениями. К ним относятся углы вращения в суставах и линейные изменения одного и того же размера (эффект движения тела) в виде максимального его увеличения или уменьшения при перемещении части тела в пространстве. Например, изменение длины руки при измерении досягаемости при перемещении руки вниз, в сторону, вперед, вверх. Динамические антропометрические признаки рекомендуется использовать для определения амплитуды рабочих движений и для определения размеров сенсомоторного поля.

При проектировании следует использовать в основном эргономические размеры. При пользовании антропометрическими данными не допускается сложения простых классических размеров для получения эргономических размеров, так как размеры, полученные путем сложения, на 5—10 см больше, чем размеры, измеренные непосредственно.

При сравнении национальных групп, резко отличающихся по. антропометрическим данным, например, литовцев, русских и армян, наблюдаются значительные различия. Например, различия в росте — 5—9 см. Если же сравнить национальные группы, близкие по антропометрическим данным, например, русских, белорусов и украинцев, различия между ними незначительны. Если объекты проектирования предназначены строго для какой- либо одной республики, то следует учитывать национальные антропометричес­кие данные населения этой республики. Если изделия промышленного производства предназначены для населения СССР в целом, то следует использовать данные наиболее многочисленного населения СССР — русских, украинцев, белорусов. Не следует смешивать антропометрические данные наиболее удаленных национальностей, относящихся к разным этническим группам (например, населения Прибалтики и Средней Азии и т. п.).

Что касается возрастных различий, то имеется тенденция к увеличению всех продольных размеров тела у лиц молодого поколения, а поперечных, передне-задних и обхватных размеров — у лиц старшего возраста.

При проектировании оборудования следует знать, что наибольшие различия в размерах тела наблюдаются между мужчинами и женщинами внутри любой национальной группы (10—12 см. в длине тела), затем следуют национальные различия, а далее — возрастные и профессиональные.

Следует учитывать следующие половые различия:

* продольные размеры тела мужчин в положении «стоя» на 7—12 см больше размеров женщин;
* продольные размеры тела мужчин в положении «сидя» на 3—6 см больше соответствующих размеров у женщин;
* поперечные, передне-задние и обхватные размеры верхней части тела мужчин на 1—3 см больше соответствующих размеров у женщин;
* размеры таза и бедер у женщин на 1—3 см больше, чем у мужчин.

Цифровые значения антропометрических данных можно представлять в

виде таблиц, соматограмм, номограмм, манекенов (плоских и объемных) и др. Наиболее распространенный способ представления — табличный. В таблицах, как правило, представляются следующие статистические параметры: средняя арифметическая величина признака, среднее квадратическое отклонение (сигма), значения признака, соответствующие перцентилям—1-5-, 95-, 99-ому, коэффициент вариации.

Между средним квадратическим отклонением и частотой встречаемости признака имеется прямая связь, которая [выражается возможностью определить процент людей или объем выборки, у которых величина антропометрического признака укладывается з тот или иной интервал. Зная значения средней арифметической величины и среднего квадратического отклонения и используя стандартные таблицы площадей кривой нормального распределения, можно найти значения того или иного признака, которые определяют границы заданного интервала, и, наоборот, но значениям признака можно определить интервал, в котором они находятся.

Для определения границ интервалов, в которых учитывается объем (процент) населения, которому должно удовлетворять проектируемое оборудование, а также для определения минимальных и максимальных значений антропометрических признаков, следует пользоваться системой перцентилей, а не долей сигмы,, что более наглядно.

Перцентиль — сотая доля объема измеренной совокупности людей, которой соответствует определенное значение антропометрического признака. Площадь, ограниченная нормальной кривой, делится на 100 равных частей, или перцентилей. Каждый перцентиль имеет свой порядковый номер. Так, например, 5-ый перцентиль отсекает в левой части кривой нормального распределения 5% совокупности людей с наименьшими значениями признака. 50-ый перцентиль в нормальном распределении соответствует среднему арифметическому значению признака. 95-ый перцентиль отсекает в правой части нормальной кривой оставшиеся 5% совокупности людей с наибольшими значениями признака.

Если необходимо учесть 75% выборки, то, чтобы получить перцентили, ограничивающие этот объем, необходимо произвести следующий расчет:

lOOyj — 7 )р — ЧЪр 25/7:2 = 12,5/v

12,5/7 = 87,5/?,

где р — перцентиль. В результате получили, что 75% используемой группы населения заключены в пределах 12,5—87,5 перцентилей, что соответствует интервалу М± 1,15а.

Средние арифметические значения признака следует использовать в редких случаях ввиду того, что оборудование, созданное с учетом только средних размеров тела для большого количества людей, будет неудобным.

Конструкция оборудования должна обеспечивать легкость использования и удобство эксплуатации по меньшей мере для 90 % потребителей..

Определение границ интервалов, в которых учитывается необходимый объем выборки, связано с ориентацией в пространстве параметров оборудования и функциональным назначением этих параметров.

Неизменяемые высотные размеры оборудования при работе на нем только мужчин или только женщин должны рассчитываться исходя из значения антропометрического признака, соответствующего 95-ому перцентилю каждой половой группы, при работе мужчин и женщин — 95-ому перцентилю мужской группы.

Рациональная рабочая поза людей более низкого роста должна обеспечиваться путем регулирования изменяемых параметров рабочего места (рабочее сиденье, подставка для ног).

Неизменяемые размеры оборудования, связанные с вертикальной досягаемостью в нижних зонах, рассчитываются исходя из значения антропометрического признака, соответствующего 95-ому перцентилю каждой половой группы, если оборудование предназначено для работы только мужчин или только женщин; при работе на оборудовании мужчин и женщин — 95-ому перцентилю мужской группы.

Неизменяемые размеры вертикальных досягаемостей в верхних зонах рассчитываются исходя из значения антропометрического признака, соответствующего 5-ому перцентилю каждой половой группы, если оборудование предназначено для работы только мужчин или только женщин; при работе на оборудовании мужчин и женщин — 5-ому перцентилю мужской группы.

Неизменяемые размеры оборудования с ограничением их максимального значения, такие как зоны видимости, расстояния до индикаторов, контрольных точек, поручней, т. е. связанные с горизонтальной досягаемостью, размах движения органов управления и т. п., которые влияют на качество работы оператора или ограничены размерами тела, должны выбираться, исходя из зна - чения 5-го перцентиля соответствующей группы населения. Иными словами, неизменяемые по ширине и глубине размеры оборудования в том случае, когда на нем работают только мужчины или только женщины, должны рассчитываться, исходя из значения антропометрического признака, соответствующего 5-ому перцентилю каждой половой группы, при работе на оборудовании мужчин или женщин — 5-ому перцентилю мужской группы.

Размеры оборудования с ограничением их минимального значения (не должны быть меньше), такие как проходы, подходы, люки, безопасные промежутки и т. п., которые обеспечивают прохождение тела или его частей, должны соответствовать значению антропометрического признака соответствующему 95-ому перцентилю соответствующей группы населения.

Нижние и верхние границы измеряемых параметров оборудования при работе на нем только мужчин или только женщин должны рассчитываться, исходя из значений антропометрических признаков, соответствующих 5-ому и 95-ому перцентилю каждой половой группы. При работе на оборудовании мужчин и женщин — нижняя граница должна соответствовать: 5-ому перцентилю женской группы, верхняя — 95-ому перцентилю мужской группы.

Высотные размеры проектируемого оборудования должны соответствовать продольным размерам тела с учетом положения последнего. Не следует использовать размеры тела, взятые в положении «стоя», при расчете рабочих мест для работы сидя.

При расчете высотных размеров оборудования следует пользоваться антропометрическими данными молодого поколения (до 30 лет), а при расчете поперечных, глубинных размеров — данными населения старшего возраста (30—40 лет).

Точность использования антропометрических данных зависит от величины порогов мышечно-суставной чувствительности человека v от эргономической значимости элемента оборудования. Величина порогов мышечно-суставной чувствительности при различении линейных и угловых характеристик рабочего места свидетельствует о том, что человек легко (субъективно и объективно) раз­личает изменение высотных характеристик рабочего места (рабочая поверхность, сиденье, подставка для ног) на 8—40 мм и соответственно угловых характеристик на 1°. Этими данными следует руководствоваться при определении допустимых отклонений от оптимальных параметров рабочего места и округлении цифровых значений антропометрических признаков.

Все элементы рабочего места, которые имеют непосредственное соприкосновение с телом человека, должны по возможности точно соответствовать его антропометрическим данным (размеры сиденья, рабочей поверхности, подставки для ног, органов управления и т. п.). Округление допускается до 1 см. При расчете минимальных пространств, занимаемых телом человека в разных положениях и позах, могут быть допуски 2—3 см [3].

Рабочие сиденья

Приспособления, обеспечивающие поддержание рабочей позы для выполнения работы в положении «сидя», различны: кресла, стулья, табуреты различных типов, откидные сиденья (стенные), сиденья-опоры. Рабочие сиденья классифицируются по степени стабилизации рабочей позы, по набору элементов рабочего сиденья, по типу конструкции элементов сиденья, по степени подвижности, по степени мягкости, по обеспечению виброгашения и т. п.

Выбор типа рабочих сидений определяется конкретным характером и условиями трудовой деятельности человека. Различают рабочие сиденья для длительного и кратковременного пользования.

Рабочие сиденья для длительной работы в положении «сидя» должны включать обязательные элементы: сиденье и спинку для стульев; сиденье, спинку и подлокотники для кресел. Дополнительными элементами рабочих кресел могут быть подголовники. Подставки для ног рекомендуются для всех видов работ, связанных с длительным сохранением положения «сидя».

Конструкция рабочего сиденья, предназначенного для длительной работы в положении «сидя», должна обеспечивать поддержание основной рабочей позы, не затруднять рабочих движений, смену позы и положения, обеспечивать условия для отдыха.

Основная рабочая поза предусматривает такое положение корпуса, которое способствует проявлению естественных изгибов позвоночного столба (поясничного, грудного и шейного) и не вызывает значительного мышечного напряжения. При этом не растягиваются мышцы и связки позвоночника, не расслабляются мышцы брюшного пресса и тазового дна, межпозвоночные хрящи не принимают асимметричную форму, не сдавливаются органы грудной клетки (сердце, легкие). Несоблюдение вышеперечисленных условий приводит к патологическим изменениям опорно-двигательного аппарата человека и другим нарушениям (остеохондроз, спондилез, радикулит, сутулость, опущение внутренних органов, отвислость живота и др).

При работе сидя величина углов в тазобедренных, коленных и голеностопных суставах должна Сыть не менее 90°. Оптимальные позные углы в суставах 98—103°.

Если трудовой процесс требует длительного поддержания жестко фиксированной рабочей позы без возможности ее смены (в промежутки времени не менее 30—40 мин), то рекомендуется полумягкое сиденье (кресло) с регулируемыми параметрами, устанавливаемыми в соответствии с индивидуальными антропометрическими данными работающего, профилированное (с двумя углами наклона), с высокой спинкой. Для снятия общего напряжения рекомендуется в перерывах изменять позу и положение тела.

В тех случаях, когда имеются условия для произвольного изменения рабочей позы в пределах рабочей зоны, можно использовать плоское, горизонтальное или с наклоном назад (3—8°) сиденье с профилированной или непрофилированной обычной или поясничной спинкой.

Независимо от профессионального назначения имеется несколько требований, общих для сидений длительного пользования.

1. Сиденье должно обеспечивать позу, способствующую уменьшению статической работы мышц.
2. Сиденье в целом и его элементы должны создавать условия для возможности изменения рабочей позы.
3. Конструкция сиденья не должна затруднять деятельности сердечно­сосудистой, дыхательной и пищеварительной системы; она не должна вызывать болезненных ощущений, возникающих в результате давления элементов сиденья на тело человека..
4. Глубина сиденья не должна быть чрезмерно большой.
5. Передний край сиденья должен быть закруглен.
6. Свободное перемещение сиденья относительно рабочей поверхности, в случае обширной рабочей зоны — вращение сиденья.
7. Наличие ряда регулируемых параметров (высота сиденья, угол наклона спинки, высота спинки).
8. В конструкции сидений должны быть учтены требования-безопасности, общие и частные.
9. В большинстве видов производства, за исключением тех, где существуют

специфические технологические ограничения, желательно использовать полумягкую обивку рабочего сиденья. Материал обивки должен быть нескользящим, влаго-отталкивающим, неэлектризующимся,

воздухопроницаемым.

В оптимальном варианте конструкции рабочего сиденья должны регулироваться высота поверхности сиденья, угол наклона спинки, расстояние от спинки до переднего края сиденья. При: необходимости должны регулироваться также следующие параметры: высота спинки, высота подлокотников, высота подголовников. Диапазон регулировки параметров устанавливается в пределах 5% для женщин и 95% для мужчин.

Существует определенная зависимость в высотных размерах рабочего сиденья и рабочей поверхности. Высота рабочей поверхности (для работы сидя) не имеет прямой связи с ростом работающего, а связана непосредственно с высотой сиденья. Кроме того, расстояние между рабочей поверхностью и плоскостью сиденья также не связано с ростом человека и мало варьирует: 280— 300 мм — при наклонном корпусе, 350 мм—при выпрямленном. Для кратковременного пользования (5—10 мин) рекомендуется использовать жесткие стулья и различного типа табуреты. Жесткие стулья рекомендуются с плоским горизонтальным сиденьем и профилированной спинкой. Табуреты различаются по форме сидений (круглые, квадратные), по высоте (высокие, средние, низкие), по количеству опор (четыре, три опоры). Кроме того, могут быть использованы сиденья-опоры, представляющие собой высокие табуреты с уменьшенной горизонтальной поверхностью. Они используются в тех случаях, когда работающий не имеет возможности присесть «а короткое время, но может опереться на высокое сиденье-опору, снизив тем самым напряжение мышц [3].Кресло человека-оператора стационарных и подвижных объектов должно включать следующие основные элементы: сиденье, спинку и подлокотники. Регулироваться должны высота поверхности сиденья и угол наклона спинки, а при необходимости — высота спинки и подлокотников, угол наклона подлокотников, высота подголовника и подставки для ног, угол наклона подставки для ног. При этом должна обеспечиваться надежная фиксация элементов кресла в заданном положении. Подвижность кресла относительно пола или другой поверхности, на которой оно установлено, может не ограничиваться. Однако в тех случаях, когда это необходимо, кресло должно быть фиксировано. Конструкция кресла должна способствовать ослаблению вибрационных и ударных воздействий. Конструкционные и отделочные материалы кресла должны быть прочными, огнестойкими, нетоксичными, обеспечивающими в необходимых случаях возможность эксплуатации в различных климатических условиях. Покрытия сиденья, спинки, подлокотников и подголовника должны изготовляться из умягченного, влагоотталкивающего, неэлектризующегося, воздухопроницаемого материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. 3 6 их о рек и 3. Организация рабочего места.— В кн.: Эргономика. Проблема приспособления условий труда к человеку. Пер. с польск. М., «Мир», 1971.
2. Зинченко В. П., Мунипов В. М., Смолян Г. Л. Эргономические основы организации труда. М., «Экономика», 1974.
3. Межотраслевые требования и нормативные материалы по научной организации труда, которые должны учитываться при проектировании новых и реконструкции действующих предприятий, разработке технологических процессов и оборудования, т. 1. М., изд. НИИ труда Госкомтруда СССР, 19781
4. Научная организация труда в промышленности. Под общей ред. С. С. Новожилова. М., «Экономика», 1978.
5. Burandt U. Ergonomie fur Design und Entwickiung. Koln, Verlag О. Schmidt, 1978.
6. Оптимизация средств и систем отображения информации

§1. Деятельность оператора с информационными моделями

Развитие промышленности XX столетия все в большей и большей степени характеризуется механизацией и автоматизацией производственных процессов. В ряде случаев это приводит к тому, что во многих видах деятельности не так легко конкретно указать и определить предмет труда и его результат. Дело в том, что средства трудовой деятельности начинают занимать в сознании рабо­тающего место ее предмета, а сам предмет как бы «дематериализуется». Этот процесс дематериализации происходил постепенно. Существовало и существует большое число ситуаций, когда требуемая точность непосредственного наблюдения и оценки превосходит разрешающую способность органов чувств человека. Для повышения точности непосредственного наблюдения стали использовать различные датчики, информация от которых поступает в аналоговой или цифровой форме. Эта информация частично дублирует непосредственное восприятие предмета труда или рабочего процесса. Приборная информация предъявляется в более удобной для восприятия форме. Использование таких двойных источников информации — это начало «раздвоения» предмета трудовой деятельности. Человек начинает иметь дело не только, а в некоторых случаях и не столько с непосредственно наблюдаемыми, сколько с инструментально измеренными свойствами предмета труда. Такие ситуации типичны для многих транспортных профессий, для профессий металлургов, инструментальщиков и др. По мере того как человек все больше удалялся от предмета труда в силу невозможности или опасности его непосредственного наблюдения, все шире стали использовать разнообразные средства дистанционного, контроля и управления, специальные средства отображения информации. Последние предназначены для предъявления челове­ку данных, характеризующих объекты управления или его параметры, ход технологического процесса, наличие энергетических ресурсов, состояние средств автоматизации, каналов связи и пр. Эти данные предъявляются человеку в количественной, качественной, в том числе и картинной форме.

Внедрение систем дистанционного контроля и управления привело к тому, что средства отображения информации стали использовать в качестве единственного источника информации об управляемом объекте, рабочем процессе и о состоянии самой системы дистанционного управления или системы «человек — машина». Операторы таких систем действуют не с реальными объектами, а с их заместителями или имитирующими их образами, т. е. с информационными моделями реальных объектов. Последние, будучи

224

средствами трудовой деятельности операторов, нередко становятся и ее предметом.

Информационная модель есть организованная в соответствии с определенной системой правил совокупность информации о состоянии и функционировании объекта управления и внешней среды. Она является для оператора своеобразным имитатором, отражающим все существенно важные для управления свойства реальных объектов, т. е. тем источником информации, на основе которого он формирует образ реальной обстановки, производит анализ и оценку сложившейся ситуации, планирует управляющие воздействия, принимает решения, обеспечивающие правильную работу системы и выполнение возложенных на нее задач, а также наблюдает и оценивает результаты их реализации.

В философско-методологической литературе под моделью понимается функциональный гомоморфный перенос (отображение) части внешнего мира на систему понятий (изображений, визуализированных картин, символов, знаков и т. п.). Это отображение не является взаимно-однозначным, т. е. изоморфным, однако оно сохраняет связи, которые существуют между элементами внешнего мира. Последнее свойство позволяет модели быть не только описательной, но и предсказательной. В соответствии с таким определением существенными компонентами модели являются: 1. Понятия (термины, знаки, символы). 2. Постулаты (аксиомы или законы). 3. Правила трансформации (правила вычисления). 4. Правила соответствия, отображения, которые позволяют сравнивать результаты вычислений с экспериментальными или практическими результатами. Приведенные четыре общих положения могут характеризовать модели-теории, а также очень простые модели. Распространены также и операционные определения модели. Система является моделью, если она способна отвечать на вопросы о внешнем мире. Важным достоинством операционного определения является то, что оно включает в себя не только модели-теории, но и кибернетические системы, реализованные с помощью ЭВМ. В соответствии с общепринятым положением о том, что слишком абстрактная модель бесплодна, а слишком детальная вводит в заблуждение, объем информации, включенной в модель, и правила ее организации должны соответствовать задачам и способам

управления. Физически информационная модель реализуется с помощью разнообразных средств отображения информации.

Наиболее существенной особенностью деятельности человека с информационной моделью является необходимость соотнесения сведений, получаемых посредством приборов, экранов, мнемосхем, табло и т. п., как между собой, так и с реальными управляемыми объектами. На процедурах соотнесения этих сведений строится вся деятельность оператора. Отсюда понятно, что построение адекватной информационной модели является одной из важнейших задач конструирования системы управления в целом.

В работе по созданию информационных моделей, предшествующей выбору технических средств ее реализации, т. е. средств отображения информации, необходимо руководствоваться следующими эргономическими требованиями:

* по содержанию: информационные модели должны адекватно отображать объекты управления, рабочие процессы, окружающую среду и состояние самой системы управления;
* по количеству информации: информационные модели должны обеспечивать оптимальный информационный баланс и не приводить к таким нежелательным явлениям, как дефицит или излишек информации;
* по форме и композиции: информационные модели должны со­ответствовать задачам трудового процесса и возможностям человека по приему, анализу, оценке информации и осуществлению управляющих воздействий.

Всесторонний учет этих требований в процессе проектирования обеспечивает необходимую оперативность и точность трудовой деятельности человека и, в частности, эффективное выполнение функций системой «человек — машина».

Информационные модели современных СЧМ в большинстве -случаев адекватно отражают объекты управления и состояние системы управления. Тем не менее работа оператора с ними часто не удовлетворяет требованиям оперативности и точности..

Опыт показывает, что операторы часто сталкиваются с трудностями, которые являются результатом того, что конструктор исходит из неправильных или неполных представлений о возможностях человека по приему и переработке информации. С этим связаны такие просчеты, как неудачный выбор системы кодирования, предъявление слишком больших объемов информации или слиш­ком быстрая ее смена, не говоря уже об игнорировании элементарных психофизиологических требований. Главная причина этого в том, что в основу информационной модели нередко кладется система взаимосвязей реального объекта, не учитывающая специфических особенностей психологической структуры работы человека с этим объектом.

Предметное содержание деятельности оператора весьма многообразно. Это разнообразие отражено в классификации автоматизированных систем управления (АСУ). К нему следует лишь добавить саму систему управления и ее элементы, которые выступают в качестве особого предметного содержания деятельности операторов, занятых функциональным контролем и обслуживанием средств автоматизации. В описание предметного содержания объектов управления обязательно должны входить пространственно-временные и динамические параметры их существования, функционирования и взаимодействия.

Кстати, для того чтобы проиллюстрировать многообразие предметного содержания деятельности оператора, следует напомнить, что в качестве такового выступает и его собственное функциональное состояние. Это типично для проводимых космонавтами медико-биологических, психологических и эргономических исследований. Анализ предметного содержания деятельности является исходным и необходимым условием решения любых эргономических задач. Детальная характеристика предметного содержания деятельности особенно необходима на стадиях разработки информационных моделей и для обучения операторов.

Характеристика психологического содержания деятельности оператора была дана в работах Д. Ю. Панова и В. П. Зинченко [8, 9], после чего многократно воспроизводилась, детализировалась, уточнялась применительно к различным видам операторской деятельности. Здесь нужно подчеркнуть, что эргономика и инженерная психология изучают и проектируют именно деятельность с информационными (и исполнительными) моделями. В инженер - ной психологии нередко употребляется термин «взаимодействие человека со средствами автоматизации». Этот термин, однако, не позволяет зафиксировать специфику человеческой деятельности. Средства автоматизации, как известно, могут взаимодействовать друг с другом и без помощи человека. Об этом можно было бы и не говорить, если бы термины «информационное взаимодействие», «информационный обмен» и т. п. не задавали неверную методологическую ориентацию эргономическим и инженерно-психологическим исследованиям.

Понятие деятельности применимо и в тех случаях, когда речь идет о диалоге человека и машины. Во всяком диалоге имеется ведущий партнер. В диалоговых взаимоотношениях человека и машины в автоматизированных системах управления меняется лишь то, что оператор имеет значительно большую свободу оперирования с информационной моделью по сравнению с первыми-поколениями АСУ. Видимо, в перспективе операторы в известных пределах сами будут определять содержание и форму информационных моделей, обращаясь к информационному обеспечению АСУ.

Узловая проблематика психологического анализа деятельности оператора связана с содержанием, формой постоянных и оперативных образно­концептуальных моделей (ОКМ) реальной и прогнозируемой обстановки, самой системы управления, потенциальных и актуальных проблемных ситуаций. ОКМ также включает в себя систему оценок и ценностей, оперативные способности, общее представление о времени и пространстве и определенный способ взаимодействия индивида с внешним миром. Проблема внутренних моделей окружения возникла в философии и общей психологии до инженерно­психологических исследований. Эти модели назывались также собственными, концептуальными. (В качестве курьеза можно упомянуть также об употреблении равнозначных по смыслу, но неадекватных по форме терминов «мозговая» и «психическая модель».)

В контексте инженерно-психологических исследований проблема внутренних и концептуальных моделей была выдвинута в Англии в 1943 г., но затем она долго не могла получить соответствующей разработки. Интерес к этой проблематике возродился в последние годы в связи с приходом на смену необихевиоризму и информационному подходу когнитивной психологии. В нашей литературе проблеме формирования и функционирования ОКМ посвящено большое число экспериментальных психологических исследований. Это связано с основной ориентацией советской эргономики и инженерной психологии на формирование у оператора системы разумных действий, а не цепей реакции. Хотя к деятельности человека в АСУ предъявляются требования в отношении скорости, своевременности, оперативности, это не означает, что у человека надо вырабатывать реактивные, импульсивные формы поведения.

Подчеркивание значения ОКМ в деятельности оператора—это подчеркивание разумного, сознательного характера его деятельности.

Сложность рационального определения (и проектирования) деятельности оператора состоит в том, что его включают в систему управления для выполнения таких функций, применительно к которым часто невозможно выработать четкие и однозначные инструкции и правила. При этом оператору поручаются выполнение или контроль наиболее важных и ответственных функций в системе. От оператора требуются разумные действия в непред­виденных обстоятельствах, зачастую в условиях недостаточной, а порой и недостоверной информации. Работа оператора, как и системы управления в целом, протекает в реальном масштабе времени, что налагает особые требования к ее скорости и точности. Проблемы оптимизации и проектирования деятельности операторов с информационными моделями, разработка требований к информационным моделям, пути формирования постоянных и оперативных образно-концептуальных моделей ситуации уже длительное время находятся в центре внимания специалистов области эргономики, инженерной психологии, техники отображения информации. В то же время конкретное содержание этой проблематики претерпело за последние пятнадцать лет существенные изменения. Отступили на второй план исследования скорости перцептивных процессов, в частности информационного поиска. Значительное усовершенствование качества предъявления информации привело к уменьшению числа исследований, посвященных однозначности восприятия знаковой и буквенно-цифровой информации. Достигнута значительно большая ясность в понимании оперативно-технической стороны перцептивных и опознавательных процессов. Однако все это не уменьшило актуальности исследования путей построения информационных и формирования концептуальных моделей. Корни этой проблематики касаются самого существа деятельности операторов автоматизированных систем управления. В этом типе деятельности выступает, может быть, значительно более рельефно, чем в других, известная диспропорция между бедностью отображения и богатством, сложностью и многослойностью отображенной реальности, которую человек должен реконструировать, анализировать и применять в соответствии с принятым решением. И несмотря на быстрое развитие техники отображения, эта диспропорция сохраняется (если не увеличивается по мере роста масштабов и сложности АСУ). Сохранение этой диспропорции приводит к изменению проблематики изучения перцептивных и мыслительных процессов.

Поскольку оператор все больше имеет дело с недостаточно четко определенным пространством возможных задач, нередко бывает так, что он должен извлекать, вычерпывать из информационной модели и соответственно реконструировать самое различное предметное содержание, различные слои реальности. Эти слои могут быть внешними, характеризующими, например, пространственное расположение объектов или их единичные свойства; они могут характеризовать общие функциональные свойства групп объектов или функциональные (а не только пространственно-временные) отношения между различными объектами; наконец, возможны ситуации, требующие оперирования не с самими объектами, а с системами более или менее взаимосвязанных категориальных свойств и качеств этих объектов.

Учет указанных обстоятельств, в которых протекает реальная деятельность оператора, требует более интенсивного, чем прежде, изучения мотивационных, целевых, в широком смысле, личностных аспектов перцептивной и мыслительной деятельности.

Немалый научный и практический интерес представляют по­следовательность и возможная глубина проникновения оператора в ситуацию, в ее невидимые непосредственно пласты, в ее смысл и значение. Здесь важна и такая характеристика, как время проникновения в эти пласты, время построения образно-концептуальной модели, которая по необходимости является частичной, в известном смысле односторонней. Важным является и время дополнения модели или время ее смены. Но, пожалуй, наиболее существенным является определение направленности на то или иное предметное содержание. При этом последняя определяется как задачами субъекта, так и самим предметным содержанием и, разумеется, способами его извлечения и трансформации в значение. Сочетание, этих обстоятельств приводит к эволюции (или к смене) ОКМ, т. е. к эволюции когнитивных продуктов деятельности, к смене образа ситуации, к полаганию новых целей. Естественно, что ведущим в этом сочетании является реальный объект, его реальное предметное содержание, детерминирующее действие субъекта. Вместе с тем нельзя недооценивать и возможного (а может быть и обязательного) эффекта «вчитывания» в объект априорного опыта и знаний субъекта. Последнее требует особенно внимательного отношения к индивидуальным различиям между людьми, к возможному предпочтению ими тех или иных слоев реальности.

Сказанное относительно предметного содержания деятельности оператора подтверждает тезис о его «дематериализации». Этот тезис следует понимать в том смысле, что у оператора в каждый данный момент его деятельности нет априорного представления о ее конкретном предметном содержании. Он должен извлекать его из избыточной информационной модели, строить образ этого предметного содержания и в зависимости от этого образа ставить и достигать конкретные цели.

Именно поэтому деятельность оператора нередко называют творческой и именно поэтому так сложна оценка эффективности деятельности операторов СЧМ, равно как и решение насущных задач оптимизации и проектирования деятельности операторов.

Опыт разработки и эксплуатации информационных моделей, а также специальный анализ деятельности операторов с ними позволяют сформулировать ряд важнейших характеристик информационных моделей.

1. В информационной модели представлены лишь те свойства, отношения, связи управляемых объектов, которые существенны, имеют определенное функциональное значение, т. е. «участвуют в игре». В этом смысле модель воспроизводит действительность в упрощенной форме и всегда является некоторой идеализацией действительности. Степень и характер упрощения и идеализации могут быть определены на основе анализа задач СЧМ в целом и анализа задач операторов СЧМ.
2. Модель должна быть наглядной, т. е. оператор должен иметь возможность воспринимать сведения быстро и без кропотливого анализа. Только при этих условиях ему не потребуется много времени на информационную подготовку решения, включающую стадии формирования ОКМ и формирования в необходимых случаях модели проблемной ситуации. Информационная модель может быть наглядной в разных смыслах. Она может давать, например, наглядное представление о пространственном расположении объектов, т. е. быть в какой-то мере геометрически подобной их действительному расположению. В этом случае оператор будет иметь наглядное представление о таких свойствах управляемых объектов, как расстояние между ними, их принадлежность к какой-либо территориальной группе и т. п. Если для оператора существенны иные признаки, то необходимо сделать наглядными другие свойства управляемых объектов, например их принадлежность к одному и тому же типу или состоянию. При функционировании системы возможны периоды, когда необходимо наглядное представление одних свойств управляемых объектов и периоды, когда нужно учитывать другие их свойства.

Наглядность информационных моделей не всегда легко достижима, так как нередки случаи, когда объекты управления, их свойства и взаимодействия сами по себе не обладают наглядными признаками. В этих случаях приходится решать задачи, близкие к тому, что в методологии науки определяется как визуализация понятий.

1. Одним из важнейших средств достижения легкой воспринимаемости, или «читаемости», информационной модели является правильная организация ее структуры. Это означает, что в информационной модели должны быть представлены не коллекция или набор сведений, так или иначе упорядоченных, а они должны находиться в определенном и очевидном взаимодействии.

При «хорошей» структуре или гештальте информационной модели оператор выполняет ординарные функции, нарушения «хорошей» структуры свидетельствуют о возникновении отклонений от нормального режима функционирования, требующих экстренного вмешательства оператора. Хорошая структура обеспечивает быстрое и правильное восприятие ситуации в целом. Отклонения от нее воспринимаются оператором как потенциально проблемные, конфликтные и заставляют его производить детальный анализ ситуации с целью обнаружения источника конфликта и поиска путей его устранения. Одним из средств достижения хорошей структуры является правильная компоновка информационной модели. В этом смысле разработка информационной модели представляет собой задачу, в какой-то степени эквивалентную задаче хорошей компоновки картины. Так же как и хорошо скомпонованная картина, информационная модель может помочь восприятию ситуации в целом, если она не будет перегружена деталями, нарушающими целостное восприятие. Важной задачей художника является отбор того существенного и типичного, что позволяет ему с максимальной эффективностью довести до зрителя свою идею. Точно так же и при создании информационной модели чрезвычайно существен отбор функционально значимых сведений и информативных данных, которые должны быть предъявлены оператору. Сказанное в равной степени относится и к отображению конфликтных ситуаций, осознание которых облегчается при столкновении противоречивых образов, тенденций, свойств и т. п.

1. Восприятие ситуации как проблемной облегчается, если в информационной модели предусмотрено:

* отображение конкретных изменений свойств элементов ситуации, которые происходят при их взаимодействии. В этих случаях изменения свойств отдельных элементов воспринимаются не изолированно, а в контексте ситуации в целом. Более того, изменение свойств одного элемента воспринимается как симптом изменения ситуации в целом, что провоцирует поиск и распознавание оператором того или иного симптомокомплекса;
* отображение динамических отношений управляемых объектов. При этом связи и взаимодействия информационной модели должны отображаться в развитии. Допустимо и полезно даже утрирование или усиленное отображение тенденций развития элементов ситуации, их связей или ситуации в целом;
* отображение конфликтных отношений, в которые вступают элементы ситуации.

1. Информация об объектах управления предъявляется оператору не в натуральном, а в закодированном виде. При этом становится особенно' важной проблема создания особого языка, попятного человеку и одновременно могущего быть использованным машиной, проблема согласования «входов» и «выходов» человека и машины.

При построении информационной модели необходимо найти наиболее эффективный код, т. е. ту систему символов (которую мы будем называть «алфавитом» рассматриваемого кода), с помощью которой предъявляются сведения об управляемых объектах. Выбор системы кодирования тесно связан с возможностью быстрого осмысливания предъявляемой оператору информации.

1. Объем информации того или иного рода, который может быть хорошо усвоен оператором, не может быть задан ему произвольно. Он должен быть определен для данных условий работы или уже на основе имеющихся количественных оценок работы оператора, или при помощи специального эксперимента. Если этот объем информации определен, то в совокупности с избранной системой кодирования он помогает составить представление о сте­пени сложности информационной модели, которая допустима в данных условиях.

Степень сложности информационной модели обусловлена главным образом требованиями оперативности.

Данная выше характеристика свойств информационных моделей не претендует на полноту. Перечисленные свойства информационных моделей могут учитываться в процессе конкретного проектирования не в одинаковой степени, а в зависимости от доминирующей функции оператора (обнаружение, поиск, решение задач, исполнение и т. д.).

Сказанное выше о свойствах информационных моделей в равной степени относится к случаям, когда все основные характеристики моделей определяются на этапах проектирования СЧМ и когда операторы имеют значительно большую свободу в оперировании данными, хранящимися в памяти ЭВМ, и сами участвуют в построении информационной модели. Таким образом, при построении информационной модели для системы управления необходимо учитывать очень многое. Конечно, сейчас еще нельзя указать все те требования, которые должны быть учтены при проектировании и построении информацион­ной модели. Однако уже сейчас можно предложить следующий порядок работы по ее построению:

1. определение задач системы и очередности их решения;
2. определение источников информации, методов решения задач, времени на их решение, а также требуемой точности;
3. составление перечня типов объектов управления, определение их количества и других параметров работы системы, которые необходимо учитывать при решении задач;
4. составление перечня признаков объектов управления разных типов, учет которых необходим при решении задач;
5. распределение объектов и признаков по степени важности; выбор критичных объектов и признаков, учет которых необходим в первую очередь;
6. распределение функций между автоматикой и операторами, в частности, определение:

* числа уровней управления и степени сложности каждого из них таким образом, чтобы не была превышена пропускная способность операторов на каждом уровне;
* типов информационных моделей на каждом уровне;
* автоматического оборудования, необходимого при намеченной структуре системы.

Первые этапы процесса проектирования системы в ряде случаев должны быть проделаны несколько раз с целью последовательного приближения к оптимальному варианту, учитывающему экономику построения системы.

Когда пройдены первые этапы работы по проектированию системы, можно перейти к следующим:

1. выбор системы кодирования объектов управления, их состояний и признаков для информационных моделей различных уровней управления, оптимальной с точки зрения функциональных возможностей операторов, работающих в системе;
2. разработка общей композиции информационных моделей, обеспечивающей преимущественное выделение наиболее важных объектов и критических для работы системы состояний и признаков;
3. определение системы исполнительных действий операторов, которые необходимо осуществлять в процессе решения и после него (запрос информации, передача сообщений, распоряжений и т. п.);
4. создание макета, моделирующего игровую ситуацию, и проверка на нем степени эффективности избранных вариантов информационных моделей и систем кодирования информации. Критерием эффективности при работе на

макете служат время и точность работы оператора, которые должны соответствовать условиям успешной работы системы в целом;

1. изменение по результатам экспериментов композиции ин­формационных моделей и систем кодирования и проверка эффективности каждого нового варианта на макете;
2. определение на макете требуемой степени подготовки операторов, способов обучения и оптимального режима работы операторов в системе управления в соответствии с требованиями к скорости и точности работы операторов;
3. составление инструкций по работе операторов в игровой системе управления.

После выбора и проверки оптимального варианта информационной модели и системы кодирования информации можно начинать работу по инженерному проектированию средств отображения, позволяющих предъявлять оператору информацию в требуемой форме. Это же относится и к информационно­логическим машинам, для которых необходимо составить алгоритмы обработки информации, приведения ее к виду, обеспечивающему восприятие на высоком оперативном уровне.

На всех этапах работы над конструированием информационных моделей должны совместно работать специалисты ряда областей, связанных с созданием систем управления: системотехники, специалисты по исследованию операций, математики и разработчики средств отображения, инженерные психологи, эргономисты.

Предложенный выше порядок намечен лишь в общей форме. Он может меняться в связи со спецификой тех или иных систем управления или в связи с различием функций операторов в одной системе управления. Многое, о чем здесь идет речь, интуитивно учитывается при создании систем управления, но, как правило, далеко не достаточно.

§2. Пространственные характеристики зрительной информации

При проектировании и эксплуатации средств отображения рассматриваются три группы факторов: 1) размещение средств: отображения на рабочем месте и в оперативных залах; 2) оптимальные размеры знаков и их элементов в разных системах отображения; 3) оптимальная компоновка знаков на средствах отображения. Размещение средств отображения в оперативном зале. Размещение средств отображения в поле зрения наблюдателя должно производиться с учетом оптимальных углов обзора и зон наблюдения.

При рассматривании объектов сложной конфигурации, а также при восприятии объемного и перспективного изображения оптимальный угол обзора и горизонтальной плоскости составляет 30— 40°. Для восприятия плоского изображения со сравнительно простой знаковой индикацией рекомендуется угол обзора 50—60°, охватывающий зону °неясного различения формы (в пределах

233

этого угла наблюдатель замечает происходящие изменения периферическим зрением, а для точного рассмотрения объекта переводит на него взгляд). Предельный угол обзора при одновременном движении глаз и головы составляет 180°. Однако при отображении информации с требованиями высокой скорости ее обработки допустимый угол обзора составляет 90°.

В вертикальной плоскости оптимальный угол обзора составляет 0—30° по отношению к горизонтали (15° вверх и 15° вниз от нормальной линии взора). Нормальная линия взора соответствует наиболее удобному положению глаз и головы при рассматривании объектов и располагается под углом 15° вниз от горизонтальной линии взора. Максимальный угол обзора в вертикальной плоскости при повороте только глаз составляет 70°, при одновременном движении глаз и головы предельный угол видимости составляет 90° вверх и 55° вниз от горизонтали. В соответствии с ними проектируются высота и ширина индикаторов, их пропорции. Рассчитываются при заданных размерах индикаторных устройств расположение наблюдателей в горизонтальной и вертикальной плоскостях, углы наклона индикационных устройств, взаимное расположение индикационных средств на рабочих местах и средств отображения коллективного пользования в оперативном помещении.

Большие экраны, находящиеся на значительном расстоянии от операторов, располагаются вертикально. Исходя из соотношения вертикального и горизонтального углов обзора ширина экрана примерно вдвое больше его высоты. При ширине экрана меньше 10 м отношение ширины экрана к его высоте берется равным 1,3:1. Лучшее для наблюдателя место находится на расстоянии, которое в 2—2,5 раза больше ширины экрана. Максимальное рас­стояние до большого экрана в 8 раз больше ширины экрана. Расположение экрана должно производиться с учетом отношения к линии взора наблюдателя. Точность восприятия изображения зависит от величины угла, под которым оно рассматривается. Оптимальный угол наблюдения составляет ±15° к нормали экрана. При рассматривании изображения сбоку допустимый угол обзора составляет 45° к нормали экрана.

Общие требования к организации оптимальных зон наблюдения применимы и при размещении индикаторов на пультах. Дополнительно учитывается необходимость одновременного обзора коллективных средств отображения и индикаторов на рабочих местах. В соответствии с этим расположение ЭЛТ, телевизоров, дисплеев должно быть ниже линии взора. Для сидящего оператора расстояние от пола до линии взора составляет 1240—1250 мм.

Расположение индикаторов оптимально в вертикальном угле обзора 45° вниз от горизонтальной линии взора оператора.

Для оптимальных условий наблюдения плоскость лицевых панелей индикаторов должна приближаться к перпендикулярному расположению по отношению к линии взора. Это достигается наклоном лицевых панелей. Из практики проектирования рабочих мест оператора наклон трубок составляет от 0—4 до 0—20° к вертикали. Пространственное размещение индикационных устройств, невозможно без учета светотехнических характеристик индикаторов, и прежде всего коэффициента яркости, определяющего видимую яркость изображения при изменении пространственного положения наблюдателя.

Оптимальные размеры знаков и их элементов. Оптимальные размеры знаков соответствуют понятию оперативных порогов восприятия, при которых обеспечиваются максимальная точность и скорость восприятия и опознания человеком поступающей информации.

Оптимальный размер знаков, предъявляемых да средствах отображения, рассчитывается с учетом яркости знаков, величины контраста, вида контраста, сложности графического начертания знаков, использования цвета. Предъявляемые знаки подразделяются на две группы: алфавит буквенно­цифровой и алфавит условных знаков.

Допустимый размер букв и цифр при учете только точности считывания на фоне других знаков составляет 18—20°.

При одновременном учете точности и скорости опознания оптимальный размер знаков составляет 35—40°.

Для читаемости цифр необходимо выдерживать оптимальные соотношения основных параметров знака: высоты, ширины, толщины обводки. Толщина линий для знаков обратного контраста составляет 1/10 к высоте знака. Знаки, рассматриваемые на просвет, могут иметь меньшую толщину обводки — 1/30; 1/40. Эти величины значительно меньше тех, которые рекомендованы для про­порций знаков прямого контраста в силу иррадиации, увеличивающей видимую толщину штрихов и уменьшающей видимое пространство между элементами знака. Однако в целом ряде случаев уменьшение толщины знаков нежелательно по ряду обстоятельств. Одно из них связано с необходимостью введения цвета как оптимального кода при отображении информации. Правильная иден­тификация цвета возможна только при размерах цветовых полей не меньше критических. При их дальнейшем уменьшении цвет поверхностей сильно искажается. Для а<15° желтый, зеленый и пурпурный цвета меняют свой оттенок соответственно на сине-зеленый, темно-серый и коричневый. Наибольшему изменению подвержены желтый и синий цвета, которые при а<2° практически воспринимаются как ахроматические. Поэтому при введении цвета оптимальные размеры знаков рассчитываются, исходя из необходимой толщины штрихов для передачи цвета с соблюдением пропорций знака для прямого контраста.

Размер знака в 35—40° при К>60% в указанных пропорциях обеспечивает хорошую их различимость с введением основных кодовых цветов.

Взаимное расположение линий, образующих знак, в соответствии с показателями остроты зрения, влияет на читаемость знаков. Лучшим из начертаний цифр обычного типа считается шрифт Макворта, в котором наклонные линии в знаках расположены под углом в 45°, и шрифт Бергера, в котором буквы и цифры составлены прямыми линиями.

Для алфавита условных знаков оптимальная величина знака, обеспечивающая наиболее быстрое и точное восприятие, зависит от сложности их конфигурации. Для знаков простой конфигурации, представляющих собой контур — треугольник, квадрат, трапецию, овал и т. п., величина оперативного порога опознания составляет 18±1° для наибольшей грани контура. При определении размера сложных знаков следует учитывать как величину знака в целом и величину его детали, так и наименьшее расстояние между его деталями. При знаках средней сложности — с деталями внутри и снаружи контура, угловой размер знака должен составлять 21 ± 1°. Размер наименьшей детали — 4—5°. Если знак сложный — с наружными и внутренними деталями, его опознавание затруднено и безошибочная работа осуществляется при больших размерах знаков а=35±2°. Размер наименьших деталей должен составлять 6°.

Оптимальное соотношение величины условного знака и цифровой информации, относящейся к нему, 2 : 1 или 1,8: 1.

Знаки, компонуемые из дискретных светящихся элементов. Для отображения алфавитов знаков используются ЭЛТ специального назначения. Отображаемые знаки компонуются из дискретных светящихся элементов: способом точечных матриц или строчного изображения. Для них определяются число элементов изображения, размер и площадь элементов изображения, расстояние между элементами знака. Оптимальный размер знаков определяется характеристиками оперативной работы и соотносится с требованиями, предъявляемыми к печатным знакам.

Минимальная же величина знака зависит от числа элементов, необходимых для их опознания. Для растрового способа минимальное число линий растра для букв и цифр равно 10. Для точкой матрицы число точек такое же.

Читаемость знаков, образованных с помощью точечных матриц и растровым способом, одинакова, однако операторы предпочитают точечные знаки.

Оценка скорости и точности по параметрам необходимого количества элементов разложения для букв русского алфавита и цифр показала преимущество матриц 6x9 и 5X7 при растровом способе знакогенерирования и 8—16 элементов при функциональном.

Следует добиваться неразличимости элементов изображения: точек матрицы, растра и др.

Для получения непрерывного изображения нужно, чтобы расстояние между краями соседних пятен было меньше 1°. Для получения изображения с иллюзией непрерывной яркости нужно обеспечить условие, при котором меньше 1° должно быть расстояние между центрами пятен.

Если дискретная структура знака заметна, читаемость знака, помимо перечисленных факторов, определяется воспринимаемой яркостью элементов изображения. Воспринимаемая яркость не зависит от размеров (площади) элементов, если они составляют не меньше 2°. Однако при меньших размерах воспринимаемая яркость определяется произведением площади изображения на интенсивность светового потока (закон Рикко) и, следовательно, будет ослабевать с уменьшением размеров светящихся элементов.

Оптимальные характеристики компоновки знаков. В процессе обработки сигналов глаз совершает движения от объекта к объекту с их последовательной фиксацией. Содержательная обработка информации осуществляется в момент фиксации, движение же глаз обеспечивает последовательность обработки воспринимаемой информации.

В соответствии с закономерностями этих двух этапов «поведения» глаза формулируются требования к компоновке знаков и их взаимному расположению в контролируемом пространстве.

Требования к компоновке знаков определяются величиной оперативного поля зрения и разрешающей способностью двигательной системы глаза. Величина оперативного поля зрения ограничивает количество объектов для одномоментной (200—300 мс) переработки зрительной информации.

Разрешающая же способность глаза определяет плотность расположения объектов или одномоментно воспринимаемых групп.

В практике отображения возможны два разных способа представления информации: организованное и «хаотическое».

К первому относятся формулярный и табличный способы организации знаковой информации.

Формуляр — это объединенные в компактную группу буквы, цифры и условные знаки, кодирующие данные о контролируемых объектах.

Исходя из величины оперативного поля зрения количество знаков в строке формуляра не должно превышать 4—5 цифр. Оптимальное общее число знакомест в формуляре — 12. Это число определено на основании минимального числа фиксаций при счи-тывании формуляра и минимального времени селекции отдельных типов сообщений и расшифровки сведений, закодированных цифрами и буквами.

Для оптимального выделения информации, кодируемой в формуляре на определенных знакоместах, необходимо выдерживать определенные расстояния между его элементами.

Рекомендуются следующие интервалы между элементами формуляра:

* между условным знаком и формуляром, к нему относящимся, не менее 1/4 высоты условного знака;
* между отдельными знаками в формуляре 1/2 ширины знака; — между строками 1/2 высоты знака.

Табличный способ представляет собой распределение знаков по столбцам и строчкам, имеющим самостоятельное значение. Считывание нужных данных обеспечивается при безошибочном определении координат информации, извлекаемой из таблицы.

Точное и безошибочное считывание информации с таблицы осуществляется при ее оптимальной организации, учитывающей общий размер таблицы (в угловых величинах), число столбцов и строк, общее число знаков в таблице, плотность знаков по вертикали и горизонтали, степень однородности таблицы.

При обычных способах работы с цифровыми таблицами необходимо, чтобы размеры самостоятельных частей таблицы не превышали величины оперативного поля зрения. Плотность расположения объектов должна быть больше величины, вызывающей двигательные шумы глаза.

Допустимая плотность чисел в таблице зависит от общих размеров таблицы, с которой считывается информация. Чем меньше общий размер таблицы, тем с большей плотностью можно располагать числа при сохранении режима быстрого и точного считывания.

Оптимальные соотношения плотности чисел и величины таблицы, в которой возможно точное и быстрое прослеживание чисел или их нахождение по заданным координатам, составляют 3° при плотности в 10°, 5—7° при плотности в 15°, 10—15° при плотности чисел в 20°. При больших таблицах рекомендуемая плотность чисел составляет не менее 60°. При плотности в 40— 50° безошибочная работа выполняется с большим напряжением.

Соответствие размерам оперативного поля зрения достигается делением общего поля таблицы разграничительными линиями либо другими способами, уменьшающими ее однородность. Рекомендуются интервалы: — между отдельными знаками (цифрами) интервал должен

составлять величину, равную толщине обводки; — между столбцами (числами) — от 1/2 ширины знака до расстояния, равного высоте знака.

§з. Яркостные характеристики зрительной информации

В оценку оптимальности яркостного режима включается нормирование уровня яркости и ее перепадов в поле зрения наблюдателя для достижения заданных показателей эффективности обработки зрительной информации. Для оценки качества изображения на индикационных устройствах нормируются значения контраста, контрастности или интервала яркостей, необходимого для передачи заданного числа градаций яркости и обеспечения четкости изображения, а также уровень и интервал яркостей для правильной передачи в изображении светлотных характеристик отображаемых объектов. Специальная задача решается при использовании яркости в качестве кода.

Уровень яркости. Оптимальной яркостью считаются те ее значения, при которых обеспечивается максимальное проявление контрастной чувствительности — ведущей функции глаза. Показателем максимального проявления функции являются минимальные значения порогового контраста. В табл. 5 даны значения яркостей для объектов разных угловых размеров, начиная с которых обеспечивается наивысшая контрастная чувствительность глаза.

**Таблица 5**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование величин |  | Угловой размер объекта а, | | | (мин) |  |  |
| 1 | 2 | 1 3 | 5 | 10 | ш | ISO |
| Минимальны» дорого- | 0,12 | 0,045 | 0,03 | 0,018 | 0,012 | 0,01 | 0,008 |
| еый контраст, S  60Т1Т1 НТ | МО3 | 0,04-105 | 0,3\* юэ | 0,2-103 | 50 | 10 | 8 |

Для практики отображения существенно, что при уровне оптимальной яркости имеющийся «запас прочности» обеспечивает устойчивость эффективности обнаружения и различения к помехогенным факторам. К последним следует отнести как аппаратурные помехи, снижающие контрастность изображения, так и «зашумленность» основного изображения картографическим фоном, вспомогательными линиями, цветовыми полями. При яркостях, обеспечивающих высокую контрастную чувствительность, можно в известных пределах снижать контраст изображения без ухудшения различимости. Приведенные значения оптимальных яркостей относятся лишь к операциям обнаружения объектов простой конфигурации с пороговой достоверностью, для вероятности обнаружения 0,5. При различении объектов сложной конфигурации, при требованиях высокой точности опознания и большой скоростиобработки данных вводятся поправочные коэффициенты, увеличивающие значения яркости, полученные для задач обнаружения. Яркость фона (для объектов прямого контраста), обеспечивающая наивысшую остроту различения (S=2,5), составляет 104 кд/м2. При различении сложных объектов наивысших значений острота зрения достигает при яркости фона в 3000 кд/м2. Однако с уменьшением яркости острота зрения изменяется не столь резко. Для яркостей 300—200 кд/м2 острота зрения составляет 90% по сравнению с наибольшими ее значениями. Резкое падение остроты зрения наблюдается при выходе из диапазона яркостей дневного зрения, т. е. В<10 кд/м2.

При выборе яркости следует учитывать знак контраста изображения. Острота зрения растет для обратного контраста с увеличением яркости до 30— 31 кд/м2, при дальнейшем ее росте острота зрения падает вследствие иррадиации.

Соотношение яркостей в поле зрения. При установлении оптимального диапазона яркостей, одновременно находящихся в поле зрения оператора, необходимо обеспечить перепад яркостей, близкий к уровню адаптации. Яркости, попадающие в зону слепящих яркостей или в зону неразличимо­черного, резко снижают эффективность работы оператора.

Максимально допустимый перепад яркостей в поле зрения оператора не должен превышать 1 : 100. Оптимальное же соотношение яркостей в поле зрения оператора, обеспечивающее высокий уровень контрастной чувствительности и быстроты различения, составляет 20 : 1 между источником света и ближайшим окружением и 40 : 1 между самым светлым и самым темным участками изображения.

Градации яркости и качество изображения. Для передачи изображения алфавита знаков, условной картинной обстановки и передачи реальных объектов (телевидение, кино) важнейшей характеристикой является число элементов или признаков, необходимых для опознания объекта разных классов.

При опознании алфавита буквенно-цифровых знаков это число составляет 4—10. Для более сложных изображений оно равно 12—17, а опознание некоторых объектов требует четкого выделения до 40 признаков.

В зависимости от типа изображения эти опознавательные элементы передаются разным числом градаций яркости. Минимальное число при передаче изображения равно двум. Таким числом градаций высвечиваются знаковые, символические сообщения — темные знаки на белом фоне (прямой контраст) или, наоборот, светлые на темном (обратный контраст). В этом случае качество изображения оценивается величиной контраста (К), вычисляемого как отношение разности объекта и фона к большей яркости.

Контраст до 20% рассматривают как малый, до 50%—средний и свыше 50%—высокий. Рекомендуемая зона величины контраста лежит в пределах от 65 до 95%; при этом оптимальным является контраст, равный 85—90%. Контраст свыше 90% следует использовать в тех случаях, когда требуется наибольшая четкость изображения, а общее время работы небольшое. При длительной работе предпочтительнее контраст 85—90%.

При отображении же реальных объектов средствами телевидения, кино важно точно передать соотношение яркостей деталей объектов пропорционально их коэффициентам отражения. Для хорошего изображения обязателен расчет числа градаций яркости и определение шага при переходе от одной градации к другой. Для передачи крупных объектов с плавными световыми переходами в соответствии с коэффициентом отражения необходимо не менее 15—40 градаций.

Обеспечение заданного числа градаций яркости возможно лишь при достаточном уровне контрастности изображения (|3), т. е. при интервале яркостей, внутри которого распределены эти градации.

Минимально допустимое значение контрастности, создающее

удовлетворительное изображение, создается в интервале 1: 10.

Требуемая контрастность изображения зависит от содержания отображаемой информации и вида контраста. Для передачи сложного полутонового изображения с сохранением деталей необходимая контрастность составляет 1 : 100. Печатные изображения или изображения, образуемые штриховыми линиями, требуют контрастности 1 : 25. Величина контрастности существенно зависит от того, светлее или темнее фона отображаемые объекты. Для знаков обратного контраста в связи с необходимостью адаптации к небольшим значениям яркости контрастность приемлема в диапазоне 5—10. При высоких уровнях контрастности высвечиваемые знаки кажутся яркими источниками света.

Минимально допустимое значение контрастности при ее считывании знаков на фоне помехогенного и однотонного изображения определяется с учетом критериев эффективности считывания такой информации. Если учитывается только точность считывания, соотношение яркости полезного изображения и яркости помехи должно быть не меньше 2:1. При одновременном учете быстроты и точности опознания это соотношение увеличивается до 7:1, 9:1. Контрастность изображения снижается при внешнем освещении тем значительнее, чем ниже яркость экрана и чем больше яркость, создаваемая освещением извне. Уровень внешней засветки не должен превышать 3—10% яркости экрана.

В оценку качества отображения входит определение числа градаций, воспринимаемых глазом, и сравнение их с числом градаций яркости, передаваемых на средствах индикации. Реальные условия отображения: малая яркость изображения, наличие шумов — приводят к невозможности различать отображаемое число градаций яркости из-за снижения чувствительности глаза.

Так, расчетное число различаемых градаций для телевизионного изображения составляет 95—100. Однако из-за перепадов яркостей в поле зрения наблюдателя и необходимости переэдаптации в этих условиях глаз различает не более 30—35 градаций, а при помехах число различаемых градаций для лучших металлизированных экранов составляет 17, а для обычных телевизионных экранов не превышает 8—10.

Число различаемых глазом градаций яркости определяется на основании величины контрастной чувствительности в данных условиях по формуле

К пор \*

где т — число различаемых градаций яркости; |3 — контрастность изображения;

Кпор — величина порогового контраста в данных условиях наблюдения.

Кпор определяют по соответствующим кривым с учетом яркости адаптации, угловых размеров объектов, вида контраста, равномерности распределения яркостей в пространстве.

Кодирование яркостью. При передаче информации на средствах отображения, где яркость выступает в качестве кода, число градаций ограничивается возможностью абсолютной оценки человеком каждой из ступеней яркости. Пределом этой оценки являются 3—10 световых градаций, включая уровень полного затемнения.

Исходя из этого на средствах отображения типа телевизионных экранов, передающих вторичную обстановку (т. е. освобожденную от помех), используется 5—7 градаций в диапазоне контрастности 10:1. Если уровень яркости служит кодом для передачи качественных характеристик сообщений (например важности объектов), пределом числа яркостных градаций являются 4 градации, а наиболее употребляемым числом — 2 градации яркости.

§4. Временные характеристики зрительной информации '

Основная особенность зрительного восприятия — наличие инерционности в работе глаза.

Практическое значение этой особенности зрения проявляется в двух аспектах. Первый связан с определением времени экспозиции зрительных сигналов для неизменности воспринимаемой интенсивности сигнала. Другой связан с определением временных интервалов для ощущения раздельности сигналов, следующих один за другим, и оптимального восприятия каждого из них или, напротив, определения временных интервалов для ощущения слит­ности последовательно предъявляемых сигналов. [[9]](#footnote-10)

Характеристики Кчм для технических условий предъявления знаковой индикации на экранах и электронно-лучевых трубках связаны с небольшими угловыми размерами мелькающих полей до 1°. Кчм при величине знака до 1° с ростом яркости от 1 до 120 кд/м2 возрастает от 14 до 35 Гц. Уменьшение углового размера знака от 1° до 24° изменяет Кчм от 24 до 19 Гц (при яркости 50 кд/м2).

При проецировании знаков с угловым размером 5 + 15° Кчм может быть снижена до 20 кадров/с.

Однако величина Кчм определяется не размерами отдельных знаков, а общей площадью изображения.

Изменение конфигурации знака (а значит, и площади светящегося изображения) сказывается на величине критической частоты мельканий так же, как и изменение углового размера мелькающего знака.

§5. Кодирование зрительной информации

Одной из важных является проблема кодирования информации, под которой понимают операцию отождествления символов или групп символов одного кода с символами или группами символов другого кода. Под кодом понимают систему условных знаков (символов) для передачи, обработки и хранения (запоминания) различной информации. В настоящее время разработаны общие эргономические требования к построению систем кодиро­вания зрительной информации.

При построении системы кодирования объекты и их характеристики делят на классификационные группировки. Для этого устанавливают сходства и различия объектов, распределяют их по значимости и определяют основание деления. Вид алфавита кода выбирают с учетом характера передаваемой информации и задач, решаемых оператором, опираясь на системы знаний, закрепленных в опыте человека. В зависимости от характера и объема переда­ваемой информации устанавливают целесообразность использования одномерного и многомерного кода. Основание кода выбирают исходя из количества кодируемых объектов и их характеристик. Оно должно содержать минимальное число знаков. Основание кода определяют с учетом абсолютной чувствительности глаза (нижнего и верхнего абсолютного порогов), дифференциальной чувствительности зрения по отношению к различным видам алфавита и длительности экспозиции. Основание кода для различных видов алфавита должно составлять следующие величины: размер— 5, пространственная ориентация — 8, длина линии — 6, ориентация линии — 4, количество точек (при условии ограниченного времени предъявления)—5, буквенно-цифровой алфавит — неограниченное количество комбинаций обозначений, яркость — 4, цветовой алфавит—11, частота мельканий — 4.

При передаче информации о нескольких признаках объекта используют многомерное кодирование. В структуре многомерного кода могут быть

использованы сочетания различных видов алфавита: формы и цвета; формы и пространственной ориентации; размера, яркости и частоты мельканий.

При группировке знаков в кодовые 'обозначения (формуляры) следует отдавать предпочтение смешанным алфавитам кода. Структура кодового обозначения должна быть неизменной. Предпочтительно, чтобы крайние знаки кодового обозначения передавали наиболее важную информацию. Оптимальное число знаков кодового обозначения — 8, предельное число знаков—12, в от­дельных случаях — до 20 знаков.

При конструировании кодовых знаков при кодировании следует руководствоваться следующими положениями. Основной классификационный признак объекта должен кодироваться контуром. Знак должен быть хорошо различим (иметь достаточный угловой размер и яркость) и представлять собой замкнутую фигуру. В алфавите должно быть установлено оптимальное количественное соотношение признаков знака и признаков объекта. В состав знака должны входить основные и дополнительные детали. Дополнительные детали не должны пересекать или искажать контур знака (исключение могут составить знаки, выражающие отмену информации, запрещение каких-либо действий, окончание их и т. п.). При конструировании знаков предпочтение следует отдавать внутренним деталям перед наружными. Детали кодовых знаков должны быть унифицированы.

В качестве опознавательных признаков знаков в пределах одного алфавита нельзя использовать следующие:

* число элементов в знаке (исключение могут составить знаки, обозначающие признак множественности без точной количественной характеристики, например отображающие понятия «мало/много», «одиночный /групповой»);
* отличие знаков до признаку позитив-негатив;
* отличие знаков по признаку прямое зеркальное отражение (за исключением случаев, когда это необходимо для отображения пространственной ориентации или направленности по принципу «вверх/вниз», «влево/вправо», «вперед/назад» и т. п.).

В алфавитах используют знаки симметричной формы с единообразием ориентации: контуры знаков должны быть по возможности ориентированы в соответствии с основными пространственными осями - горизонталями и вертикалями.

При выборе вида алфавита следует руководствоваться следующим. При кодировании различных качественных и количественных характеристик объектов могут использоваться различные виды алфавитов: форма, размер, пространственная ориентация, длина н ориентация линии, количество точек, буквы, цифры, яркость, цвет, частота мельканий.

Форму используют для кодирования класса и вида объекта. Кодирование размером используют для передачи информации, устанавливая соответствие между площадью или линейными размерами знака с характеристиками объекта (размером, удаленностью, высотой и т. п.), при этом желательно, чтобы шкала размера менялась в геометрической, а не в арифметической прогрессии.

244

Пространственную ориентацию используют для передачи информации о направлении движения объекта, отклонении от курса и т. п.

Для асимметричных фигур изменение пространственной ориентации достигается путем поворота фигуры в поле зрения наблюдателя. Для симметричных фигур в качестве признака пространственной ориентации используют утолщение одной из линий контура знака. Длину и ориентацию линии используют для передачи информации. о скорости и направлении движения цели.

Длина линии не должна иметь более четырех градаций. Целесообразно линию делать штриховкой, в этом случае скорость определяется по числу масштабных отметок. Для упрощения счета следует группировать штрихи по 2, 3, 4.

Для повышения точности оценки направления линии используют вспомогательные трафаретные сетки.

Количество точек используют для обозначения числа объектов.

При считывании точек в короткие временные интервалы (порядка 0,1 с) не следует одновременно предъявлять более пяти точек. Для повышения точности оценки числа одновременно предъявляемых точек необходимо придерживаться единообразия их пространственной ориентации.

Буквенно-цифровой алфавит используют для передачи информации о дискретно-изменяющихся количественных параметрах объектов, а также для обозначения классов или типов объекта.

Для исключения вероятности смешения знаков выделяют характерные признаки, отличающие знаки друг от. друга. При этом необходимо выдерживать оптимальные соотношения основных параметров знака: высоты, ширины, толщины линии ( по ГОСТ 2930—62).

Яркость знаков выбирают с учетом общей освещенности в конкретных условиях труда, частоты и диапазона изменения освещенности, перепадов яркости в поле зрения оператора и светлотного контраста.

Цветовой алфавит используют для передачи информации о состоянии или значимости объектов.

Частота мельканий может быть использована для привлечения внимания оператора/

Пороговая частота мельканий — 4—6 Гц; Частота мельканий предупреди­тельных сигналов — 0,5—1 Гц; Частота мельканий аварийной сигнализации — 5—6 Гц.

Число одновременно, мелькающих знаков должно, быть не более 3/

Следует избегать искажения восприятия контура мелькающего знака. Для этого целесообразно, чтобы мелькал не весь знак, а его часть.

Требования к использованию цветового алфавита состоят в следующем. В алфавите следует отдавать предпочтение зеленому, красному, голубому, желтому и фиолетовому цветам. Общее число используемых цветов может быть увеличено, если обозначения меняются не только по цветовому тону, но и по яркости. Знаки алфавита должны быть хорошо различимы при точном опознании цвета.

Цветовой код применяют при освещении белым цветом, поскольку видимый цвет зависит от общего освещения. Допустимая яркость цветных знаков в/кд/м2: минимальная—10, рекомендуемая— 170, для отраженного света, а также в условиях темновой адаптации — 30—70. Оптимальная угловая величина цветового знака —35—45'.

Для знаков алфавита используют цвета в соответствии с таблицей.

Для выделения особо важной информации внутри алфавита (например информации, требующей экстренного принятия решения) применяют дополнительный цвет. Для кодирования информации, содержащей сообщение о том, что произошло одно из двух (да, нет) равновероятных событий, могут быть использованы красный и синий цвета.

§6. Требования к визуальным индикаторам

Индикаторы нужно конструировать так, чтобы выход их из строя или неисправность становились немедленно очевидными для оператора.

Торговые знаки и наименования завода или фирмы-изготовителя, так же как и другие обозначения, не связанные с функциями индикатора, не должны находиться на лицевой стороне панели.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Т & б Д 1! Ц. Я (3 |  |  |
| Категории информации | Рекомёнйу  ОсвовкоЛ | емый цвет кода  Дополните л ьыый |
| Предупреждающая информация носит осведоми­тельный характер, содержит сведения об общей обстановке (исключая аварийную) и рекомендации для принятия мер, оставляя за оператором право выбора окончательного решения. | Желтый | Белый |
| Предписывающая информация носит командный характер, требует или разрешает выполнение строю определенных действий.  К этой категории может быть отнесена и инфор­мация проверочного характера, указывающая на исправность или готовность к работе тех или иных устройств. | Зеленый  L | Синий |
| Запрещающая информация носит аварийный ха­рактер, накладывает строгие ограничения на вы­полнение или запрещение тех или иных действий.  Указывает на неготовность к работе или неис­правность того или пного проверяемого объекта. | Красный | Оранжевый |

Индикаторы необходимо конструировать и размещать так, чтобы оператор мог считывать информацию с требуемой точностью.

Индикаторы следует конструировать и размещать так, чтобы избежать потери информации вследствие отражения внешнего освещения от поверхности индикатора. В некоторых случаях предусматривают специальные средства, предотвращающие ухудшение условий восприятия информации. К таким средствам, в частности, относятся экраны, колпаки, предохраняющие индикаторы от освещения прямым солнечным светом.

Индикаторы с подсветом. Имеются три основных типа индикаторов с подсветом:

* подсвечиваемые панели с одной или многими надписями, несущими информацию в виде слов, чисел, символов или сокращений;
* простые индикаторные лампочки (сигнальные и др.).;
* панели с подсветом, отображающие информацию о готовности системы.

Индикаторы с подсветом применяются для отображения качественной

информации, необходимой оператору (главным образом информации, требующей немедленной реакции оператора либо привлекающей его внимание к состоянию системы). Такие индикаторы могут иногда использоваться персоналом, выполняющим функции технического обслуживания и регулирования.

Отсутствие подсвета не следует использовать для обозначения таких понятий, как «готовность», «в пределах допуска», или команды «продолжать», а также для обозначения «неисправности», «выхода за допустимые пределы» или команды «прекратить действие»; однако отсутствие подсвета допустимо для указания об отключении питания (например, при индикации надписи «Питание вкл.»). Изменения состояния индикаторов должны отображать изменения функционального состояния системы, а не только результаты действия органов управления.

Световые сигналы предостережения и тревоги, а также сигналы, используемые для. отображения состояния комплексов аппаратуры системы, располагают отдельно от световых сигналов, показывающих состояние различных компонентов и узлов.

Если индикатор с подсветом связан с органом управления, индикаторную лампу размещают так, чтобы она была однозначно связана с этим органом управления и видна оператору при работе с ним.

Для критичных функций индикаторы нужно располагать в зонах оптимальной видимости.

Индикаторные лампы, которые используются редко или исключительно для целей технического обслуживания и регулировки, должны быть закрыты или невидимы при эксплуатации системы, но легко досягаемы.

Если индикаторы предназначаются для использования в условиях различной освещенности, в них следует предусмотреть регулировку яркости. Пределы регулирования яркости должны обеспечивать хорошую различимость информации, отображаемой на индикаторе, при всех предполагаемых условиях освещенности. Во всяком случае, они не должны казаться светящимися, когда они не светятся, и восприниматься погасшими, когда светятся. В некоторых руководствах и стандартах для индикаторов на лампах накаливания рекомендуется использовать лампы с резервными нитями накаливания или сдвоенные лампы, чтобы в случае отказа одной нити лампы сила подсвета уменьшалась, указывая тем самым на необходимость замены лампы, но не настолько, чтобы оператор не мог работать.

Для индикаторных ламп требуется предусмотреть контроль. Желательно, чтобы конструкция обеспечивала возможность проверки всех индикаторных ламп сразу. Панели, содержащие три и менее индикаторных ламп, могут иметь отдельные кнопки для проверки ламп. Если важным требованием является быстрая адаптация к темноте, предусматриваются средства уменьшения яркости свечения всей, индикаторной цепи во время проверки.

Желательно иметь возможность снимать лампы с лицевой стороны индикационной панели без применения инструментов или каким-либо иным быстрым и удобным способом. Индикационные цепи проектируются так, чтобы лампы можно было снимать и заменять, не отключая электропитания, не вызывая опасности повреждения компонентов индикаторной цепи и не подвергая опасности обслуживающий персонал.

Экраны индикаторов или указателей с надписями (стекла индикаторов) следует конструировать так, чтобы предотвратить случайную перестановку стекол.

Широкое применение нашли лампы с надписями, которые в большинстве случаев предпочтительнее простых индикаторных ламп. Лампы с надписями могут кодироваться цветом, а также размерами и миганием. Лампы с надписями, предназначенные для обозначения повреждений, причиненных оборудованию или обслуживающему персоналу (мигающий красный), для предостережения о надвигающейся опасности (желтый), для суммарного контрольного сигнала, должны быть заметно больших размеров и по возможности ярче других индикаторов. Надпись на лампе должна быть различима независимо от того, включен индикатор или выключен.

Индикаторы с множественными надписями (пластинки с надписями расположены одна на другой) необходимо конструировать с учетом следующих требований:

* когда освещается задняя надпись, она не должна быть затемнена передними;
* задние пластинки с надписями размещаются так, чтобы параллакс2 сводился к минимуму;

2 Параллакс — перспективное (кажущееся) смещение рассматриваемого объекта, вызванное изменением точки наблюдения. задние надписи должны иметь одинаковую кажущуюся яркость с передними.

Простые индикаторные лампы следует использовать в случаях, когда конструктивные данные не позволяют использовать лампы с надписями. Расстояние между соседними лампами должно быть достаточным для однозначного их обозначения, для правильной интерпретации информации и удобства замены.

Стрелочные индикаторы. Имеются два типа таких индикаторов: с движущейся стрелкой и неподвижной шкалой; с неподвижной стрелкой и движущейся шкалой.

В зависимости от характера поставленных задач стрелочные индикаторы могут использоваться либо с рукоятками управления, либо без них.

Стрелочные индикаторы с рукоятками применяют для установки заданной величины параметра, а также при восстановлении положения стрелки при ее отклонении от заданной величины. Лучшим типом индикатора в этом случае является движущаяся стрелка с неподвижной шкалой; лучшая форма шкалы — горизонтальная. Можно использовать и круглые шкалы. Выбор формы шкалы зависит от конкретных условий — величины панели, количества и формы других приборов и т. п. Стрелочные индикаторы с рукоятками применяются также для контроля за объектом путем непрерывного изменения положения одной стрелки при движении другой (операция, слежения). Лучший тип индикатора для подобных задач — движущаяся стрелка с неподвижной шкалой; лучшая форма шкалы — круглая.

Стрелочные индикаторы без рукояток обычно используются, когда решаются следующие задачи:

а) количественное чтение. Оператора интересуют точные числовые значения измеряемого параметра. Однако лучшим прибором является счетчик с цифровым отсчетом, так как цифровые данные оператор воспринимает быстрее и с меньшим числом ошибок;

б) качественное чтение. Для оператора важны не абсолютные показания, а сведения об изменении того или иного параметра исследуемого объекта или тенденции развития процесса (возрастает или уменьшается данная величина и т. п.).

Использование индикатора с движущейся стрелкой и неподвижной шкалой обеспечивает наилучшую точность и скорость считывания; лучшая форма шкалы — круглая;

в) проверочное (контрольное) чтение.. Оператору важны не количественные данные, а лишь контрольные показания, т. е. ему необходимо знать, работает аппаратура в установленных пределах или нет. Для этого рекомендуется неподвижно закрепленная шкала с движущейся стрелкой; лучшая форма шкалы — круглая;

г) сравнение показателей. Эта операция требует исключительной точности, поэтому для нее также целесообразно применять счетчики.

При выборе стрелочного индикатора необходимо знать, в каком временном режиме, он будет использоваться. При коротких экспозициях (менее 0,5 с) точнее считываются показания прибора с подвижной шкалой и неподвижной стрелкой: условия считывания в этом случае приближаются к условиям считывания показаний со счетчика. Однако с увеличением экспозиции предпочтение отдается приборам с подвижной стрелкой и неподвижной шкалой.

Скорость и точность считывания показаний во многом зависят от формы шкалы. Лучшие результаты дает круглая, за ней следует полукруглая3 и прямолинейная горизонтальная шкалы; худшие — вертикальная шкала.

При считывании показаний с одной и той же шкалы результаты получаются различные в зависимости от того, с какого участка шкалы ведется считывание. Круглые шкалы дают лучшие результаты при считывании показаний с центрального верхнего сектора, а горизонтальные — с центральной части шкалы (здесь они превосходят круглые); по мере же приближения к концам этих шкал скорость и точность считывания значительно падают.

При выборе формы шкалы необходимо учитывать и предполагаемую ее длину. Если на панели управления необходимо установить прибор с длинной шкалой, то для повышения скорости и точности считывания показаний рекомендуется:

* снабжать шкалу несколькими указателями: одним — для точного считывания и одним или несколькими для считывания, при котором не требуется точности;
* на основной шкале размещать подшкалу, с которой ведут более точное считывание;
* объединять шкалу со счетчиком. Такие комбинированные индикаторы целесообразно применять тогда, когда выполнение задачи предусматривает и качественное, и количественное считывание информации.

Форму шкалы нужно выбирать с учетом характера информации, для которой она предназначена. Так, для приборов, с помощью которых контролируются параметры глубины, высоты, температуры, лучшими являются вертикальные шкалы; при этом на глубинометрах показатель нуля должен размещаться у верхнего края шкалы, а на высотометрах — у нижнего.

Точность считывания показаний со шкалы зависит от ее размера, расстояния, с которого ведется считывание, интервала между отметками.

Шкалы приборов градуируют штриховыми отметками определенных размеров. Эти отметки подразделяются на главные, средние и малые. Точность считывания возрастает с увеличением интервала между отметками, но лишь до определенного предела. Оптимальная длина основного интервала между главными отметками— 12,5—18 мм (дистанция наблюдения — 750 мм). Дальнейшее увеличение ухудшает считывание показаний прибора.

3 Круглой называется дуговая шкала с углом дуги около 360°; полукруглой — дуговая гикала с углом дуги около 180 .

Увеличение числа мелких отметок приводит к снижению скорости и точности считывания. Оптимальная величина самого малого интервала равна примерно 1,5 мм или 6—8' (дистанция наблюдения — 750 мм). При увеличении интервала от 3,5' до 6,5' точность и время безошибочного считывания возрастают весьма интенсивно. Однако дальнейшее увеличение интервала (до 10,5') не дает существенных улучшений.

Если стрелка прибора останавливается между отметками шкалы при считывании показаний, то возникает необходимость зрительной интерполяции. Наилучшие результаты интерполяции наблюдаются тогда, когда оператор должен мысленно делить отмеченный интервал не более чем на 4—5 частей.

Зависимость между диаметром шкалы и точностью считывания показаний не является линейной. Оптимальные размеры диаметра круглой шкалы (при расстоянии 750—900 мм от глаз оператора) составляют 40—60 мм. Однако существенной разницы в точности считывания шкал диаметром от 35 до 70 мм нет. При уменьшении диаметра до 17—18 мм и менее скорость и точность считывания значительно снижаются. То же наблюдается и при увеличении диа­метра до 120—150 мм.

Эффективность чтения определяется не абсолютной величиной диаметра шкалы, а ее отношением к дистанции наблюдения, т. е. угловыми размерами шкалы. Оптимальные угловые размеры диаметра шкалы находятся в пределах 2,5—5°.

Наилучшими являются шкалы с ценой деления 1; 5; 10 и соответствующей оцифровкой. Длина оцифрованных отметок должна равняться 0,5—1 длины интервала между отметками, длина неоцифрованных отметок — 0,5 длины основных отметок. Толщина основных отметок должна составлять 5—10% расстояния между неоцифрованными отметками — 2/3 толщины основной от­метки.

Цифры на шкалу следует наносить прямыми линиями, и только у основных (главных отметок). Они должны быть простыми, без каких-либо украшений. Точность считывания цифр зависит от соотношения высоты, ширины и толщины обводки. На последнюю влияют освещение и контрастность: оптимальное отношение толщины обводки к высоте цифр при диффузном освещении белых цифр на черном фоне (обратный контраст) составляет 1:10, а при таком же освещении черных цифр на белом фоне (прямой контраст) —1:6. Отношение ширины к высоте должно составлять 2:3. Расстояние между цифрами должно равняться половине ширины цифры.

Важное значение при считывании показаний со шкал имеет расположение стрелок и указателей:

* стрелка должна доходить до наименьшей отметки шкалы, но не перекрывать ее (минимальное расстояние между концом стрелки и отметкой составляет не менее 0,4—0,8 мм, максимальное — не более 1,6 мм) и находиться как можно ближе к плоскости циферблата, чтобы свести к минимуму параллакс;
* конструкция стрелки должна быть простой, толщина острия — не более ширины самой малой отметки шкалы;
* рекомендуется, чтобы часть стрелки от центра вращения до самого кончика была того же цвета, что и отметки шкалы, а остальная часть — того же цвета, что и плоскость циферблата;
* стрелки для прямолинейных шкал должны быть отчетливо видны; их изготавливают довольно широкими у основания, но к концу, обращенному к шкале, они сужаются, переходя в ясно видимую точку;
* стрелки не должны закрывать цифр; желательно также, чтобы, цифры были размещены с наружной стороны шкалы.

Если стрелки компактно расположенных шкал в нормальном положении ориентированы в одном направлении, то любое отклонение стрелки от нормального положения немедленно замечается и времени на проверку показаний требуется значительно меньше, чем в том случае, когда стрелки ориентированы в разных направ-. лениях.

Эффективность работы оператора значительно повышается; с введением дополнительных сигнализаторов. Например, при выделении на шкале цветной полоской зоны «Нормально» оператору при контрольном чтении достаточно лишь воспринять и оценить взаимное положение стрелки указателя и отметки - сигнализатора. Отметка-сигнализатор для привлечения внимания оператора должна отличаться от других отметок шкалы не только цветом, но и формой. В ряде случаев дополнительные сигнализаторы следует делать подвижными. Это позволяет при изменении зоны «Нормально» соответственно изменять и положение отметки. Целесообразно также выделять цветом различные участки шкалы, но при условии, что прибор цветным светом не освещен.

Шкалы, размещенные по краям очень больших панелей, снабжаются сигнальными лампочками; желательно, чтобы яркость, лампочки при отклонении от нормы менялась.

Таким образом, при конструировании стрелочных индикаторов необходимо учитывать следующие требования:

* стрелочные индикаторы на панели надо устанавливать в плоскости, перпендикулярной линии взора;
* цифры должны быть простыми и нанесены на шкалы вертикально; значение цифровых показателей на круглых шкалах возрастает по часовой стрелке;
* градуировка шкал не должна быть более мелкой, чем этого требует точность самого прибора;
* наилучшими являются шкалы с ценой деления 1; 5; 10;
* для шкал, установленных на одной панели, необходимо выбирать одинаковую систему делений и одинаковые цифры;
* при конструировании стрелок параллакс следует свести к минимуму; конец острия стрелки не может быть шире самого малого деления, чтобы не заслонять цифр и отметок;
* при одновременном контрольном считывании по нескольким приборам стрелки устанавливаются так, чтобы при нормальных условиях работы они имели одинаковое направление;
* для облегчения контрольного считывания рабочие и перегрузочные диапазоны выделяются цветом;
* необходимо, чтобы фон шкалы был матовым и на стенках приборов не наблюдалось бликов;
* поверхность шкалы не должна быть темнее панели, в то время как каркас шкалы может быть темнее;
* между цветом фона шкалы и цветом делений и надписей нужно сохранять максимальную контрастность.

Освещение шкалы должно быть равномерным, а степень освещенности должна регулироваться.

Другие индикаторы. Кроме стрелочных индикаторов применяются счетчики прямого отсчета, печатающие устройства, графопостроители.

Счетчики прямого отсчета используются для получения количественных данных, когда требуется быстрая и точная индикация. 'Счетчики следует ставить как можно ближе к поверхности панели, чтобы свести к минимуму параллакс и тени, обеспечить максимальный угол видения.

Если наблюдателю необходимо считывать цифры последовательно, они должны следовать друг за другом не чаще двух за 1 с. Чтобы увеличить показания счетчика или произвести сброс, рекомендуется вращение ручки восстановления или сброса счетчика производить по часовой стрелке. Счетчики, используемые для индикации последовательности работы оборудования, должны сбрасываться автоматически по завершении работы. Необходимо пре­дусмотреть средства и для ручного сброса.

Счетчики по возможности должны иметь собственное свечение, а поверхность барабанов счетчика и окружающие их поверхности такую отделку, которая сводит к минимуму отсвечивание. Целесообразен высокий цветовой контраст цифр и фона (черные цифры по белому фону или наоборот).

Печатающие устройства применяют тогда, когда требуется запись количественных данных. Печатная информация должна быть пригодной для непосредственного использования при минимальной потребности в декодировании, перемещении или интерполяции.

Печатающие устройства нужно конструировать так, чтобы обеспечивалось простое и быстрое введение и снятие печатных материалов. Должна быть предусмотрена надежная индикация расходуемого материала (например бумаги, чернил, ленты). Там, где это нужно, печатающие устройства следует располагать таким образом, чтобы на ленте легко можно было делать различные записи и пометки, не снимая ее с самописца. Информация на ленте должна быть напечатана так, чтобы ленту можно было отрывать по мере ее поступления из устройства без резания или склеивания по частям.

Графопостроители используются для записи непрерывных графических данных. Вычерчиваемые штрихи должны быть легко видимы и не закрываться пером или его рычагом. Контраст между вычерчиваемой линией и фоном должен быть не менее 50%. Для выходящего из графопостроителя бланка с вычерченными данными там, где это необходимо или желательно, предусматривается специальное приемное устройство. Для интерпретации графических данных оператор должен иметь вспомогательные средства (на­пример графические кальки), однако эти средства не должны затемнять или искажать полученные данные. При необходимости графопостроители следует располагать таким образом, чтобы в вычерченной информации можно было производить соответствующие записи и пометки, не снимая бланка с графопостроителя.

§7. Интегральные индикаторы

Проведенные в последние годы инженерно-психологические исследования деятельности операторов систем управления выявили определенные трудности, возникающие при работе с визуальными индикаторами.

Применяемые способы выдачи информации на большие группы отдельных приборов, даже достаточно современных и рационально размещенных, не являются оптимальными. Это объясняется прежде всего 'необходимостью сочетать количественные оценки большого числа отдельных показаний с качественной оценкой ситуаций, параметры которых отображаются на приборах.

Одним из путей решения этой задачи является применение интегральных индикаторов, совмещающих информацию сразу о нескольких параметрах того или иного процесса или ситуации. Это позволяет экономить место на панелях и обеспечивает выигрыш в точности и скорости восприятия.

Особенности интегральных индикаторов заключаются в следующем:

* они дают качественную оценку и обеспечивают наглядное сопоставление расчетных данных с фактическими, позволяя тем самым более эффективно решать задачи управления;максимальная наглядность обеспечивается свободным перемещением индексов параметров фактического режима работы или ситуации относительно определенной шкалы; при этом направление движения индекса, обозначающего контролируемый объект, совместимо с направлением самого объекта;
* интегральные индикаторы дают более полное представление об общей ситуации, и оператор имеет поэтому возможность прогнозировать развитие ситуации, а не только фиксировать происходящие изменения.

Для контроля качественной информации, отображаемой на интегральных индикаторах, целесообразно предусмотреть также представление оператору и точных количественных данных. Индикаторы количественной информации следует располагать либо на периферии поля зрения, либо запрашивать по вызову (последний способ предпочтительнее).

Разработка новых видов интегральных индикаторов требует тщательного психологического исследования способов приема и переработки информации оператором.

§8. Мнемосхемы

Мнемосхемы представляют средства отображения информации, условно показывающие структуру и динамику управляемого объекта и алгоритма управления. Мнемосхемы предназначаются для выполнения следующих функций:

* наглядно отображать функционально-техническую схему управляемого объекта и информацию о его состоянии в объеме, необходимом для выполнения оператором возложенных на него функций;
* отображать связи и характер взаимодействия управляемого объекта с другими объектами и внешней средой;
* сигнализировать обо всех существенных нарушениях в работе объекта;
* обеспечивать быстрое выявление возможности локализации и ликвидации неисправности.

Мнемосхема должна содержать только те элементы, которые необходимы оператору для контроля и управления объектом. Отдельные элементы или группы элементов, наиболее существенные для контроля и управления объектом, на мнемосхеме должны выделяться размерами, формой, цветом или другими способами. Допускается выделение составных частей управляемого объекта, имеющих автономное управление.

При компоновке мнемосхемы должно быть обеспечено пространственное соответствие между расположением элементов на мнемосхеме и расположением управления на пульте оператора.

Допускается размещение на поле мнемосхемы приборов контроля и органов управления, которые при этом не должны закрывать от оператора другие элементы мнемосхемы.

При компоновке мнемосхем должны учитываться привычные ассоциации оператора. Под привычной ассоциацией понимают связь между представлениями, возникающими у человека на основе прошлого опыта. Например, человек привык отображать какой-либо процесс, представляя его развитие слева направо. При компоновке мнемосхемы следует учитывать это привычное представление и отображать развитие технологического процесса тоже слева направо.

Соединительные линии на мнемосхеме должны быть сплошными, простой конфигурации, минимальной длины и иметь наименьшее число пересечений. Следует избегать большого числа параллельных линий, расположенных рядом.

Форма и размеры панелей мнемосхем должны обеспечивать оператору однозначное зрительное восприятие всех необходимых ему информационных элементов. Предельными углами обзора фронтальной плоскости мнемосхемы должны быть: по вертикали не более 90°, по горизонтали не более 90° (по 45° в каждую сторону от нормали к плоскости мнемосхемы).

Если мнемосхема выходит за пределы зоны, ограничиваемой предельными углами обзора, она должна иметь дугообразную форму или состоять из нескольких плоскостей (состыкованных или пространственно разнесенных), повернутых к оператору.

Комплекс мнемознаков, используемых на одной мнемосхеме должен быть разработан как единый алфавит. Под единым алфавитом понимают комплекс мнемознаков, отображающих систему взаимосвязанных частей управляемого объекта и характеризующихся единством изобразительного решения. Необходимо, чтобы алфавит мнемознаков был максимально коротким, а различительные признаки мнемознаков были четкими.

Мнемознаки сходных по функциям объектов должны быть максимально унифицированы. Форма мнемознака должна соответствовать основным функциональным или технологическим признакам отображаемого объекта. Допускается брать за основу конструктивную форму объекта или его условное обозначение, принятое в технической документации.

Размеры мнемознака должны обеспечивать оператору наиболее однозначное зрительное восприятие. Угловые размеры мнемознака простой конфигурации должны быть не менее 20'. Угловые размеры мнемознака определяют по формуле:

Щ 2 21 I

где а — угловой размер мнемознака; s — линейный размер мнемознака; I —расстояние от мнемознака по линии взора.Угловые размеры сложного мнемознака (с наружными и внутренними деталями) должны быть не менее 35 утл./мин, а угловой размер наименьшей детали — не менее 6 угл./мин.

Вспомогательные элементы и линии не должны пересекать контур мнемознака или каким-либо другим способом затруднять его чтение.

Яркостный контраст между мнемознаками и фоном мнемосхемы должен быть не менее 65%. Значения яркостного контраста (К) в процентах вычисляют по формулам:



при обратном контрасте (мнемознак светлее фона)



где К — яркостный контраст;

В0—яркость мнемознака;

Вф — яркость фона мнемосхемы.

Сигналы об изменениях состояния объекта (включен — отключен, открыт — закрыт) должны различаться особенно четко цветом, формой или другими признаками. Специальные сигналы (предупредительные, аварийные, неплановой

смены состояния и т. п.) должны отличаться большей интенсивностью (на 30— 40%) по сравнению с сигналами нормального режима или быть прерывистыми (с частотой мигания 3—5 Гц и длительностью сигнала не менее 0,05 с). Допускается совместное применение обоих способов.

§9. Табло коллективного пользования

Табло коллективного пользования — устройство, предназначенное для отображения информации и восприятия ее коллективом операторов с расстояний более 4 м. Индикатор, в котором знаки формируются из отдельных элементов, расположенных в одной плоскости, называется знакосинтезирующим. Рабочая поверхность индикатора — плоскость, в которой нормируются и измеряются светотехнические параметры. Исходный знак — цифра определенного типа начертания, соответствующая информации, поступающей на табло. Элемент — составная часть структурного рисунка индикатора. Помехозащищенность индикатора — свойство, позволяющее обнаруживать на индикаторе помехи, выражающиеся в исчезновении одного из элементов, образующих знак, или появлении лишнего элемента, либо обнаруживать помехи и опознавать операторам исходные символы при одном недостающем или одном лишнем элементах. Цифровые знакосинтезирующие электролюминесцентные индикаторы классифицируют по характеру помехо­защищенности, субъективной оценке качества начертания цифр, по цвету и яркости свечения и величине коэффициента отражения рабочей поверхности индикатора.

По характеру помехозащищенности при единичном сбое в цепях коммутации индикаторы делятся на три класса: 1) индикаторы, исключающие возможность обнаружения помехи и восстановления оператором исходного знака (5-, 6-, 7-, 8-, 9-, 10-элемент-ные индикаторы); 2) индикаторы, обеспечивающие возможность обнаружения помехи, но исключающие возможность восстановления исходного знака (6-, 7-, 8-, 9- и 10-элементные индикаторы); 3) индикаторы, обеспечивающие возможность обнаружения поме­хи и восстановления исходного знака (7-, 8-, 9- и 10-элементные индикаторы) 5.

По субъективной оценке качества начертания цифр индикаторы делятся на три группы: 1) с привычным начертанием; 2) с удовлетворительной привычностью, начертания; 3) с непривычным начертанием, рассчитанным на обученных и специально подготовленных операторов.

По цвету свечения индикаторы могут быть: зеленые, голубые, красные и желтые. Индикаторы зеленого цвета свечения по яркости в кд/м2 делятся на семь групп: 1) —10; 2) —15; 3) —20; 4) —30; 5) —45; 6) —65; 7) —90.

Индикаторы голубого, красного и желтого цветов свечения по яркости в кд/м2 делятся на шесть групп: 1)—5,0; 2) —7,5; 3) — 10,0; 4) — 15,0; 5) —20,0; 6) —30,0.

При значении яркости индикатора, совпадающей с граничным значением двух групп, индикатор относится к низшей группе.

По величине коэффициента отражения рабочей поверхности индикаторы делятся на шесть групп: 1 — индикаторы с коэффициентами отражения более 0,30; 2 — индикаторы с коэффициентами отражения 0,30—0,20; 3 — индикаторы с коэффициентами отражения 0,20 — 0,10; 4 — индикаторы с коэффициентами отражения 0,10—0,06; 5 — индикаторы с коэффициентами отражения 0,06— 0,03; 6 — индикаторы с коэффициентами отражения менее 0,03.

Тип индикатора характеризуется его структурным рисунком, представляющим изображение, на котором показываются число, форма и взаимное расположение элементов, из которых формируются знаки. На одном типе индикатора допускается наличие одного или нескольких типов начертания цифр, под которым понимают совокупность десяти структурных рисунков цифр от 0 до 9 данного типа индикатора. Тип начертания цифр определяется способом формирования цифр из элементов.

1. Единичный сбой в цепях коммутации — искажение кодовой комбинации управляющего сигнала, приводящее к высвечиванию одного элемента, не входящего в состав воспроизводимого знака, или к погасанию одного из элементов, составляющих воспроизводимый знак.
2. Индикаторы могут выполняться с десятичным знаком (точкой, запятой), который не входит в число элементов.

Индикаторы могут иметь вертикальное или наклонное расположение цифр. Угол наклона должен быть не более 10° от вертикального положения.

Формат цифр определяется отношением ширины знака к его высоте. Отношение ширины знака к высоте должно составлять 2:3. Минимальное расстояние от наружной кромки знака до внутренней кромки корпуса индикатора при вертикальном положении цифр составляет не менее 5 мм; при наклонном — не менее 2,5 мм. Десятичный знак должен располагаться справа от цифры.

Помехозащищенность индикаторов определяется типом начертания цифр. Типы начертания цифр на индикаторах 2-го класса должны обеспечивать возможность объединения элементов в такие порядки, при которых структуры искажений6, возникающие на индикаторе при единичном сбое в цепях коммутации, отличаются от структур нормально отображаемых цифр7 одним или несколькими элементами.

Типы начертания цифр на индикаторах 3-го класса должны обеспечивать возможность объединения элементов в такие порядки, при которых структуры искажений при единичном сбое в цепях коммутации отличаются одним или несколькими элементами не только от структур нормально отображаемых цифр, но и между собой.

Считывание информации с индикаторов 2-го и 3-го классов при необходимости надежного обнаружения помехи, а также восстановления исходной информации (предназначенной для отображения «а табло) должно производиться специально обученными операторами. Обучение должно проводиться по специальной методике.

Для надежного обнаружения помехи обученными операторами на индикаторах 2-го класса, а также надежного обнаружения помехи и восстановления исходной информации на индикаторах 3-го класса должны выполняться условия, обеспечивающие оптимальное восприятие информации, при этом контраст знака должен быть не менее 70%.

Восприятие информации с индикаторов определяется рядом параметров. К числу основных параметров, обеспечивающих оптимальные условия восприятия, относятся: яркость знака и его размеры; контраст знака; внешняя освещенность; дистанция наблюдения; угол обзора; соотношение яркостей свечения рабочих и нерабочих элементов индикатора; равномерность яркости свечения отдельных элементов в пределах одного индикатора и отдельных индикаторов в пределах всего информационного поля табло; цвет свечения индикатора; коэффициент отражения рабочей поверхности индикатора.

1. Структура искажения — строение изображения, возникающего на индикаторе при единичном сбое в цепях коммутации и не предназначенного для высвечивания информации.
2. Структура нормально отображаемого знака — строение изображения знака, предназначенного для высвечивания информации.

Таблица 7

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номера  rpvnn  индика­  торов | Яркость индикаторов зеленого цвета свечении, кд/м\* | | Яркость индикаторов голубого, красного и желтого цветов свечения, кд/м\* | |
| Номинальна! яркость, кд/м\* | Допустимое зна­чение яркости, кд/м\* | Номинальная яркость, кд/м\* | Допустимое зна­чение яркости, кд/м» |
| 1 | 10 | 8—12 | 5,0 | 4,0—6,0 |
| 11 | 15 | 12—18 | 7,5 | 6,0—9,0 |
| 111 | 20 | 18—24 | 10,0 | 9,0—12,0 |
| IV | 30 | 24—36 | 15,0 | 12,0—18,0 |
| V | 45 | 36—54 | 20,0 | 18,0—24,0 |
| VI | 65 | 54—78 | 30,0 | 24,0—36,0 |
| VII | 90 | 78—108 | — |  |

Величина контраста между знаком и фоном должна быть не менее 60%. Расчет и измерение контраста должны производиться по специальной методике.

Минимальные угловые размеры знака должны быть не менее 12 мин; максимальные — не более 46 мин. Максимальный угол обзора при размерах цифр 46 угл./мин не должен превышать ±50°, при размерах цифр 12 угл./мин ±30°. (Знаки ± обозначают любые противоположные углы обзора относительно линии, перпендикулярной к рабочей поверхности индикатора.)

Допустимая неравномерность яркости свечения отдельных элементов одного и того же индикатора не должна отличаться от номинального значения более чем на ±10%. Расчет неравномерности яркости свечения элементов одного и того же индикатора и отдельных индикаторов табло должен производиться по специальной методике.

Допуск на яркость не зависит от цвета свечения индикатора. Допустимые величины отклонения яркости от номинального значения должны соответствовать приведенным в табл. 7.

Оптимальные условия восприятия обеспечиваются при параметрах, приведенных в табл. 8. Уровни освещенности и углы обзора, меньшие приведенных в указанной таблице величин, а также более высокие яркости индикатора—оптимальные условия восприятия не нарушают, в связи с чем могут быть использованы при конструировании и эксплуатации табло коллективного пользования наравне с указанными.При цветовом кодировании информации величина яркости индикаторов зеленого цвета свечения не должна превышать яркость индикаторов голубого, красного и желтого цветов свечения.

Допустимое соотношение яркости рабочих и нерабочих элементов

Таблица Й

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Линейные размеры цифр (по высоте К  км | Дистанция наблюде­ния, м | Угловые размерь! цифр (но высоте), МИН | Допусти­мые углы  Об .'ОрЙ,  гайд | Инднкатрры с коэф­фициента л: 1 отра жеиця рабочей поверхности 0,60 | | Индикаторы с коэф­фициентами отражения рабочей поверхности 0,30 | |
| Мини­мальная яркость свечения индикато­ра. кд/м\* | Макси­мальная освещен­ность я плоскости индикато­ра. лк | Мини­мальная яркость свечения нндикато' рз, кд/м\* | Макси­мальная освещен­ность в плоскости индикато­ра, лк |
| 40 | 1—6 | 46—23 | 4-50—45 | 30 | 100 | 20 | 150 |
| 40 | 6—9 | 23—15 | +45—J0 | 30 | 100 | 20 | 150 |
| 40 | 9—12 | 15—12 | +40—30 | 30 | 100 | 20 | 150 |
| 80 | 6—12 | 46—23 | 4-50—45 | 30 | ! 00 | 20 | 150 |
| 80 | 12—18 | 23—15 | +45—40 | 30 | 100 | 20 | 150 |
| 80 | 18—24 | 15—12 | +40—30 | 30 | 100 | 20 | 150 |

Таблица Е)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Допустимая яркость нерабочих элементов индикатора, кд/м1 | Mi at и малыш я яркость свече­ния пиана, кд/м\* | Минимальная осве­щенность В ПЛОС­КОСТИ индикато­ра, ЛК | ДнстаРЩи 1 наблюдении,  М | Щвме ры цифр (по вы­соте}, мы |
| 3 | 20 | 50 | 3—12 | 40 |
| 4 | 30 | 50 | 3—12 | 40 |
| 5 | 40 | 50 | 3—12 | 40 |
| 3 | 20 | 50 | 6—24 | 80 |
| 4 | 30 | 50 | 6—24 | 80 |
| 5 | 40 | 50 | 6—24 | 80 |

индикатора должно быть не менее 7—8 раз. Допустимые соотношения яркости рабочих и нерабочих элементов индикатора должны соответствовать приведенным в табл. 9. Значения яркости нерабочих элементов индикатора, указанные табл. 9, допускаются также при более высоких уровнях внешней освещенности и яркости знака.

Яркость и контраст индикаторов зеленого, голубого, красного и желтого свечения, применяемых в одном табло, должны быть равными.

Уровни яркости индикаторов, указанные в табл. 7, могут быть снижены при снижении внешней освещенности.

Допустимые значения яркости при различных уровнях внешней освещенности должны соответствовать приведенным в табл. 10.

Освещенности, меньшие приведенных в табл. 8 значений, а также более высокие уровни яркости оптимальные условия восприятия не нарушают, в связи с чем могут быть использованы при конструировании и эксплуатации табло коллективного пользования наравне с указанными. Уровни яркости индикатора, указанные в табл. 8, могут быть снижены, а освещенность — увеличена при уменьшении коэффициента отражения рабочей поверхности индикатора.

Таблица 10

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Мшньтальпал яркость свечения индикатора. кд/tr1 | Максимальная освещенность в плоскости индикатора! лк | | Минимальный размер знака (по высоте), угл./мин |
| для индикаторов с коэффициентами отражения рабочей поверхности 0,60 | для ннднкатороп с ШэффкинеНтамг! отражения рабочей поверхности 0.30 |
| 30 | 10 0 | 200 | 12 |
| 25 | 85 | 170 | 12 |
| 20 | 75 | 150 | 12 |
| 15 | 40 | 80 | 12 |
| [0 | 30 | 60 | 12 |
| 5 | 15 | 30 | 12 |

Допустимые значения яркости и освещенности при различных коэффициентах отражения рабочей поверхности индикатора должны соответствовать приведенным в табл. 10.

Освещенности, меньшие приведенных в табл. 10 значений, а также более высокие уровни яркости индикатора оптимальные условия восприятия не нарушают, в связи с чем могут быть использованы при конструировании и эксплуатации табло коллективного пользования наравне с указанными.

Величина коэффициента отражения рабочей поверхности индикатора должна определяться по специальной методике.

Общие требования к табло определяются совокупностью требований, предъявляемых к эксплуатации табло и управляющему оборудованию.

Допускается применение 5- и 6-элементных индикаторов 1-го класса в табло, основным требованием к которым является минимальный объем управляющей аппаратуры, не требуется помехозащищенности от единичного сбоя в цепях коммутации и допускается удовлетворительное или непривычное начертание цифр.

Допускается применение 7-, 8-, 9- и 10-элементных индикаторов 2-го класса табло, для которых основным требованием является привычность начертания цифр, а объем управляющей аппаратуры и помехозащищенность имеют менее существенное значение.

Допускается применение 6- и 7-элементных индикаторов 2-го класса в табло, для которых необходимо обнаружение помехи приограниченном объеме управляющей аппаратуры и удовлетворительной привычности начертания цифр.

Допускается применение 8-, 9- и 10-элементных индикаторов 2-го класса, для которых необходимо обнаружение помехи при привычном начертании цифр и не преследуется жесткое ограничение объема управляющей аппаратуры.

Таблица 11

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Коэффициент отражения рабочей поверхности ifli- д г, кагора | Минимальная яркость свечения индика­тора. кд/м\* | | | Минимальный размер знака (по высоте), у гл./мш |
| 10 | 7.5 | 5 |
| Максимальная освещенность индикатора, лк | | в плоскости |
| 0,20 | 100 | 75,0 | 50 | 12 |
| 0,10 | 200 | 150,0 | 100 | 12 |
| 0,00 | 350 | 260,0 | 175 | 12 |
| 0.0.3 | 700 | 520,0 | 350 | 12 |
| 0,0! | 2000 | 1500,0 | 1000 | 12 |

Допускается применение 7- и 8-элементных индикаторов 3-го класса в табло, для которых первостепенное значение имеет возможность обнаружения помехи и восстановления оператором исходной информации при ограниченном объеме управляющей аппаратуры и удовлетворительной привычности начертания цифр.

Допускается применение 9- и 10-элементных индикаторов 3-го класса в табло, для которых первостепенное значение имеет возможность обнаружения помехи и восстановления исходной информации при привычном начертании цифр и не преследуется жесткое ограничение объема управляющей аппаратуры.

Индикаторы с размером цифр 40 мм применяются в табло, рассчитанные на прием информации с дистанций от 3 до 12 м. Индикаторы с размерами цифр 60 мм применяются в табло, рассчитанные на прием информации с дистанций от 4,5 до 18,0 м. Индикаторы с размерами цифр 80 мм применяются в табло, рассчитанные на прием информации с дистанций от 6 до 24 м.

Максимальная глубина «утопленности» знака по отношению к плоскости информационного поля табло [плоскость, образованная рабочими поверхностями отдельных индикаторов] должна составлять не более 5 мм.

Расстояние между строками табло, измеряемое по вертикали от нижней кромки знака в верхней строке до верхней кромки знака в нижней, должно быть не менее 1,0—1,5 высоты знака.

Расстояние между столбцами, измеряемое по горизонтали от боковой кромки знака в одном столбце до боковой кромки знака в другом, должно быть не более ширины знака.

Для цветового кодирования информации могут использоваться индикаторы зеленого, голубого, красного и желтого цветов свечения. При этом яркость знака и контраст на применяемых индикаторах должны быть равными.

Рекомендуется применять в табло индикаторы только одной группы яркости для каждой группы цвета свечения. Допускается применять в табло индикаторы разных групп яркости при условии обеспечения яркости табло в пределах одной группы яркости. При необходимости яркостного кодирования отображаемой информации допускается применение в одном табло индикаторов различных групп яркости. Источники освещения не должны создавать бликов на рабочих поверхностях индикаторов табло.

§10. Методы трехмерной индикации

В технике отображения информации пространственные признаки ситуации крайне невыразительны. Операторам на основании этих признаков или каких- либо априорных сведений приходится самим дополнять двухмерное отображение ситуации собственными представлениями о пространстве, в котором находятся или перемещаются управляемые объекты. Естественно, что эти представления характеризуются большей или чаще меньшей полнотой с точки зрения их адекватности задачам управления.

Все чаще появляются сообщения о ведущихся поисках в области создания трехмерных индикаторов [17, 18]. На создание таких индикаторов направлено сейчас множество разработок: от наиболее простых вариантов, например механическое устройство для рисования в трех измерениях, где для двух измерений используются два пера с разными чернилами, а для третьего — глубины — изменение расстояния между перьями [3], до наиболее сложных, например голографических методов отображения информации.

Трехмерные индикаторы делятся на три основные группы: 1) объемные, 2) «иллюзорные» и 3) изобразительные, хотя действительно трехмерны только объемные индикаторы, где воспроизводятся ширина, высота и глубина [21]. Изобразительные индикаторы — самые простые из этих групп: это обычные двумерные индикаторы, в которых для обозначения третьего измерения приме­няются символы.

В иллюзорных индикаторах используются только два измерения, а впечатление объемности создается благодаря стереоскопическому эффекту. Такие индикаторы бывают панорамными и с двойными изображениями. Перспективным методом трехмерной индикации с использованием двойных изображений является ксография, дающая возможность осуществлять фотографирование и печатание предметов с воспроизведением глубины. Процесс ксографии заключается в использовании специальной камеры и сетки, помещенной перед пленкой и делящей изображение на ряд вертикальных полос. После обычного проявления и печатания пленка покрывается рядом специальных пластмассовых полосок, позволяющих наблюдателю видеть каждым глазом различное изображение, что и создает эффект объемности.

В объемных индикаторах для трехмерного воспроизведения применяют специальные индикаторные устройства: электронно-лучевые трубки с вибрирующим экраном, дающим возможность воспроизводить изображение глубины; системы, создающие ионизацию таза, локальное возбуждение которого происходит в нужных точках трехмерной координационной матрицы; объемные гистограммы.

Каждый из описываемых методов обладает рядом недостатков: электромеханические проблемы, связанные с креплением экрана, сложности, связанные с обеспечением памяти и коммутации, с возможностью быстрой смены информации,— все это создает определенные трудности использования их в системах предъявления информации.

Одним из современных перспективных методов трехмерной индикации является метод голографии — процесс фотографической записи интерференционной картины, дающий объемное изображение объекта в результате расщепления лазерного луча на две части, одна из которых освещает непосредственно пленку [опорный луч], а другая — объект, световые волны от которого отражаются на пленку, складываясь со световой волной опорного луча. При освещении лучами лазера проявленной фотопластинки восстанавливается изображение первоначальной картины во всей ее глубине. Впечатление трехмерности настолько правдоподобно, что наблюдателю хочется потрогать отображенный объект руками. Голограмма одинаково четко изображает как далекие, так и близкие предметы. Замечательное свойство голограмм состоит в том, что при их освещении создается впечатление реальности видимого изо­бражения, более того, изменяя свое положение, наблюдатель может заглянуть за лежащие на переднем плане предметы точно так же, как при восприятии реальной картины. Использование голографии наиболее эффективно при отображении информации об отдельных объектах или небольших группах, когда необходима высокая степень точности воспроизведения.

По сравнению с проектированием все более совершенных средств индикации проектирование и конструирование органов управления к трехмерным системам индикации значительно отстают. Отсутствуют достаточно квалифицированная инженернопсихологическая и эргономическая оценка и экспертиза вновь создаваемых органов управления. В результате создается несоответствие между новейшими средствами индикации, такими, как трехмерные индикаторы, и органами управления.

При работе с электронно-лучевыми индикаторами для решения задач обнаружения, опознания, слежения обычно используются три типа устройств: 1) световое перо, 2) ручка управления, 3) шариковый регулятор.

Световое перо — это фотоэлектрический датчик, который служит для считывания информации непосредственно с индикатора. Основное достоинство такого устройства — быстрота реакции. Оператор должен лишь направить его в нужную точку на индикаторе и нажать кнопку включения, а вычислительная машина, получая; информацию от светового пера, автоматически определяет координаты цели. Световое перо применяется для приближенного быстрого указания положения цели, когда точность не является критичным параметром.

Ручка управления представляет собой рычаг, который может перемещаться в двух координатах по X и Y. Она снабжена датчиками, работающими в двух режимах: 1) вращения (след на экране перемещается в указанном направлении с постоянной скоростью), 2) пропорционального перемещения (след перемещается на расстояние, пропорциональное величине перемещения ручки управления).

Перемещение ручки индицируется на экране движением специального символа (эхо-сигнала), показывающего оператору, какому участку экрана соответствует положение органа управления. Ручка управления может перемещаться с высокой скоростью на сравнительно большое расстояние.

Шариковый регулятор представляет собой устройство, которое может поворачиваться в любом направлении для перемещения на экране эхо-сигнала. Работа с шариковым регулятором производится значительно медленнее, чем со световым пером и ручкой управления, но результаты точнее.

§11. Сигнализаторы звуковые (неречевых сообщений)

Сигнализатор — это индикатор, предназначенный для предъявления человеку сведений в случаях, когда требуется специальное привлечение его внимания. К звуковым сигнализаторам неречевых сообщений относятся источники звука, используемые на рабочем месте для подачи аварийных, предупреждающих и уведомляющих сигналов (например, сообщение одномерное; сообщение короткое; сообщение требует немедленных действий; место приема информации слишком освещено или затемнено; повышенные ускорения; зрительный анализатор оператора занят и др.).

Основные технические характеристики используемых звуковых сигналов неречевых сообщений указаны в табл. 12.

Таблица 12

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид звукового сигнализатора | Уровень зву­кового давле­ния, дБ | Час гота, Гц | Маскировка шумом | Конструктивные особе шюсти |
| Генератор | 50—120 | 200—5000 | 1 г\* Г  Слабая при пра­вильно выбранной ча­стоте по отношению к маскирующему шу­му и превышении по­рога маскировки | Можно приме­нять во внутренних переговорных уст­ройствах |
| Зуммер | 50—60 | 200—2000 | То же | То же |
| Гудок | 30—100 | 200—5000 | » W | Может быть на­правленного дей­ствия |
| Сирена | 80—110 | 200—5000 | Слабая при пра­вильно выбранной ча­стоте по отношению к маскирующему шу­му п превышении по­рога маскировки | Может быть на­правленного дей­ствия |
| PtBVH | 90—110 | 200—5000 | То же | То же |
| Свисток | 80—100 | 200—5000 | T9 99 | Можно иметь ру пор для направлен­ной передачи |
| Звонок | 60—90 | ю  о  0  1  СП  о  о | 99 99 | — |

Звуковые сигнализаторы неречевых сообщений должны:

* обеспечивать привлечение внимания работающего оператора путем неожиданной подачи сигнала, изменением уровня звукового давления, модуляции по частоте и уровню звукового давления, увеличением длительности звучания, частоты следования;
* сообщать оператору об отказе или изменениях в системе «человек— машина»;
* не перегружать слуховой анализатор работающего оператора;
* не отвлекать внимание других операторов;
* не мешать речевой связи;
* не утомлять работающего оператора, не оглушать его при увеличении уровня звукового давления сигнала и не пугать при неожиданном появлении, что может привести к нарушению деятельности оператора.

В звуковых сигнализаторах при наличии ручного отключения должен быть обеспечен автоматический возврат схемы в исходное положение для получения очередного управляющего сигнала.

Частотная характеристика тональных сигналов должна быть в пределах полосы 200—5000 Гц. При наличии высокочастотного маскирующего шума допускается расширение предела до 10 000 Гц. При наличии в помещении постов управления акустических экранов частотная характеристика тональных сигналов рекомендуется в пределах полосы 200—1000 Гц. При изменениях частоты тона шаг изменения должен быть не менее 3% по отношению к исходной частоте.

Предупреждающие и аварийные сигналы должны быть прерывистыми. Несущая частота предупреждающих сигналов должна быть 200—600 Гц при длительности сигналов и интервалов между ними 1—3 с. Несущая частота аварийных сигналов должна быть 800—2000 Гц при длительности интервалов 0,2—0,8 с.

Уровень звукового давления сигналов у входа в наружный слуховой проход органов слуха человека на рабочем месте должен быть в пределах полезного динамического диапазона, т. е. от 30 до 100 дБ, При маскировке шумом предельно допустимые уровни звукового давления сигналов должны быть от 110 до 120 дБ (см. табл. 13). При изменениях уровня звукового давления шаг измерения должен быть не менее 3 дБ. Уровень звукового давления аварийных сигналов должен быть не выше 100 дБ. Уровень звукового давления предупреждающих сигналов должен быть не выше 80—90 дБ. Уровень звукового давления уведомляющих сигналов должен быть ниже не менее чем на 5% по отношению к уровню звукового давления аварийных сигналов.

Длительность отдельных сигналов и интервалов между ними должна быть не менее 0,2 с. При изменениях длительности звуковых посылок шаг измерения должен быть не менее 25% по отношению к исходной длительности. Длительность звучания интенсивных звуковых сигналов не должна превышать 10 с.

Таблица 13

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Диапазон частот то­нального сигнала, Гц | Предельно допусти­мый уровень звуко­вого давления сиг­налов, дБ | Пре выше ни? общего уров­ня звукового давления сигнала над акустическим шумом. дБ, не менее |
| 200—800 | 120 | 10 |
| 800—2000 | 115 | 13 |
| 2000—5000 | ПО | 16 |

Модуляция сигналов должна производиться изменениями амплитуды и частоты. При амплитудном модулировании глубина модуляции должна быть не менее 12%. При частотном модулировании глубина модуляции должна быть не менее 3% по отношению к несущей частоте.

При маскировке шумом используют звуковые сигналы, частота которых возможно больше отличается от наиболее интенсивных частот шума. Необходимо обеспечивать превышение порога маскировки звуковых сигналов от 10 до 16 дБ (табл. 13).

При маскировке тональными сигналами используют звуковые сигналы, частота которых максимально отличается от частоты маскирующего тона.

§12. Словесные сигналы предостережения

Эти сигналы состоят из начального настораживающего сигнала (неречевого) для привлечения внимания и обозначения общей задачи, а также из краткого стандартизированного речевого сигнала (словесного сообщения), который идентифицирует конкретные условия и предлагает соответствующие действия.

Уровень словесных сигналов тревоги для критичных функций должен быть по крайней мере на 20 дБ выше уровня помех в месте расположения оператора, принимающего сигнал.

Голос, используемый для записи словесных сигналов предостережения, должен иметь хорошую дикцию и быть хорошо развитым. Словесный сигнал предостережения дается официальным, беспристрастным и спокойным голосом. Слова должны быть, во-первых, разборчивыми, во-вторых, соответствующими смыслу ситуации (условий), и, в-третьих, краткими.

Критичные сигналы предостережения следует повторять с паузой не менее 3 с между сообщениями до тех пор, пока положение не будет исправлено.

Система словесного предупреждения должна иметь блокировку режимов, выполненную таким образом, чтобы не допустить передачи сообщения, не имеющего смысла для существующих в данное время условий.

Громкость звукового сигнала предостережения должна регулироваться оператором или автоматическим механизмом с учетом производственных условий и факторов безопасности, операторов. Движение регулятора громкости должно быть ограничено, чтобы любой сигнал был слышен оператору.

В системе предостерегающей сигнализации предусматриваются средства для ручного установления и регулировки громкости. Длительность звуковых сигналов предостережения должна быть не менее 0,5 с и может продолжаться до соответствующей реакции (корректирующего действия) оператора или автомата. Завершение -корректирующего действия должно автоматически прекращать сигнал.

В аварийных ситуациях не следует использовать сигналы, которые остаются включенными или нарастают, если их отключение может мешать необходимым корректирующим действиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аветисов Э. С, Розен блюм О. 3. Офтальмоэргономика (предмет, задачи и методы исследования).— В кн.: «Офтальмоэргономика» (сборник научных трудов). М., изд. Мин-ва здравоохранения РСФСР, 1976.
2. Венда В. Ф. Инженерная психология и синтез систем отображения инфор­мации. М., «Машиностроение», 1975.
3. Галактионов А. И. Представление информации оператору. М., «Энергия»л 1969.
4. Д о б р о л ен ский О. П., Завалов Н. Д., По ном арен к о В. А., Ту в а ев В. А. Методы инженерно-психологических исследований в авиации. М., «Машиностроение», 1975.
5. Дракин В. И., Зинченко В. П. Послесловие к книге Пушкина В. Н. «Оперативное мышление в больших системах». М., «Энергия», 1965.
6. Згу р ский В. С, Лисицын В. Л. Элементы индикации. Справочник.М., «Энергия», 1974.
7. 3 и н ч е н к о В. П., Мунипов В. М., Смолян Г. Л. Эргономические основы организации труда. М., «Экономика», 1974.
8. Зинченко В. П., Панов Д. Ю. Игровые системы управления и информационные модели.— В кн.: Система «человек и автомат». М., «Наука», 1965.
9. 3 и н ч е н к о В. П„ П а н о в Д. Ю. Узловые проблемы инженерной психологии.— «Вопросы психологии», 1962, № 2.
10. Зинченко Т. П. Кодирование зрительной информации.— В кн.: Методо логия исследования по инженерной психологии и психологии труда, ч. 2. Л., Изд-во Лешшгр. ун-та, 1975.
11. Зинченко Т. П. Прием и переработка информации оператором.—В кн.: Эргономика. Принципы и рекомендации, вып. 3. М., изд. ВНИИТЭ, 1971.
12. И ль и н а Г. Н. Эргономические аспекты психофизиологии и психофизики зрения.— В кн.: Эргономика. Принципы и рекомендации, вып. 5. М., изд. ВНИИТЭ, 1974.
13. Инженерно-психологические требования к системам управления. Под ред. В; П. Зинченко. М., изд. ВНИИТЭ, 1967.
14. Катьи Г. П. Объемное и квазиобъемное представление информации. М., «Энергия», 1975.
15. Крылов А. А. Человек в автоматизированных системах управления. Л., Изд-во Ленингр. ун­та, 1972.
16. Ла ксен б ер г К. Техника систем индикации. Пер. с англ. М., «Мир», 1970.
17. Леонов В. А. Трехдверная индикация. Л., «Энергия», 1970.
18. Ли т в ак И. И., Ло м о в Б. Ф., Соловейчик И. Е. Основы построения аппаратуры отображения в автоматизированных системах. М., «Советское радио», 1975.
19. Ломов Б. Ф. Человек и техника. М., «Советское радио», 1966.
20. Николаев В. И. Информационная теория контроля и управления (в приложении к судовым энергетическим установкам). Л., «Судостроение», 1973.
21. Пул Г. Основные методы и системы индикации. Пер. с англ. Под ред. ’ Ю. И. Валова. Л., «Энергия», 1969.
22. .Пушкин В. Н. Оперативное мышление в больших системах. М., «Энергия», 1965.
23. Чачко А. Г. Производство — язык — человек. Проблемы отображения информации. М., «Энергия», 1977.
24. Оптимизация рабочих движений и органов управления

§1. Оптимизация рабочих движений

При создании научных основ проектирования средств деятельности человека в системе «человек-машина» как в советской, так и в зарубежной эргономике и инженерной психологии основное внимание уделялось разработке требований к информационным моделям и средствам предъявления информации, и значительно меньшее — разработке требований к органам управления, которые представляют элементы рабочего места, предназначенные для передачи управляющих воздействий от человека к машине. Для ком­плексного решения проблемы одинаково важно проектирование на современном уровне как средств предъявления информации, так и органов управления с учетом эргономических требований.

Характер, последовательность, темп и ритм рабочих движений во многом задаются формой и конструкцией инструментов, органов управления, машин и другого оборудования, а также организацией рабочих мест. Поэтому при их конструировании и организации необходимо учитывать следующие правила экономии движений:

* при работе двумя руками движения их должны быть по возможности одновременными, симметричными и противоположными по направлению. Одновременность и симметричность движений обеспечивают равновесие всего корпуса, что облегчает выполнение работы;
* проектируемые движения должны быть простыми, плавными и закругленными. Для выполнения рабочей операции необходимо применять наименьшее количество движений;
* траектория рабочих движений не должна выходить за пределы рабочей зоны;
* движения должны отвечать анатомической структуре тела и осуществляться по возможности в зоне зрительного контроля. Каждое движение должно заканчиваться в положении, удобном для начала следующего движения, причем последующее и предыдущее движения должны быть плавно связаны между собой;
* движения должны быть не только простыми, но и ритмичными. Нельзя допускать слишком медленных или слишком быстрых ритмов. При этом следует иметь в виду, что «так называемые «неритмичные» движения — это не лишенные ритма движения, а движения либо с отклонениями от заданного ритма, либо нерациональные движения, что отражается на ритме» [4, с. 66];
* движения должны быть привычными для рабочего. При обучении новой операции или знакомстве с новым оборудованием следует учитывать особенности ранее сформированных у рабочего навыков;
* необходимо создать условия, при которых для преодоления слабых сопротивлений использовались бы малые мышечные группы, а при наличии значительных препятствий включались в действие большие группы мышц;
* с целью уменьшения мышечной работы в максимально возможной степени должна использоваться кинетическая энергия объекта работы.

Не следует проектировать элементы оборудования, требующие приложения больших физических усилий или обусловливающие нерациональные рабочие позы. Так, рабочий не должен продолжительное время держать руки над головой, так как при этом очень быстро наступает утомление. Очень утомительна также поза, при которой рабочему надо ложиться на землю, сгибаться или становиться на корточки.

При проектировании оборудования необходимо создать предпосылки для обеспечения рациональных рабочих движений. Поэтому следует проектировать такие орудия труда, которые максимально приспособлены к энергетическим, силовым и скоростным характеристикам и возможностям человека.

Для обеспечения рациональных рабочих движений из трудового процесса необходимо исключить лишние, малоэффективные и утомительные движения и действия, такие, как перекладывание предметов труда или инструмента из одной руки в другую, постоянное поддерживание руками деталей во время ее обработки, излишние нагибания, повороты, приседания и другие ненужные дви­жения, вызывающие преждевременное утомление работающих, и выбирать из всех возможных движений наиболее короткие по траектории и требующие минимальных усилий.

При проектировании оборудования следует учитывать некоторые, обусловленные физиологическими, психологическими и анатомическими особенностями человека правила и положения, касающиеся скорости и точности рабочих движений и экономии рабочих усилий.

Скорость рабочих движений:

* там, где требуется быстрая реакция, движение к себе пред­почтительнее;— в горизонтальной плоскости скорость рук быстрее, чем в вер­тикальном направлении, наибольшая скорость движений сверху вниз, наименьшая от себя — снизу вверх;
* скорость движений слева направо для правой руки больше, чем в обратном направлении;
* скорость движения правой руки больше, чем левой;
* скорость движения под углом к вертикальной и горизонтальной плоскости меньше, чем в этих плоскостях;
* вращательные движения быстрее, чем поступательные;
* движения с большим размахом более быстрые;
* плавные криволинейные движения рук осуществляются быстрее, чем прямолинейные с внезапным изменением направления;
* скорость движения уменьшается с увеличением нагрузки;
* движения, ориентированные механизмами, быстрее, чем движения, ориентированные на глаз;
* движения одной рукой совершаются с наибольшей скоростью под углом 60° к плоскости симметрии, двумя руками — под углом 30°;
* максимальный темп вращательных движений — 4,0—4,8 об/с, нажимных движений для ведущей руки — 6,6 нажимов в 1 с, для неведущей — 5,3 нажима в 1 с. Максимальный темп ударных движений—от 5 до 14 уд/с, оптимальный для длительной работы 3,5—6,0 уд/с

Точность движений:

* точные движения лучше выполняются сидя, чем стоя;
* наибольшая точность движений достигается в горизонтальной плоскости в зоне, расположенной на расстоянии 15 — 35 см от средней линии тела, при амплитуде движения в локтевом суставе 50 — 60°;
* точность попадания рукой в заданную точку составляет 15 — 20 см в средней зоне ниже груди и 30 — 40 см в крайних зонах;
* при работе вслепую в горизонтальной плоскости короткие расстояния человеком преувеличиваются, а длинные преуменьшаются, в вертикальной плоскости — преувеличиваются;
* наиболее точно оцениваются движения с амплитудой 8— 12 см;
* при движениях в вертикальной «плоскости ошибки меньше, чем в горизонтальной. Наилучшие направления движений в этом отношении — влево вверх и вправо вниз под углом 40° к горизонтали;
* точность движений обеих рук при оптимальных для каждой руки амплитудах движений одинаковая, но оптимальные амплитуды для обеих рук различны — для правой руки амплитуда больше, чем для левой, на 4 — 5°;
* пространственная точность движений при небольшой нагрузке (до 25% максимального усилия) наилучшая, при значительных усилиях снижается.

Зависимость пространственной точности движений от их скорости следующая:

* для вращательных движений наилучшая точность при скорости 140— 200 об/мин, для ударных—60—70 движений в минуту.

Экономия усилий: — сила, развиваемая рукой, зависит от ее положения: давление и тяга сильнее при движении руки перед корпусом, чем при движении сбоку;

* если при работе используются обе руки, то следует учесть, что сила правой руки больше, чем левой, на 10% для сгибателей пальцев и на 3 — 4% для сгибателей и разгибателей предплечья;
* максимальные усилия в положении стоя развиваются на уровне плеча, в положении сидя — на уровне локтя;
* наибольшая сила в положении стоя развивается движением на себя;
* сила давления больше при согнутой руке, чем при вытянутой;
* сила тяги по горизонтали больше при движении перед собой, чем при движении сбоку;
* в положении сидя давление сильнее, чем тяга;
* сила сгибателей предплечья больше при согнутой, чем при вытянутой

руке;

* величина усилий, развиваемых рукой в положении сидя, при движении в различных направлениях, располагается примерно в следующем порядке: давление (горизонтальное), тяга (горизонтальная) , движение вверх, движение вниз, движение к себе (сбоку), движение от себя (сбоку);
* сила вращения руки зависит от ее положения и направления вращения — при повороте внутрь развивается более значительная сила, чем при обратном движении;
* сила давления ног сидящего человека больше, когда они вытянуты вперед (с тупым углом в коленном суставе), чем при положении с прямым углом в коленном суставе. В психологии труда выявлено, что движения организуются не только пространственно, но и музыкально, подчиняясь определенному ритму. В свое время обратили внимание на то, что наиболее квалифицированные наборщики при составлении полосы набора из отдельных букв выполняют круговые движения, которые, на первый взгляд, кажутся менее целесообразными, чем прямолинейные. Между тем круговая (дуговая) линия в большей степени .обеспечивает непрерывность ритма и подчиненность движения определенной ритмической структуре. Поэтому в определенных слу­чаях не самое скорое движение — самое рациональное и не самое короткое движение— тоже самое рациональное. Выявление соответствующих закономерностей организации движения возможно только на основе глубокого психологического анализа деятельности.

§2. Общие требования к органам управления

Каждому типу исполнительных (управляющих) действий оператора свойственны свои биомеханические особенности, учет которых необходим при выборе конструкции и размещении органов управления. Поэтому основное внимание уделяется органам управления, обеспечивающим реализацию решений, принимаемых операторами автоматизированных систем, т. е. обеспечивающим ручной ввод информации, ее вызов на устройство отображения и контроля, установку измеряемых или отсчитываемых величин, а также воздействие на исполнительные органы объектов управления (пуск и остановку механизмов, переключение режимов работы и т. п.). Поскольку различные органы управления могут применяться для осуществления одних и тех же функций, постольку при выборе этих органов следует учитывать удобство их эксплуатации, безопасность, технологичность конструкции, а также принципы технической эстетики. Такой учет представляет собой трудную зада­чу, так как оцениваемые подобным образом параметры органов управления должны, помимо того, обязательно соответствовать антропометрическим и биомеханическим данным. Результаты совокупной оценки, как правило, обобщаются. На их основе создаются стандарты и нормали, хотя многие из этих результатов еще остаются на уровне общих требований.

К общим требованиям относятся следующие. Органы управления выбираются с таким расчетом, чтобы направление их движения соответствовало направлению движения связанного с ними индикатора, элемента оборудования или средства передвижения. Движение органа управления вперед, по часовой стрелке, вправо или вверх, а также нажатие на него должны соответствовать включению оборудования или его элемента, увеличению измеряемой (отсчитываемой) величины, а также движению оборудования или его элементов вперед, по часовой стрелке, вправо или вверх.

Вращающиеся регуляторы клапанов должны открывать клапаны при вращении против часовой стрелки. Органы управления клапанами снабжаются двунаправленными стрелками, показывающими направление закрывания и открывания клапана с соответствующими надписями (например «Открыто», «Закрыто»).

Если воздействия на органы управления осуществляются в определенной последовательности, то органы управления должны быть соответствующим образом сгруппированы. При этом их следует располагать так, чтобы облегчить оператору работу (сохраняя привычный порядок действия — слева направо и сверху вниз). Особо важные и часто используемые органы управления должны иметь наиболее удобное расположение для их досягаемости и захвата. Это относится в первую очередь к вращающимся органам управления и требующим тонкой установки (настройки).

Органы управления, применяемые исключительно для технического обслуживания и регулировки, относятся к категории редко используемых, поэтому они должны быть закрыты, но вместе с тем легко досягаемы.

Органы управления, выполняющие сходные функции, располагаются единообразно на разных панелях. Органы управления, используемые для выполнения одних и тех же функций на различных панелях, должны быть одного и того же размера.

Формы органов управления должны легко идентифицироваться и не иметь острых краев.

Органы управления должны быть удобными и при работе в рукавицах или перчатках. Для этого размеры органов управления дополнительно уточняются. Если необходимо работать вслепую, органы управления должны кодироваться формой или находиться на расстоянии не менее 12 см от соседних органов управления.

Органы управления конструируются и располагаются таким образом, чтобы их нельзя было случайно сдвинуть. Особое внимание обращается на критичные органы управления, неосторожное и случайное перемещение которых может привести к повреждению оборудования, ранению операторов или ухудшению системы. Расположенные на внутренней части панели или открытые органы управления следует защищать от случайного срабатывания. Для защиты органов управления от случайного срабатывания в зависимости от конкретных условий необходимо:

* располагать и ориентировать органы управления таким образом, чтобы оператор при нормальном выполнении своих функций не мог случайно задеть или передвинуть их;
* использовать экранирование и другие способы защиты; обеспечить органы управления надежной блокировкой; создать в органах управления механическое сопротивление (т. е. вязкое или кулоновское трение, нагрузку пружиной или инерцию), чтобы для перемещения органов управления нужно было приложить определенное усилие;
* обеспечивать органы управления замками для предотвращения перехода в запрещенное положение;
* использовать вращающуюся конструкцию органов управления. Автоматический тормоз, который обеспечивает автоматическое переключение системы в некритическое рабочее состояние в случае снятия усилия, применяется во всех случаях, когда оператор не способен выполнить работу, и это может привести к критическому состоянию системы.

§3. Требования к отдельным видам органов управления

Вращающиеся селекторные переключатели. Их следует использовать для дискретного переключения, когда нужно получить три или более фиксированных положения; не рекомендуется их применять для двухпозиционного переключения (кроме случаев, когда визуальная идентификация положения имеет первостепенное значение, а быстрота переключения не критична). Переключатели, постоянно находящиеся в поле зрения оператора, не должны иметь более 24 фиксированных положений.

Вращающиеся селекторные переключатели снабжаются движущейся стрелкой и неподвижной шкалой. Движущаяся стрелка должна иметь форму полоски с параллельными сторонами и заостренным указательным концом. Кодирование стрелок формой можно использовать при ограниченном пространстве и небольшом вращающем моменте, а также в тех случаях, когда несколько вращающихся селекторных переключателей, выполняющих различные функции, расположено на одной и той же панели, что может при­вести к путанице при манипуляциях. Необходимо также учитывать следующие условия:

* там, где это возможно, позиции вращающегося переключателя не следует располагать непосредственно друг против друга;
* в начале и конце диапазона изменения позиций необходимо предусмотреть стопоры;
* механическое сопротивление переключателя должно быть плавным, сначала нарастающим, затем уменьшающимся по мере приближения к фиксированному положению, чтобы переключатель переводился в очередное положение скачком без промежуточных остановок. Влияние трения и инерции должно быть сведено к минимуму.

На вращающихся селекторных переключателях проводится ориентнрная опорная линия. Контраст этой линии с цветом самого переключателя должен составлять не менее 50%. Стрелку переключателя помещают достаточно близко к шкале, чтобы свести к минимуму параллакс между стрелкой и отметками шкалы. При наблюдении из нормального для оператора положения ошибка за счет параллакса не должна превышать 25% расстояния между отметками шкалы.

При манипулировании переключателем оператор должен хорошо видеть шкалу и стрелку переключателя, причем деления на шкале не должны закрываться рукой. Если ручки переключателей находятся слева от оператора и управляются левой рукой, деления на шкале и надписи размещаются сверху и справа от переключателя; если ручки находятся справа от оператора и управляются правой рукой, деления на шкале и надписи располагаются сверху и слева от переключателя. Отметки часто используемых режимов включения на шкале переключателей должны быть расположены в наиболее удобной для обзора части шкалы. Вращающиеся селекторные переключатели следует размещать в оптимальной рабочей зоне.

В случае групповой установки нескольких одинаковых переключателей они лучше различаются при увеличении расстояния между группами, при введении обозначений выполняемых с их помощью функций при установке между ними других органов управления.

Торцевые переключатели. Торцевые переключатели рекомендуется использовать в качестве компактного устройства цифрового ввода- переключения при одновременном считывании вводимых цифр для проверки. Использование таких переключателей для каких-либо иных целей нежелательно.

Торцевые переключатели могут быть как дискретного, так и плавного действия в зависимости от конкретного применения. Каждой позиции торцевого переключателя на его окружности соответствуют слегка вогнутая поверхность либо участок накатки, несколько выступающий по сравнению с остальной поверхностью. Торцевые переключатели-колесики плавного действия должны иметь накатку по всей наружной поверхности.

Торцевые переключатели можно кодировать положением, пометками и цветом (например использованием для колесика с наименее значащей цифрой другого цвета, как в обычных спидометрах). В случае их использования в качестве устройства ввода они должны иметь цветовое кодирование положения «Включено» и «Нормально» для облегчения проверки и контроля.

Конструкция торцевого переключателя должна позволять видеть цифровой отсчет в строку из всех рабочих положений оператора. Торцевые переключатели с дискретным положением снабжаются фиксаторами. Сопротивление этих фиксаторов должно быть плавным, сначала нарастающим, а затем уменьшающимся по мере приближения к фиксированному положению, чтобы переключатель западал в очередное фиксированное положение без задержки.

Расстояние между соседними краями торцевых переключателей должно быть достаточным для того, чтобы предотвратить случайное переключение соседнего переключателя во время нормальной работы.

Поворотные ручки. Они используются тогда, когда требуется прилагать незначительные усилия и когда нужно осуществлять точную регулировку плавно изменяющихся переменных. Если нужно различать положения немногооборотной ручки, на ней предусматривают указатель или метку.

При крайней ограниченности размеров панели размеры ручек должны приближаться к минимальным и сопротивление ручек вращения должно быть как можно меньше, однако случайное прикосновение к «им не должно изменять их положение.

Рукоятки и маховички. Под рукояткой обычно понимается как часть любого органа управления, которую человек непосредственно захватывает рукой (рукоятка тумблера, рычага, кривошипа и т. д.), так и самостоятельный орган управления (собственно рукоятка). Форма собственно рукоятки весьма разнообразна. Они могут быть плоскими, удлиненными, в форме «клювика» и т. д. Характерной особенностью этих рукояток является то, что для вращения их захватывают пальцами с обеих сторон оси.

Собственно рукоятки чаще всего используются для плавной или ступенчатой регулировки параметра, для включения или выключения, а также в качестве многопозиционных переключателей.

Для повышения точности управления сопротивление рукояток усилию оператора должно составлять 0,7—1,2 кг. При их переключении оператор должен ощущать переход через фиксационную точку (точки), но дополнительное усилие в момент перехода должно быть не более 10% основного.

Величина рукояток зависит от прилагаемого усилия. Так, для усилий, равных 0,13—0,19 кг/м, диаметр рукоятки составляет 75 мм, а для усилий от 0,19 до 0,25 кг/м— 100 мм.

Максимальный диаметр рукоятки — не более 140 мм, минимальный — не менее 12 мм. Рекомендуемый диаметр рукояток, захватываемых тремя пальцами, — 10—16 мм. Эти рукоятки позволяют за один перехват произвести поворот на 100—120°.

В случае использования стержневых рукояток для ступенчатого переключения минимальный интервал между позициями должен быть не менее 45°, а каждая из позиций иметь фиксатор. Сопротивление фиксаторов при переводе переключателей из одного положения в другое следует постепенно изменять в пределах от 0,06 до 0,01 кг/м.

Рукоятки для операций регулирования и настройки, не требующих большой точности, могут выполняться в форме ключей, работающих по принципу «больше — меньше», если средняя частота управляющих действий не превышает одного действия за 20—30 с.

Рукоятки ключей окрашиваются в такой же цвет, как и соответствующие им мнемознаки. Рукоятки следует монтировать на панелях пульта так, чтобы рука при этом не закрывала надписей и индикаторов. Поэтому все обозначения и надписи при расположении рукояток слева и управляемых левой рукой должны размещаться сверху и справа от рукоятки, а при размещении рукояток справа и управляемых правой рукой — сверху и слева.

Кривошипные рукоятки применяются главным образом в тех случаях, когда операции управления требуют выполнения многих оборотов, в особенности с высокой скоростью или с приложением большого усилия. При необходимости кривошипные рукоятки можно устанавливать на ручки или маховички: кривошипная ручка служит для быстрого проворачивания, а ручка или маховичок — для точной регулировки. Если кривошипные ручки используются для настройки или других целей, требующих выбора цифр, каждый оборот ручки должен соответствовать значениям, кратным 1; 10; 100 и т. д. Рукоятка кривошипа должна свободно вращаться вокруг своей оси.

Маховички, предназначенные для работы двумя руками, используются, когда вращательное усилие или момент сдвига велики для. работы одной рукой, маховичок в этом случае должен быть снабжен двумя ручками. Для увеличения сцепления с рукой оператора маховичок имеет накатку или рифление.

Маховички должны вращаться по часовой стрелке для выполнения операций «Включено» или «Увеличить» и против часовой стрелки для операций «Выключено» или «Уменьшить». Направление движения указывается на самом маховичке или в непосредственной близости от него стрелкой с соответствующей надписью.

Кнопки и клавиши. Кнопки применяют для быстрого включения и выключения аппаратуры, для ввода цифровой или логической информации и команд, в особенности при частом выполнении этих действий.

Поверхность кнопки должна иметь вогнутую форму, соответствующую строению пальца, и рифление для предотвращения соскальзывания. Для часто используемых кнопок наиболее удобна четырехугольная форма с закругленными углами или закругленной верхней кромкой. Редко применяемые кнопки могут иметь круглую форму. Конструкция кнопки должна обеспечивать оператору ощущение щелчка, слышимый щелчок или и то и другое. Если случайное включение или выключение кнопки может создать аварийную ситуацию, кнопку следует углубить или снабдить защитной крышкой.

Нормальным положением для кнопок клавиш является размещение их на уровне локтя сидящего оператора (локоть согнут под углом 90°, предплечье расположено горизонтально).

Кнопки целесообразно размещать на панели, наклонной к поверхности стола. Оптимальный угол наклона клавиатуры кнопочного пульта составляет 15° к горизонтальной плоскости.

Расстояние между соседними краями кнопок, за исключением кнопок, используемых в клавиатуре, должно быть не менее 12 мм (при работе одним пальцем последовательно не менее 6 мм). Минимальный диаметр кнопок под указательный палец — 9 мм, под, большой — 18 мм.

Усилие нажатия для часто используемых кнопок равно 280— 1100 г, для редко используемых — до 1500 г.

Цвет кнопок должен контрастировать с цветом панели: на панели темного цвета кнопки делают светлыми (белого, серого или бежевого цвета). Светлый фон панели требует окраски кнопок в более темные или яркие насыщенные цвета.

Для ввода цифровой информации часто используются десятиместные кнопочники, каждая кнопка которого служит для ввода в канал связи (ЭВМ) одной цифры. На кнопочнике имеется также^специальная кнопка «Сброс» для отмены неверно набранной информации. Если цифровая информация, предназначенная для передачи, укладывается в пределы одного десятка, кнопочник устанавливается горизонтально, а кнопка сброса размещается справа. Если же требуется передавать многозначные числа, кнопочники устанавливаются вертикально в виде параллельных столбцов так, чтобы одинаковые цифры располагались в одном горизонтальном ряду. Это позволяет набирать цифры по разрядам десятичной (или иной принятой) системы счисления. Нумеровать кнопки следует сверху вниз. Кнопка «Сброс» находится внизу кнопочника. Расстояние между двумя столбцами должно быть не меньше диаметра кнопки.

Для ввода логической или командной информации рекомендуется горизонтальная установка кнопочника с последовательным расположением команд слева направо.

Связь между командами следует кодировать, как правило, формой или цветом кнопок. Для кодирования не рекомендуется использовать более четырех цветов. На всех кнопках должно быть краткое обозначение вводимой информации или команды. Особо важные и аварийные команды вводятся минимальным числом кнопок. Такие кнопки выделяются размером, формой и цветом. Размещаются они в верхней части оптимальной рабочей зоны изоли­рованно от остальных кнопок во избежание случайного их включения.

Для включения и выключения аппаратуры, а также для ввода набранной на кнопочниках информации в канал связи или в ЭВМ (кнопка «Ввод») и для отмены ошибочно введенной информации или команды (кнопка «Отмена») можно использовать как кнопки, так и клавиши.

Клавиша (кнопка) «Ввод» располагается в оптимальной рабочей зоне правее или ниже кнопочников, на которых набирается передаваемая информация. Клавиша (кнопка) «Отмена» имеет тот же размер и форму, что и клавиша «Ввод», но отличается от нее цветом.

Кнопки (клавиши) включения и выключения аппаратуры размещаются на пульте в соответствии с частотой их использования в процессе оперативной работы. Если включения и выключения производятся только до работы и после нее, соответствующие кнопки (клавиши) могут располагаться вне рабочей зоны.

При наличии на панели или пульте большого числа кнопок их рекомендуется группировать. Количество кнопок в группах как по горизонтали, так и по вертикали следует выбирать кратным.

При логическом группировании кнопок и клавиш кнопки рекомендуется размещать под горизонтально расположенной клавишей или справа от клавиши, расположенной вертикально.

Ножные кнопки должны нажиматься подушечками пальцев ног, а не пяткой. Если позволяет место, ножные кнопки следует заменять или дополнять педалями, помогающими определять местоположение органа управления. Рабочие поверхности ножных кнопок снабжаются насечкой для увеличения трения. Конструкция кнопки должна обеспечивать оператору ощущение щелчка, слышимый щелчок, световой или звуковой сигнал. Для выполнения операции «Включение» могут использоваться ножная нажимная кнопка или ножной рычаг-выключатель.

Рекомендуются следующие размеры ножных кнопок: оптимальный размер

* 50—80 мм, величина утапливания —30—50 мм.

Необходимое усилие должно находиться в пределах 2—9 кг. На одном рабочем месте не должно использоваться более двух ножных кнопок.

Выключатели и переключатели типа «Тумблер». Указанные органы управления представляют устройство для коммутации электрических цепей, приводимых в действие переведением приводного элемента из одного фиксированного положения в другое пальцами руки человека-оператора.

Выключатели и переключатели типа «Тумблер» применяются для осуществления операций быстрого включения и выключения, выбора диапазонов в случаях, когда необходим зрительный контроль положения переключателя.

Форма и размеры приводного элемента выключателей и переключателей типа «Тумблер» должны соответствовать антропометрическим данным пальцев человека и физиологическим свойствам, а также обеспечивать максимальное удобство захвата приводного элемента в процессе управления. Форма приводного элемента выключателей и переключателей типа «Тумблер» должна быть конусообразной или цилиндрической (цилиндрическую часть на конце приводного элемента допускается выполнять в виде «шарика» или «лопатки»). Для случаев, когда необходимо кодирование, форма приводного элемента может быть любой, но удовлетворяющей требованиям в плане прилагаемых усилий. Допускается также кодирование цветной меткой на торце приводного элемента.

В выключателях и переключателях типа «Тумблер» при переводе приводного элемента в другую позицию должна быть обратная связь, ощущаемая в виде «щелчка».

Положение приводного элемента выключателей и переключателей типа «Тумблер» «Вверх» или «Вправо» должно соответствовать функциональному состоянию «Включено», а положение приводного элемента «Влево» или «Вниз»

* состоянию «Выключено». При расположении выключателей и переключателей типа «Тумблер» в ряд не допускается расположение такого ряда «по вертикали» или «в глубь» панели от оператора.

Для обозначения функции приводных элементов выключателей и переключателей типа «Тумблер» необходимо применять надписи и символы. Располагать надписи и символы следует на панели управления в непосредственной близости от приводных элементов с любой его стороны при условии, что сами приводные элементы, а также рука человека-оператора не будут перекрывать обозначение во время манипулирования приводными элементами.

По.прилагаемым усилиям переключатели и выключатели типа «Тумблер» делятся на два типа: «легкие» — усилия до 0,7 кг и «тяжелые» — усилия выше 0,7 кг. Размеры приводного элемента зависят от величины прилагаемого усилия и должны соответствовать размерам, приведенным в табл. 14.

Таблица 14

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип  тумблера | Усилие, кг | Длина ПЭ, мм | Диаметр,  мм | Примечшше |
| „Легкий" | 0,2 | 10 | 3 | Тумблеры широкого |
|  | 0,3 | 12 | 5 | применения |
|  | 0,5 | 15 | 6 |  |
|  | 0,7 | 20 | 8 |  |
| „Тяжелый44 | 1,0 | 25 | 10 | Тумблеры спецналь- |
|  | 1,5 | 30 | 12—15 | ного применения |
|  | 2,0 | 35 | 15 |  |
|  | 2,5 | 45—50 | 18 |  |

В двухпозиционном переключателе типа «Тумблер» угол перемещения приводного элемента (по средней линии) из одного положения в другое должен составлять 40/60°, в трехпозиционном — 30/50°.

Для усилий, превышающих 2,5 кг, следует применять выключатели и переключатели типа «Рычаг». На рабочей поверхности приводных элементов1 не должно быть острых кромок и граней.

При размещении тумблеров на панели управления минимальное расстояние между осевыми линиями приводных элементов должно быть 12 мм, при работе в перчатках —25 мм. Если приводные элементы перекидываются в противоположных направлениях, их концы должны быть удалены друг от друга на расстояние не менее чем на 19 мм.

Клавиши с надписями. К этим органам управления предъявляются следующие требования:

* для надежного указания о срабатывании клавиши с надписями должны иметь фиксатор или защелку;
* надпись на клавише должна хорошо читаться при освещении только одной лампой;
* должна предусматриваться проверка подсвета нажимом; лампы подсвета или нити накаливания должны быть резервированы;
* лампы подсвета клавиши с надписями должны заменяться с передней стороны панели; крышки с надписями должны снабжаться направляющими для предотвращения возможности их неправильной установки;

• на пластинке с надписями допускается не более трех строк.

1 Рабочая поверхность приводного элемента — участок его поверхности, непосредственно соприкасающийся с пальцами руки человека-оператора в момент приведения в действие подвижной системы выключателя или переключателя.

Рычаги. Рассматриваются органы управления, предназначенные для выполнения ступенчатых переключений и плавного динамического регулирования одной или двумя руками.

Минимальная длина свободной части рычага управления (вместе с рукояткой) в любом его положении должна быть не менее 50 мм для захвата пальцами и 150 мм для захвата всей кистью.

Форма, размер рукояток рычагов должны обеспечивать максимальное удобство их захвата и надежного удержания в процессе управления. При этом предпочитают рукоятки с плавными округлыми формами (близкими к шаровидной и удлиненно-цилиндрической), тщательно обработанной гладкой или рифленой поверхностью без острых углов и заусенцев. Рукоятки рычагов, используемых в условиях низкой температуры окружающей среды, должны изготовляться из материалов или покрываться материалами, которые обладают низкой теплопроводностью.

Для одновременного выполнения нескольких управляющих действий (более чем в двух измерениях) допускается применять рычаги управления в комбинации и едином конструктивном исполнении с другими типами органов управления (штурвалом, кнопкой, защелкой и др.). Каждый из них должен отвечать своим специфическим эргономическим требованиям.

Рычаги управления необходимо устанавливать на рабочем месте так, чтобы их рукоятки при любом положении рычага находились в пределах зоны досягаемости моторного поля оператора с учетом требований безопасности. Рукоятки рычагов, перемещаемых одной рукой, необходимо размещать на стороне соответствующей действующей правой или левой руке в пределах досягаемости при сгибе ее в локтевом суставе под углом 90—135° и приложении усилия по направлению прямо «на себя — от себя». Рукоятки рычагов, перемещаемых двумя руками, размещают в плоскости симметрии сиденья с отклонениями не более 50 мм. Направление перемещения рукоятки рычага должно определяться в зависимости от характера и особенностей управления при соблюдении соответствия с направлением движения управляемого объекта и соответствующего указателя индикатора.

Для использования рычагов точного и непрерывного регулирования в отдельных случаях (при наличии сотрясений, 'вибраций, ускорений и др.) должна быть обеспечена опора:

* локтю — при больших (широких) движениях кистью с предплечьем;
* предплечью — при движениях кистью; запястью — при движениях пальцами.Кодирование рукояток рычагов управления, в том числе и рычагов специального назначения (аварийных, противопожарных и др.), а также рычагов, объединенных в функциональные группы, необходимо проводить выбором соответствующей формы, размера и цвета, а также расположением. Рычаги управления должны иметь хорошо видимые надписи, обозначающие их назначение, а также указатели положения, направления перемещения и его следствия, помещаемые как непосредственно на рычагах, так и рядом с ними.

Рычаги, применяемые для дискретных (ступенчатых) переключений, должны иметь надежную фиксацию промежуточных и конечных положений. В необходимых случаях конечные положения рычага должны быть ограничены специальным стопором (упором). Рычаги управления должны быть установлены так, чтобы при их перемещении исключалась возможность случайного включения (выключения) смежного рычага.

Основные размеры рукояток рычагов управления в зависимости от их форм и способа захвата должны находиться в пределах, указанных в табл. 15. Значения усилий, прилагаемых к рукояткам рычагов управления, в зависимости от способа их перемещения и частоты использования должны соответствовать приведенным в табл. 16.

При перемещении рычага чаще 2 раз в 1 мин прикладываемое к рукоятке усилие должно быть не более 50% от указанного в табл. 16. Усилие, прикладываемое к рукоятке рычага ручного привода в момент запирания заторного органа или сдвиге (перемещении), не должно превышать 45 кГс.

**Таблица 15\***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Форма рукоятки | Диаметр, мм | | | | Высота, мм | | | |
| для захвата пальцами | | для захвата кистью | | для захвата пальцами | | для захвата кистью | |
| предель­ные зиа- чення | л §!  ОТ  ОТ X  Цг  5х£ | предель­ные зна­чения | оптималь­ные значе­ния | предель­ные значе­ния | оптималь­ные значе­ния | предель­ные зна­чения | оптималь­  ные зна­чения |
| Округлая (шаровидная, грушевидная, коническая и др.) | 10—40 | 30 | 35-50 | 40 | 15—60 | 40 | 40—60 | 50 |
| Удлиненная (веретено­образная, цилиндриче­ская и др.) | 10—30 | 20 | 20—40 | 28 | 30—90 | 50—60 | 80—130 | 100 |

**\* Для грушевидной, конической и веретенооб|>а:мюй рукояток приводятся размеры наибольших диа­метров, для шаровидной—только диаметры.**

Интервалы между рукоятками смежных рычагов управления,, расположенных в одной плоскости, должны быть не менее: 50 мм— при перемещениях одной рукой последовательно или в случайном порядке; 100 мм — при перемещении одновременно двумя руками; 130 мм — при работе в рукавицах или перчатках; 150 мм — при отсутствии визуального контроля за рычагами.

**Таблица 16**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Способ перемещения рычага | Частота использования | |
| более 5 раз за смену | менее 5 раз за смену |
| усилие в кГс, не более | |
| Пальцами | 1, | 3 |
| Кистью | 2 | 4 |
| Кистью с предплечьем | 3 | 6 |
| Всей рукой | 6(4) | 15(7) |
| Двумя руками | 9 | 25(14) |

**В скобках указано значение усилия при движениях .вправо-влево\* п .вверх-вниз\*.**

Педали. Эти органы управления часто используются в конструкции рабочих мест транспортных средств, когда руки оператора заняты. Педаль служит как для ввода дискретных сигналов, так и для непрерывного регулирования параметров. При небольшой точности действий с помощью педалей могут быть получены значительные усилия.

Педали конструируются таким образом, чтобы они возвращались в нулевое положение после прекращения действия на них силы.

Когда угол педали с горизонтальной плоскостью составляет более 20°, следует использовать опору для пятки. Педали должны быть покрыты нескользким материалом. Их длина и ширина должны быть примерно равны максимальным размерам стопы (в соответствующей обуви).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бернштейн Н. А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. AL, «Медицина», 1966.
2. Биологические аспекты кибернетики. М., Изд-во АН СССР, 1962.
3. Гордеева Н. Д., Девишвили В. М., 3инченкоВ. П. Микроструктурный анализ исполнительной деятельности. М., изд. ВНИИТЭ, 1975.
4. Донской Д. Д. Биомеханика. М., «Просвещение», 1975.
5. Запорожец А. В. Развитие произвольных движений. М., Изд-во АПН РСФСР, 1960.
6. 3 а п о р о ж е ц А. В., В е н г е р А. В., 3 и н ч е н к о В. П., Р у з с к а я А. Г. Восприятие и действие. М., «Просвещение», 1967.
7. Зинченко В. П., Верти л ее Н. Ю. Формирование зрительного образа. М., Изд-во Моск. ун-та,

1969.

1. Коси лов С. А. Физиологические основы НОТ. М., «Экономика», 1969. 9. Леонтьев А. Н., Запорожец А. В. Восстановление движения. М., «Советская наука», 1945.
2. Ломов Б. Ф. Человек и техника. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1963.
3. Любомирский Л. Е. Управление движениями у детей и подростков. М., «Педагогика», 1974.
4. Мойкии Ю. В. Особенности становления сложных трудовых двигательных навыков. Канд. дис. М., 1968.
5. Розе Н. Н. Психомоторика взрослого человека. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1970.
6. Руководство по физиологии труда. Под ред. М. И. Виноградова. AL, «Медицина», 1969.
7. Сеченов И. М. Очерки рабочих движений человека. М., 1900.
8. Смирнов Е. Л. Справочное пособие по НОТ. М., «Экономика», 1973. .17. Ш ер pep Ж. Физиология труда. Пер. с франц. Под ред. 3. М. Золиной. М., «Медицина», 1973.
9. Учет факторов среды при оптимизации системы «человек—машина»

§ 1. Основные направления работ, термины и определения

В эргономике, рассматривающей человека (группу людей), машину и среду как сложное, функционирующее целое, уделяется большое внимание изучению факторов среды. При. этом эргономика руководствуется положениями и использует данные гигиены труда, которая изучает влияние на организм человека трудовых процессов и окружающей человека производственной среды и разрабатывает гигиенические нормативы и мероприятия для обеспечения благоприятных условий труда и предупреждения профессиональных болезней. Вместе с тем эргономика ставит перед гигиеной труда и совместно с ней решает целый ряд новых проблем, связанных с рассмотрением факторов среды во взаимосвязи с другими компонентами системы с целью оптимизации деятельности человека и функционирования системы в целом. Так, проблемы, которые находятся в центре внимания эргономики при разработке стандартов на показатели окружающей производственной среды, рассмотрены на примере подготовки стандартов на шум. К ним относятся: влияние разных типов шума на скорость и точность решения интеллектуальных задач, использования непрерывного тонового шума для маскировки импульсных шумов; специальные языки звуковой коммуникации в условиях шума; модификация разборчивости речи с помощью громких возгласов или усиливающих устройств; влияние временных пороговых сдвигов на речь и разборчивость акустических сигналов в условиях шума; проектирование акустических сигналов с учетом акустических характеристик среды [36].

В эпоху научно-технической революции происходят существенные изменения как условий жизни человека, так и представлений об оптимальности этих условий [17]. Существуют различные толкования понятия и сущности условий труда. Под условиями труда понимается совокупность факторов производственной среды, оказыва-ющих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда. Условия труда — это сложное объективное общественное явление, формирующееся в процессе труда под воздействием взаимосвязанных факторов социально-экономического, тех\* нико- организационного и естественно-природного характера и влияющее на здоровье, работоспособность человека, его отношение к труду, степень удовлетворенности трудом, эффективность и другие экономические результаты производства,. на уровень жизни и всестороннее развитие человека как главной производительной силы общества и социалистической личности [6, 12].

НИИ труда совместно с другими институтами разработали классификацию факторов, воздействующих на формирование условий труда, которая включает три аспекта: социально-экономический, технико-организационный и естественно-природный. Реально существует большое разнообразие элементов, составляющих условия труда на предприятиях различных отраслей народного хозяйства. В предлагаемой схеме элементы условий труда разделены на четыре группы [6, 12].

Первая группа — санитарно-гигиенические элементы (микроклимат, освещенность, механические колебания, излучения и др.), составляющие характеристики внешней среды рабочей зоны, создающейся под воздействием функционирования орудий и предметов труда, а также технологических процессов. Эти элементы оцениваются количественно и нормируются. Их отрицательное влияние может коррегироватьея при помощи различных мер защиты.

Вторая группа — психофизиологические элементы (физическая нагрузка, нервно-психические напряжения, рабочая поза и др.), обусловленные условиями труда; элементы данной группы, кроме динамической работы, являющейся составной частью физической нагрузки, не 'нормируются. Для лих еще нет стандартных общепринятых единиц измерения.

Третья группа —эстетические элементы, раскрывающие, какие элементы процесса производства и труда могут вызывать эстетическое отношение и в каких единицах оно может измеряться. Полный перечень эстетических элементов и их параметров выражает общую эстетическую составляющую условий труда, которая, будучи измеренной, позволяет в дальнейшем более полно оценивать количественное состояние условий труда. Имеются примеры определения: эстетического уровня отдельных элементов условий труда с по­мощью методов экспертной оценки. Четвертая группа — социально­психологические элементы, составляющие характеристики так называемого «психологического» климата, в котором протекает процесс труда, а также некоторые социальные характеристики трудового процесса. Эта группа порож­дается общей для всех групп причиной — социально-экономическими отношениями в обществе, в том числе отношением к труду. Элементы этой группы пока еще не имеют единиц измерения, нет на них норм и стандартов.

В стандарте на общие эргономические требования к системе «человек — машина» применяется термин «обитаемость», под которым понимают совокупность физических, химических, биологических и эстетических факторов внешней среды на рабочем месте, влияющих на функциональное состояние человека-оператора, его работоспособность и здоровье.

Комфортным называется состояние внешней среды на рабочем месте, обеспечивающее оптимальную динамику работоспособности, хорошее самочувствие и сохранение здоровья работающего человека. Относительно дискомфортным называется состояние внешней среды на рабочем месте, которое при воздействии в течение определенного интервала времени обеспечивает заданную работоспособность и сохранение здоровья, но вызывает у человека неприятные субъективные ощущения и функциональные изменения, не выходящие за пределы нормы. Экстремальным называется состояние внешней среды на рабочем месте, которое приводит к снижению работоспособности человека и вызывает функциональные изменения, выходящие за пределы нормы, но не ведущие к патологическим нарушениям. Сверхэкстремальным называется состояние внешней среды на рабочем месте, которое приводит к возникновению в организме человека патологических изменений (или невозможности выполнения работы). Оптимальным значением фактора называется такое, которое обеспечивает создание комфортной внешней среды на рабочем месте. Предельно допустимое значение фактора обеспечивает создание относительно дискомфортной внешней среды на рабочем месте, а предельно переносимое значение фактора ведет к созданию экстремальной внешней среды на рабочем месте.

В Советском Союзе большой размах придан исследованиям в области физиологии и гигиены труда, работам по гигиеническому нормированию факторов производственной среды. Достаточно сказать, что только за годы девятой пятилетки около 100 учреждений, работающих на единому плану, подготовили 25 государственных стандартов на гигиенические требования и методы измерения, 58 санитарных правил для отдельных производств и отраслей промышленности, обосновали гигиенические нормативы для различных производственных факторов (в том числе 223 предельно допустимых концентраций пыли в воздухе производственных помещений), разработали 311 гигиенических рекомендаций.

. Разработка эргономических стандартов на показатели окружающей среды предусматривает решение следующих трех групп вопросов: 1. Кто подвержен и каким влияниям? 2. Какая комбинация продолжительности воздействия и факторов среды вызывает эти влияния? 3. Каковы допустимые, приемлемые и оптимальные условия среды с точки зрения этих влияний? [36].

Первый вопрос предполагает несколько подвопросов, касающихся индивидуальных характеристик (возраст, пол, соответствие, обучение, адаптация, акклиматизация, регулярная или периодическаяподверженность) и характеристик возможных влияний (безопасность, здоровье, эффективность, комфорт). Второй вопрос связан с точным определением каждого типа влияния и оценки всех факторов, имеющих отношение к данной проблеме, а также ориентирует на точное знание физических, физиологических и психологических механизмов воздействия на организм факторов среды. Третий вопрос имеет отношение к принятию решения об относительной важности различных влияний, если это требуется ввиду разного взаимодействия этих влияний [36].

При эргономическом подходе необходимо определить, как влияет нормируемый фактор на четыре основных компонента деятельности человека: 1) интенционный компонент (мотивация, готовность выполнять работу и т. д.); 2) операционный компонент (сам процесс деятельности, ее эффективность); 3) активационно-регуляторный компонент (состояния, регулирующие специфическую деятельность); 4) базовый компонент (состояние физических функций, обеспечивающих неспецифическую работоспособность [9]), при этом необходимо обеспечить многомерный учет комплекса воздействующих факторов и научнообоснованную их субоптимизацию.

Наряду с разработкой гигиенических стандартов и санитарных норм подчеркивается важность другого аспекта проблемы — проектирования техники с учетом минимума влияния ее на окружающую человека среду и, в частности, разработки технических средств обеспечения комфортных для человека значений параметров окружающей среды. Наибольших успехов в решении этих задач в настоящее время добились конструкторы пилотируемых космических кораблей. С увеличением длительности полетов и числа космонавтов, входящих в экипаж, проблемы создания оптимальных условий работы и быта на борту космических аппаратов приобретают еще большее значение [3].

Специальные системы жизнеобеспечения, функцией которых является поддержание на борту космического корабля гигиенических допустимых условий жизнедеятельности космонавтов, вполне пригодны для решения многих «земных» задач, связанных с поддержанием благоприятных для человека условий окружающей среды [17]. В результате специальных исследований, проведенных в целях обоснования систем жизнеобеспечения космических кораблей, сформулированы и вошли в широкую практику нормативы ряда параметров среды обитания человека и выполнен ряд работ, имеющих прямую связь с гигиенической практикой в широком смысле этого слова [3].

Большое внимание уделяется дальнейшей разработке теоретических вопросов гигиенического нормирования факторов адаптации организма к действию производственных факторов, комбинированного и комплексного их воздействия, отдаленных и специфических эффектов воздействия производственных факторов [10, 11]. Продолжаются комплексные исследования в условиях производства, эксперимента и клиники воздействия на работающих вибрации и шума, исследуется биологическое воздействие низкочастотного про­изводственного ультразвука {1, 2].

Разработке новых, более эффективных методов и способов борьбы с чрезмерным шумом в промышленности, на транспорте и в быту будут способствовать научные исследования, проводимые в следующих направлениях: 1) дальнейшая разработка критериев для научного регламентирования шума с учетом: необходимости ограничения действия шума по времени в зависимости от пола, возраста и исходного функционального состояния человека; индивиду­альной чувствительности к шуму, суммарного (дозового) действия производственных и бытовых шумов; комбинированного действия шумового и других факторов среды; 2) разработка прогностических методов, позволяющих на этапах первоначального профессионального отбора выявлять лиц с повышенной чувствительностью к шуму; 3) уточнение глубины поражений, вызываемых чрезмерным шумом; проведение работ по изучению влияния шума на систему генетической информации у человека; изучение сущности не­благоприятных изменений, вызываемых шумом на субклеточном и молекулярном уровнях; 4) уточнение патогенеза шумовой болезни с учетом комбинированного действия шума и других профессиональных факторов [14, с. 49].

Обращается внимание на необходимость проведения исследований, направленных на углубление имеющихся знаний в области вибрационного воздействия: определение сущности неблагоприятных изменений на

молекулярном уровне, выявление генетических последствий вибрационного стресса, особенностей действия вибрации сложного спектра, влияние на операторскую деятельность, зрительную работоспособность. В области нормирования вибрации необходимы дальнейшее изучение количественных функциональных зависимостей между физическими характеристиками действующего фактора и вызываемыми им патофизиологическими сдвигами, а также более точное описание процессов адаптации и ее срыва. Выдвигается задача постепенного перехода от норм, не вызывающих патологии, к нормам эргономическим, обеспечивающим оптимальные условия для наиболее продуктивного труда при наименьшем напряжении функциональной деятельности организма. Эргономические характеристики вновь проектируемых машин должны учитывать влияние вибрации в сочетании с другими факторами обитания и деятельности человека на производительность труда, утомляемость и работоспособность, точность выполнения сложных рабочих операций, а также безопасность труда [15]. Проводятся исследования по изучению вибрации не только как неблагоприятного, но и лечебного фактора [13].

Изучение влияния электромагнитных полей радиочастот на целостный организм, его иммунибиологическую реактивность и наследственность становится все более актуальным в связи с тем, что уровни интенсивности электромагнитных излучений с каждым годом возрастают [8]. Изучение физиологических функций персонала, работающего в условиях контакта с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений, имеет также очень важное значение как для выявления ранних изменений в состоянии здоровья и работоспособности под влиянием указанных факторов, так и для предупреждения утомления и связанных с ним возможных ошибок работающего человека [20].

Осуществляются клинико-физиологические исследования новых форм труда, связанных с гиподинамией. Важное значение приобретают психофизиологические исследования трудовой деятельности, связанной с необходимостью длительного пребывания в пространстве малого объема, ограничивающем движения человека (гипокинезия), доставляющем человеку весьма бедные и однообразные впечатления (сенсорная изоляция), значительно суживающем возможности общения человека с другими людьми (изоляция от привычной социальной среды) [22]. В изучении гипокинезии выделяется несколько направлений — своеобразие деятельности организма в условиях ограничения мышечных движений, значение такого ограничения для интеллектуальных процессов, определение оптимума двигательной активности и последствия нарушения оптимума [27]. Большое внимание уделяется полному обеспечению на основе санитарно-гигиенических исследований здоровых условий труда при комплексной автоматизации производства [23].

Исследуется состояние сердечно-сосудистой системы при действии различных производственных факторов. Для обоснования соответствующих гигиенических нормативов производится экспериментальное изучение токсичности новых химических веществ и исследование физических факторов, в том числе лазерного излучения. На основе достигнутых успехов в обосновании гигиенических нормативов микроклимата ставится задача разработки диф­ференцированных нормативов для основных отраслей производства, для работ с различной степенью нервно-эмоционального напряжения. Разрабатываются дифференцированные нормы микроклимата с учетом особенностей терморегуляции организма женщин и лиц старшего возраста [10, 11, 33].

Разработка комплексной проблемы света как элемента жизненной среды человека открывает новые возможности для развития и совершенствования принципов освещения и создания единой методики его проектирования. Целенаправленное использование психофизиологических,

морфофункциональных, некробиотических и эстетических действий света на человека позволяет добиваться оптимизации световых параметров жизненной среды, что, в свою очередь, обеспечивает повышение производительности промышленного и управленческого труда, снижение числа и продолжительнос­ти заболеваний (особенно во время инфекционных эпидемий), улучшение условий труда и отдыха, сохранение здоровья людей (35).

Обсуждается вопрос о целесообразности выделения различных уровней нормирования. Предельно допустимые уровни фиксируются, как это предусматривается действующими санитарными нормами, для загрязнения воздуха, шума, радиации и других неблагоприятных факторов. При этом обращается внимание на целесообразность варьирования предельных уровней в зависимости от длительности воздействия или его суммарной величины. Для ряда факторов: напряженности, монотонности труда, для освещения и микроклимата предлагается выделять два уровня — границы оптимального диапазона и наряду с этим пределы допустимых отклонений [28]. В. И. Медведев обосновывает необходимость выделения четырех уровней нормирования гигиенических факторов среды: оптимальный, допустимый, предельный, предельно переносимый [16].

Большое место отводится разработке практических рекомендаций, направленных на улучшение условий труда женщин, включая физиолого­гигиеническое обоснование мероприятий по рационализации технологии, конструкции оборудования, рабочей мебели и средств индивидуальной защиты с учетом анатомо-физиологических особенностей женского организма. Намечается расширение и углубление исследований, связанных с разработкой гигиенических рекомендаций по использованию труда инвалидов и престарелых. Использование государственных стандартов на гигиенические требования и санитарных нормативов при эргономическом проектировании и оценке технических средств является необходимым, но не достаточным условием создания современной техники с точки зрения учета человеческого фактора. Объясняется это следующими обстоятельствами. «Во-первых, нормированы далеко не все неблагоприятные факторы (например, не учитывается физическое и психическое напряжение). Во-вторых, ряд санитарных норм и ГОСТов является временным компромиссом между современным состоянием эксплуатируемой техники и обеспечением безопасности труда (нормы по пыли и шуму). В-третьих, нормы не всегда учи­тывают вредные факторы, влияющие на организм человека самостоятельно и усиливающие одно действие другим. В-четвертых, нормы чаще всего не регламентируют время и характер контакта рабочего с неблагоприятным фактором. И, наконец, в-пятых, разные машины могут иметь разную степень соответствия тем или иным требованиям санитарных норм ... Кроме того, обычно в критериях нормированные величины различных факторов условно принимаются физиологически равнозначными, что не совсем правомерно» [4, с. 68].

Обращается внимание на важность физиолого-гигиенических исследований в эргономике [4, 24 и др.], которые в органическом сочетании с использованием нормативно-технических документов позволяют более эффективно решать задачи оптимизации систем «человек (группа людей) — машина — производственная среда». Одновременно подчеркивается, что для эргономики крайне необходимы клинико-физиологические наблюдения за рабочим при мно­голетней эксплуатации машины. Оценивая машину при коротком периоде ее воздействия, как это принято в физиологических исследованиях, можно подвергнуть изучению, по существу, только характер первой встречи работающего человека с комплексом факторов. Заслуживает внимания опыт работы лаборатории функциональной диагностики, организованной на одном из заводов Новосибирска Институтом горного дела СО АН СССР совместно с медико-санитарной частью, с целью осуществления длительного комплексного изучения влияния профессиональной нагрузки на динамику физиологических показателей рабочего и выявления на этой основе наиболее неблагоприятных по условиям труда типов машин, операций, отдельных рабочих мест и участков [4].

Представляется перспективным комплексное, динамическое, социально­гигиеническое изучение роли условий труда и семейно-бытовых факторов в формировании уровней заболеваемости с временной утратой трудоспособности, инвалидности и физического развития женщин, работающих в текстильной промышленности. В работе впервые освещается роль не только условий труда, но и быта в формировании здоровья текстильщиц [7].

Отмечается, что при производственных исследованиях, направленных на оценку влияния условий труда на организм человека, как правило, изучают динамику самых общих физиологических показателей (анализ артериального давления, изменения частоты пульса, частоты дыхания, минутного объема дыхания, зрительно-моторной реакции, мышечной силы и выносливости и некоторых других показателей) и не подвергают исследованию функциональные системы в целом. «Практически важное значение исследований на производстве связано с тем, что, во-первых, комплексное функциональное исследование основных жизнеобеспечивающих систем может способствовать выявлению механизмов воздействия неблагоприятных условий на организм человека, адаптационные возможности которого, как известно, существенно отличаются от организма животного, служащего до сих пор основной моделью для выяснения адаптационных, камуляционных и раздражающих свойств химических соединений. Во-вторых, значение обследований работающих в момент совершения ими производственных операций связано с тем, что проведение комплексных исследований содействовало бы созданию методического комплекса, позволяющего оценивать состояние функциональных

систем как единства органов и регулирующих их нейрогуморальных механизмов, и на основании данных, полученных с его помощью, решать практические и теоретические задачи по раскрытию взаимоотношений «человек — условия труда» [34, с. 27].

В связи с проблемами изучения здорового человека и так называемой «физиологической нормы» все острее ощущается необходимость в новых комплексных методологических подходах для оценки сложных взаимосвязей отдельных систем в реакциях организма как целого. «Исследования, осуществляемые в процессе трудовой деятельности человека, являются основной задачей комплексного изучения здорового человека. Здесь необходимость комплексного подхода выступает особенно ярко, поскольку даже самое детальное изучение отдельных систем и органов не может дать представления о реакциях организма как целостной системы, обеспечивающей тот или иной вид деятельности» [19, с. 343].

Комплексный подход к изучению висцеральных систем с позиций адаптации целостного организма к факторам среды позволил установить, что оценку и прогнозирование работоспособности человека необходимо осуществлять с обязательным учетом резервов вегетативно-биохимической регуляции [19].

Для теории и практики эргономики представляется важной проблема соотношения инженерно-психологических и физиолого-гигиенических рекомендаций при оптимизации систем «человек — машина». Однако до сих пор отсутствует планомерная систематическая работа в этом направлении и прежде всего в изучении фундаментальной проблемы взаимосвязи между физиологическими функциями, лежащими в основе жизнедеятельности организма, и психическими процессами, обусловливающими целенаправленную трудовую деятельность [26]. Проводятся работы по созданию методики эргономического комплексного анализа, которая приобрела бы статус стандарта в области гигиены труда [37].

Высказывается мысль о том, что в перспективе необходима разработка «матрицы соответствия» параметров человека с многомерным пространством условий среды в широком смысле слова. Только на этой основе возможно создание индустрии эксперимента [25]. Одной из важных задач становится разработка теории систем жизнеобеспечения широкого назначения, наиболее развитым разделом которой является теория космических систем жизнеобес­печения [17].

§ 2. Общая характеристика факторов среды

Эргономика рассматривает среду системы «человек — машина» как интегральное целое и изучает ее влияние на функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека, от которых во многом зависит эффективность функционирования системы в целом. Среда системы имеет сложное, многоуровневое строение. Выделяют санитарно-гигиенический,

293

психофизиологический, эстетический и социально-психологический уровни формирования среды, для каждого из которых установлена определенная номенклатура элементов, его образующих. В эргономике используется схема классификации элементов, составляющих условия труда, о которой уже упоминалось. При проектировании систем «человек — машина» ориентируются на оптимальные для жизнедеятельности и работоспособности человека параметры элементов, составляющих условия труда. Обязательным при этом является соблюдение требований, содержащихся в системе стандартов безопасности труда (ССБТ), стандартов системы «человек — машина» (СЧМ), стандартов на термины и номенклатуру эргономических показателей качества продукции, санитарных нормах и правилах.

Основными факторами, создающими дискомфортные метеорологические условия в производственных помещениях, являются повышенная или пониженная температура воздуха, лучистая энергия, часто в сочетании с высокой влажностью и интенсивным движением воздуха. Патогенетическим механизмом, определяющим всю картину изменений состояний человека при указанных дискомфортных условиях, является изменение теплообмена и возникающее в связи с этим охлаждение или перегревание организма. Наблюда­ется прямая зависимость между уровнем перегрева и степенью, нарушения деятельности, однако часто это нарушение значительно отстает во времени. При переохлаждении наблюдаются более линейные сдвиги, когда по мере нарастания выраженности вегетативных и мышечных реакций происходит постепенное ухудшение профессиональной деятельности [9].

Для большинства людей комфортными являются условия при температуре окружающей среды примерно на уровне 20—22СС, влажности в пределах 30— 60% и скорости движения воздуха не более 0,2 м/с.

Метеорологические условия (оптимальные и допускаемые температуры, относительная влажность и скорость движения воздуха) рассчитываются для рабочей зоны производственных помещений в соответствии с санитарными нормами (СН 245—71).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Таблица 17  С кома классификации элементов, составляющих условия труда | | |
| Элементы, составляющие | Параметры, характеризующие | Единицы измерения |
| условия труда | основные свойства элемента | элемента |
| I. Санитарно-гигиенические элементы | | |
| Освещенность |  |  |
| естественная | Уровень освещенности | к. е. о. |
| искусственная | То же | лк |
| Вредные вещества | Концентрация компонентов в воздушной среде | мг/м\* |
| пары газы а эрозолн  Микроклимат |  |  |
| температура воздуха | Теплонасыщенность | °С |
| относительна я в лаж- | Влагонасыщенность | % |
| ность воздуха |  |  |
| скорость движения воз- | Подвижность воздушной сре- | м/с |
| духа | ды |  |
| Механические колебания |  |  |
| вибрация | Частота | Гц |
| Амплитуда | мм |
|  | Колебательная скорость | дБ |
| шум | Частота октавных полос | 1ц |
|  | Уровень звукового давления | дБ |
|  | Уровень звука | дБА |
| ультразвук | Частота октавных полос | Гц |
| Излучения | Уровень звукового давления | дБ |
|  |  |
| инфракрасные | Длина волны | ммк |
|  | Интенсивность излучения | кал/см\*, мин |
| ультрафиолетовые | Длина волны | мик |
| ионизирующие | Скорость радиоактивного ра­спада | бзр |
| электромагнитные | Длина волны | дм, м, мм, см |
| волны радиочастот | Частота колебании | Гц, кГц, МГц |
| Атмосферное давление |  |
| повышенное | Давление в рабочей камере | аты |
|  | Высота над уровнем моря | м |
| пониженное | Барометрическое давление | мм рт. ст. |
| Профессиональные инфекции и биологические агенты |
| микроорганизмы (бакте- | Степень опасного воздей- | баллы |
| рии, вирусы, рнккет- | ствня на организм чело- |  |
| сии, спирохеты, грлб- | века |  |
| кн, простейшие) |  |  |
| профессиональные нн- | То же |  |
| фекцнн (инфекционные заболева ния—бруцел- |  |  |

лез, лихорадка, туля­ремия, сибирская яз­ва, анкилостомоз

И др )

микроорганизмы (расте­ния, животные)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Элементы, составляющие | Параметры, характеризующие | Единицы измерения |
| условия труда | основные свойства элемента | элемента |

***Продолженис табл. 17***

экспертная оценка балдах

то же \_

я я

я я

я я

Я Я

Гармоничность светоивето- г.ой композиции

Гармоничность звуковой сре ды

Ароматичность запахов

Композиционная согласован • ность природного пейзажа

Композиционна я целостность интерьеров рабочих поме­щении

Композиционная согласован­ность комп юксов техноло­гического оборудования

Эстетический уровень свето­цветовой композиции в ра­бочей зоне

Эстетический уровень звуко­вой среды в рабочей зоне Степень ароматичности за­пахов воздушной среды Эстетический уровень при­родного пейзажа в зоне обзора работающими Эстетический уровень ин­терьеров рабочих помеще­ний (экстерьеров зданий и сооружений)

Эстетический уровень техно­логического оборудования

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Физическая нагрузка | Энерготраты | ккал/ч |
| Рабочая поза | Грузооборот за смену | кгм |
| Удобство позы при выпотне- | описательная характе- |
| Нервно-психическая нагрузка | ннн работ | рчетика, баллы |
| Интеллектуальная нагрузка | баллы |
|  | Нервно-эмоциональное на - пряжение | я |
| Монотонность трудового про- | Напряжение зрения | категория точности  работы |
| Уровень разнообразия и темп | баллы |
| цесса | труда |  |
| Режим труда и отдыха |  |
| внутрисменный | Длительность и распределе- | мин |
| суточный | иие перерывов на отдых и обед | • |
| Работа в ночное время; дли­тельность рабочих смен | ч |
| недельный | Длительность выходных дней | дни |
| годовой | Длительность отпуска | дни |
| Травмоопасность | Степень взрывоопасности,  пожароопасность, сейсми­ческая опасность, опас­ность травмирования дви­гающимися частями машин и оборудования | баллы |
|  | Соответствие объема и пло­шали производственных по­мещений санитарным нор­ма м | м3 и м\* |

***II. Психофизиологические («.трудовые\*) элементы***

***III. Эстетические элементы***

Системы отопления и системы кондиционирования следует устанавливать так, чтобы ни теплый, ни холодный воздух не направлялся на людей, работающих в помещении. На производстве рекомендуется создавать динамический климат с определенными перепадами показателей, тренирующий терморегуляционный аппарат и тонизирующий первую систему. Установлено, что «щадящий температурный комфорт», «тепличные условия» могут действовать как монотонный раздражитель, вызывающий тормозное состояние. Однако температура воздуха у поверхности пола и на уровне головы не должна отличаться более чем на 5°.

В производственных помещениях, помимо естественной вентиляции, предусматривают приточно-вытяжную вентиляцию. Оптимальным вариантом является кондиционирование воздуха, т. е. автоматическое поддержание его состояния в производственных помещениях в соответствии с определенными требованиями (заданная температура, влажность, чистота) независимо от изменения состояния наружного воздуха и условий в самом помещении. Кондиционирование воздуха необходимо, если температура воздуха в помещении в течение длительного времени превышает 29°С. Выбор способов вентилирования определяется в значительной степени характером внешней среды, обусловленным в основном технологическими процессами производства.

***Продилженис табл. 17***

**Единицы измерения  
элемента**

**Элементы, составляющие  
условия труда**

**Параметры, характеризующие основные свойства элемента**

Композиционная согласован­ность комплексов допол­няющих объектов

Гармоничность рабочих поз и трудовых движений

Эстетический уровень малых форм, средств визуальной коммуникации, озетенения и декоративно-художест­венных объектов, разме­щенных в рабочих поме­щениях

Корректировка конструктив­ных решений оборудования рабочих мест

Отработка траекторий, ритма и вариативности трудовых движений

экспертная оценка в баллах

***IV. Социально-психологические элементы***

Сплоченность коллектива

Характер межгруиповых от­ношений в коллективе

Уровень взаимозаменяемости в процессе труда, товари­щеской взаимопомощи, дисциплина труда Уровень конфликтности (сплоченности)

социометрическая оценка в баллах

То же

Факторами, ухудшающими на производстве внешнюю и особенно воздушную среду, могут быть следующие: 1) выделение тепла (конвекционного и лучистого); 2) выделение влаги (водяных паров) ; 3) выделение газов и паров химических веществ общетоксического или раздражающего действия; 4) выделение токсической и нетоксической пыли; 5) выделение радиоактивных веществ; 6) различные комбинации указанных выделений [31]. Оптимизация воздушной среды на производстве предполагает значительное уменьшение содержания различных химических токсических веществ в воздухе по сравнению с предельно допустимыми их концентрациями, которые не могут быть признаны оптимальными [21]. Идеальным является положение, когда эти концентрации приведены к нулевым значениям.

Острые и хронические изменения функционального состояния человека происходят под влиянием химических факторов. При хроническом воздействии более выражены неспецифические изменения, связанные с рядом расстройств нервной системы, появлением разнообразных субъективных симптомов (болей, раздражительности, нарушения сна и т. п.)- При этом состоянии отмечается значительное снижение продуктивности трудовой деятельности, особенно во вторую половину рабочей смены [9].

Рациональное освещение производственных помещений — один из наиболее важных факторов, от которых зависит эффективность трудовой деятельности человека. Без рационального освещения не могут быть созданы оптимальные условия для общей работоспособности человека и тем более для эффективного функционирования зрительной системы. Последнее обстоятельство приобретает особую значимость для тех профессий, в которых зрительная система играет главную роль в трудовой деятельности, испытывает большие нагрузки и зачастую является источником ошибок.

Исследованиями, проведенными в лабораторных условиях и на производстве, доказано, что улучшение освещения приводит к повышению производительности труда. Причем происходит это благодаря совершенствованию условий труда, а не в результате его интенсификации.

Освещение производственного помещения должно отвечать ряДу общих требований. Важно правильно выбрать источник света и систему освещения, а также предусмотреть меры защиты от слепящего действия света и устранения бликов. Необходим достаточный уровень освещенности рабочих поверхностей. Освещенность должна соответствовать характеру выполняемой работы (нельзя считать общее освещение удовлетворительным для всех работ).

В 1971 г. Госстрой СССР утвердил раздел П-А. 9-71 Строительных норм и правил (СНиП) «Искусственное освещение. Нормы проектирования». Существенно повышены (в 2—3 раза) нормы освещенности при системе комбинированного освещения для точных зрительных работ. В несколько меньшей степени (в 1,5—2 раза) увеличены нормы освещенности при одном общем освещении для работ большей и средней точности. В нормах регламентируются новые качественные и количественные характеристики осветительных установок: показатель ослепленности и показатель дискомфорта ( в целях ограничения слепящего действия светильников общего освещения впроизводственных и общественных зданиях), коэффициент пульсации освещенности (для производственных помещений, освещаемых газоразрядными лампами, питаемыми переменным током промышленной частоты) и др.

Искусственное освещение может быть общим и комбинированным (когда к общему освещению добавляется местное освещение концентрирующее световой поток непосредственно на рабочих местах).

Общее освещение подразделяется на общее равномерное освещение (при равномерном распределении светового потока без учета расположения оборудования) и общее локализованное освещение (при распределении светового потока с учетом расположения рабочих мест).

Искусственное освещение может быть двух видов: рабочим и аварийным. Аварийное освещение применяется в случае отключения рабочего освещения, во-первых, для эвакуации работающих из помещения и, во-вторых, для продолжения работы. Освещенность рабочих поверхностей при аварийном освещении, используемом для продолжения работ, должна составлять не менее 5% норм, устанавливаемых для рабочего освещения этих поверхностей лампами накаливания при системе общего освещения.

***Значение коэффициентов отражения поверхностей производственник помещений и оборудования***

Таблица 18



Верхняя

**60 <р <90 50 < р < 90**

**Элементы интерьера**

Средняя

**Нижняя**

**40 < р < 90 25 <р <55 20 < р < 45**

**Потолки**

Остальные элементы: открытые фермы, балки и ригели покрытий, участки стен и перегородок в пределах ыежфермепного пространства и др.; подъемно-транспортные средства: мостовые краны, кран-балки, подвесные конвейеры и др.

Стены, перегородки, колонны, отдельные эле­менты антресолей, этажерок и обслуживающих площадок, ворота, двери и др.

Производственное оборудование: станки, маши­ны, аппараты, приборы и т. п.; средства наполь­ного внутрицехового транспорта и др.

Полы, цокольные участки стен и перегородок, фундаменты машин и аппаратов и др.

В целях повышения равномерности яркости в поле зрения работающих следует предусматривать окраску стен, потолка производственных помещений и оборудования в светлые тона с большим коэффициентом отражения. Коэффициенты отражения поверхностей интерьеров следует выбирать в зависимости от местоположения в пространстве (в верхней, средней или нижней его зоне) в пределах, указанных в табл. 18 (извлечение из «Указаний по про­ектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий», СН 181-70).

Действие света на организм человека многообразно, поэтому при проектировании искусственного освещения рекомендуется учитывать более широкий круг вопросов, чем предусматривается существующими правилами и нормами. Исследования показали, что сочетание света с определенными дозами ультрафиолетового излучения положительно влияет на здоровье человека, существенно снижает заболеваемость во время эпидемий. Возникло новое на­правление—создание в помещении динамического освещения, которое рассматривается как изменение интенсивности света, т. е.уровней освещенности во времени и как разнообразие освещенности или спектра излучения в пространстве [29, 32]. Такой характер освещения способствует снятию ощущения монотонности и отдалению наступления утомления и снижению уже развившегося утомления.

Поскольку свет в производственном помещении не только обеспечивает зрительную работоспособность, но и выполняет психологические, биологические и эстетические функции, постольку пути определения оптимального учета всех требований находятся в руках проектировщика- светотехника, квалификация и опыт которого и определяют окончательное решение вопросов освещения. Необходимо разработать различные способы моделирования условий освещения, которые позволят архитектору и художнику-конструктору выбирать наиболее совершенные в художественном отношении варианты освещения, а светотехникам реализовать решения проектировщика.

Значительное влияние на условия труда оказывает производственный шум, который может вызывать профессиональное поражение органов слуха. Он приводит к изменениям в функциональном состоянии организма. Вредное влияние шума существенно сказывается на реакции работающего человека, ведет к ослаблению его внимания. Шум воздействует на общее психическое состояние человека, вызывает ощущение плохого самочувствия, стесненности, тревоги и неуверенности. Шум является одним из главных факторов утомляемости, которая приводит к увеличению травматизма, снижению работоспособности и производительности труда. Стабильные широкополосные акустические шумы, 'превышающие определенный уровень, вызывают серьезное снижение темпа, эффективности и качества работы операторов АСУ, занятых, как правило, переработкой значительных объемов информации, и уп - равляющего персонала АСУ, осуществляющего принятие ответственных решений.

Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах спектра шума устанавливаются «Гигиеническими нормами допустимых уровней звукового давления и уровней звука на рабочих местах» (МЗ СССР, № 1004-73, 1973), которые в основном соответствуют рекомендациям Технического комитета по акустике Международной организации по стандартизации. Шум считается допустимым, если измеряемые его уровни во всех полосах спектра не превышают значений, указанных нормативной кривой. Нормируемыми параметрами являются общий уровень звука, измеряемый по шкале шумометра «А» (в децибелах «А»), а также уровни (в децибелах) среднеквадратических звуковых давлений, измеряемых на линейной характеристике шумомера (или шкале «С») в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Нормы предусматривают в определенной степени дифференцированный подход в зависимости от характера трудовой деятельности в условиях шума. В нормах учитывается суммарная длительность воздействия шума в течение рабочего дня и определяются поправочные коэф­фициенты к уровню звукового давления в зависимости от времени нахождения рабочих в условиях шума, а также характер шума (широкополосный, тональный или импульсный). Характеристики и нормы шума на рабочих местах производственных предприятий, в подвижном составе железнодорожного транспорта, на морских, озерных и речных судах, пассажирских транспортных самолетах и строительно-дорожных, землеройно-транспортных и мелиоратив­ных видах машин, а также на грузовом транспорте регламентируются «ГОСТ 12. 1. 003-76. Шум. Общие требования безопасности».

Для производственных помещений, в которых помимо шума на человека действуют другие неблагоприятные факторы, предельно допустимые уровни шума должны быть ниже. Например, у лиц, работа которых протекает на фоне шума в среде с повышенной температурой или при напряженном внимании, чаще наблюдается развитие гипертонической болезни, чем у работающих при таком же шуме без высоких температур и напряженного внимания или без шума, но при наличии этих факторов. Комбинированное воздействие повышенных уровней акустических шумов и высоких температур, как показывают эксперименты, отрицательно влияет на точность работы человека [18]. Известно, что вредное влияние шума и вибрации, воздействующих на организм рабочего одновременно, усиливается.

Улучшение акустических условий на производстве предполагает проведение ряда мероприятий, направленных и на уменьшение вибрации оборудования, которая, как правило, представляет сложное колебательное движение (апериодическое или квазипериодическое) и часто носит импульсный или толчкообразный характер.

Учитывая влияние вибрации на человека, следует рассматривать: физическую характеристику колебаний человеческого тела под влиянием различных амплитуд и частот вибрации; субъективную оценку состояния, вызываемого вибрацией; влияние вибрации на некоторые физиологические функции. Вибрация с большой частотой и малой амплитудой оказывает наиболее неблагоприятное воздействие на человека, вызывая головные боли, утомление, напряжение зрения. Под действием на организм общей вибрации (вибрации рабочих мест) очень скоро наступает сонливость и апатия, а в определенных случаях могут произойти изменения в организме человека, которые называют вибрационной болезнью. Вибрационная патология заняла в последние годы третье место в структуре хронических заболеваний профессиональной этиологии [15]. При толчках и тряске точность и координация двигательных реакций ухудшаются. В профессиональной деятельности появляются ошибки неспецифического характера, обусловленные в основном ошибками восприятия и исполнения рабочих команд. При воз­действии колебаний с малой частотой и большой амплитудой также отмечаются нарушения трудовой деятельности [9].В «Санитарных нормах и правилах при работе с инструментами, механизмами и оборудованием, создающими вибрации, передаваемые на руки работающих» (№ 626-66), устанавливаются предельно допустимые величины вибрации, возникающей при эксплуатации виброопасного оборудования. Вес вибрирующего оборудования или его частей, удерживаемых руками, не должен превышать 10 кг, а усилие нажима — 20 кг. Определяются условия измерения нормируемых величин и условия работы с вибрирующим оборудованием. Допустимые уровни вибрации рабочих мест приводятся в «Санитарных нормах проектирования промышленных пред­приятий» (СН 245-71). Нормируемыми параметрами вибрации являются среднеквадратичные величины колебательной скорости или амплитуды перемещений горизонтальной и вертикальной вибрации в октавных полосах частот, возбуждаемых работой машин, станков и других видов оборудования и передаваемых на сиденья, пол и рабочие площадки в производственных помещениях. При этом предусмотрена зависимость нормируемых величин от продолжительности воздействия вибрации на протяжении рабочей смены. Имеются также «Санитарные нормы и правила по ограничению вибрации и шума на рабочих местах тракторов, сельскохозяйственных мелиоративных, строительно-дорожных машин и грузового автотранспорта» (№ 1102-73 от 18/V 1973 г.) и целый ряд других подобных документов. Введены в действие государственные стандарты, в которых определены допустимые величины вибрационных характеристик различных машин, инструментов и оборудования.

Что касается вибрации оборудования рабочих мест операторов АСУ, то она не должна создавать общей вибрации, интенсивность которой (в соответствии с зарубежными руководствами) превышала бы 90—100 дБ на частотах 0—4 Гц и 95 дБ на частотах 4 Гц.

Организация работ по предотвращению неблагоприятного воздействия шума и вибрации на организм работающих должна:

1. устранять причины шума и вибрации или по крайней мере значительно ослаблять их в самом источнике образования в процессе проектирования, конструирования и эксплуатации оборудования;
2. изолировать источник шума или вибрации от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции и звуко- и вибропоглощения, предотвращающими или уменьшающими распространение звуковых колебаний и вибраций от источника на рабочем месте и в соседние помещения;
3. применять рациональные планировки производственных помещений, имеющих интенсивные источники шума;
4. увеличивать звукопоглощение внутренних поверхностей помещения путем нанесения на них звукопоглощающих облицовок в виде матов и панелей;
5. применять средства индивидуальной защиты от шума и вибрации и вводить рациональный режим труда и отдыха для работающих [2, 18, 29].

К числу неблагоприятных факторов внешней среды относятся электромагнитные поля сверхвысоких частот, воздействие которых на человека может вызывать функциональные сдвиги в организме: быструю утомляемость, головные боли, раздражительность, нарушение сна, утомление зрения и т. д. [5, 30]. Предельно допустимые дифференцированные уровни микроволнового (300— 300 000 МГц) облучения следующие:

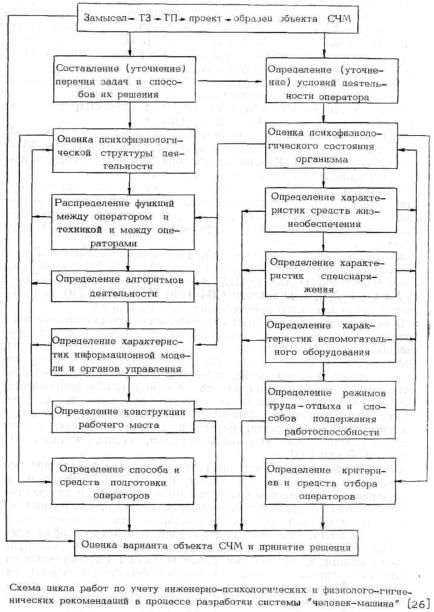
1. при интенсивности облучения не выше 10 мкВт/см2 разрешается работа на протяжении всего рабочего дня;
2. при интенсивности облучения от 10 до 100 мкВт/см2 разрешается работать не более 2 ч в день;
3. при интенсивности облучения в пределах 100—1000 мкВт/см2 разрешается работать в течение не более 15— 20 мин в день. В этом случае обязательным является использование специальных защитных очков.

В соответствии с «Санитарными нормами и правилами при работе с источниками электромагнитных полей высоких, ультравысоких и сверхвысоких частот» (№ 848—70) интенсивность электромагнитных полей радиочастот на рабочих местах не должна превышать:

* по электрической составляющей: в диапазоне частот 60 кГц — 30 МГц — 20 В/м; в диапазоне частот 30 — 300 МГц — 5 В/м;
* по магнитной составляющей: в диапазоне частот 60 кГц — 1,5 МГц —5 А/м; в диапазоне СВ4 (300 МГц —30 ГГц) при облучении в течение всего рабочего дня — 10 мк Вт/см2.

В качестве средств защиты от воздействия сверхвысокочастотного электромагнитного поля используются сплошные экранирующие щиты, мелкоячеистая латунная сетка, поглощающие экраны (специальные устройства, гасящие СВЧ-излучения), замкнутые экранирующие камеры (при работе с генераторами большой мощности), эквивалент (поглотитель мощности), обеспечивающий высокую степень снижения интенсивности излучения путем рассеивания энергии в веществе, заполняющем эквивалент (графит с цементом, песок, пластмасса, резина и др.). К индивидуальным средствам защиты относятся защитные очки, шлемы, комбинезоны, халаты, фартуки [30].

Оптимизация условий трудовой деятельности предполагает исследование и ряда других факторов производственной среды и проведение специальных мероприятий по профилактике их вредного воздействия на организм работающих. Гигиенически оптимальные параметры физической среды, в которой осуществляется трудовая деятельность,— необходимое условие проявления эффективности эргономических рекомендаций, используемых при конструировании машин и организации рабочего места. Рассмотрение во взаимосвязи эргономических показателей физической среды на производстве и соответствующих характеристик машин и оборудования — непременное условие комплексного подхода к оптимизации трудовой деятельности, характерного для эргономики.



Оптимизация систем «человек—машина» предполагает совместный учет эргономических требований к техническим средствам и условиям деятельности человека. Предложена принципиальная схема порядка выполнения работ при таком учете эргономических требований, которая включает две линии работ. «Одна связана с оценкой психофизиологической структуры деятельности, а дру­гая— с оценкой психофизиологического состояния организма. Первая линия начинается с составления (уточнения) перечня задач и способов их решения оператором, вторая — с определения (уточнения) условий деятельности. Обе линии соединяются при определении конструкции рабочего места и оценке варианта системы «человек—машина» [26, с. 271—272]. Указанный цикл, включающий в себя ряд последовательно решаемых вопросов, повторяется на каждой стадии разработки, меняется только распределение значимости этих вопросов, степень конкретности проработки и методы оценки. В представленной схеме предусматривается ряд промежуточных связей, вытекающих из определенных зависимостей между психическими и физиологическими процессами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева-Галанина Е. Ц., Кадыскин А. В., Суворов Г. А. О некоторых нерешенных вопросах в шумовой проблеме.— «Гигиена труда и профессиональные заболевания», 1971, № 10.
2. Андреева-Галанина Е. Ц., Алексеев СВ., Кадыскин А. В., Суворов Г. А. Шум и шумовая болезнь.— Л., «Медицина», 1972.
3. Б у р н а з я н А. И., Воробьев Е. И., Газенко О. Г., Гуровс к и й Н. Н., Н е ф е д о в Ю. Г., А д а м о в и ч Б. А., Е г о р о в Б. В., К ов а л е в Е. Е., Егоров А. Д. Основные этапы и перспективы развития космической биологии и медицины.— «Космическая биология и авиационная медицина», 1977, № 5.
4. Беневоленская Н. П. Этюды по эргономике. Новосибирск, «Наука», 1977.
5. Г о р д о н 3. В. Вопросы гигиены и труда и биологическое действие электромагнитных полей сверхвысоких частот.— Л., «Медицина», 1966.
6. Г р ж е г о р ж е в с к и й А., Калинина Н. Факторы, воздействующие на формирование условий труда.— «Социалистический труд», 1977, № 6.
7. Д о г л е Н. В. Условия жизни и здоровье текстильщиц. М., «Медицина», 1977.
8. Дунайский Ю. Д., Сердюк А. М., Лось И. П. Влияние электромагнитных полей радиочастот на человека. Киев, 1975.
9. Зараковский Г. М., Королев Б. А., М е д в е д е в В. И., Шла-е н П. Я. Введение в эргономику. - М., «Советское радио», 1974.
10. Из мер о в Н. Ф., Летавет А. А. Решения XXV съезда КПСС и задачи гигиены труда.— «Гигиена труда и профессиональные заболевания», 1976, № 5.
11. Измеров Н. Ф., Корбанова А. И., Волнова Н. И., Солодо в а Р. А. Некоторые итоги научных исследований по гигиене труда в девятой пятилетке.— «Гигиена труда и профессиональные заболевания», 1976, № 12.
12. Классификация факторов, воздействующих на формирование условий труда. (Методические рекомендации). НИИ труда. М., 1977.
13. Кр ей мер А. Я. Вибрация как лечебный фактор. Томск, Изд-во Томск, ун-та, 1972.14. Крылов Ю. В., Кузнецов В. С. Шум.— В кн.: Физиология человека и животных, т. 19. (Итоги науки и техники. ВИНИТИ АН СССР). М., 1977.
14. Кузнецов В. С, Крылов Ю. В. Вибрация.— В кн.: Физиология человека и животных, т. 19 (Итоги науки и техники. ВИНИТИ АН СССР). М„ 1977.
15. Медведев В. И. Теоретические проблемы физиологии труда.— «Физиология человека», 1975, т. 1, № 1.
16. Морозов Г. И. Теоретические основы проектирования систем жизнеобеспечения. В кн.: Проблемы космической биологии, т. 36. М., «Наука», 1977.
17. Орлова Т. А. Проблемы борьбы с шумом на промышленных предприятиях. М., «Медицина»,

1965.

1. Парин В. В. Избранные труды, т. II. М., «Наука», 1974.
2. Пархоменко Г. М., Коп а ев В. В. Физиологические основы радиационной гигиены труда. М., Атомнздат, 1977.
3. Перегуд Е. А., Гер нет Е. В. Химический анализ воздуха промышленных предприятий. Л., «Химия», 1970.
4. Проблемы сенсорной изоляции. Под ред. А. А. Смирнова, Б. Ф. Ломова, В. Д. Небылицина. М., изд. Ин-та психологии АПН СССР, 1970.
5. Р е т н е в В. М. Проблемы гигиены труда при комплексной автоматизации. Л., «Медицина»,

1977.

1. Рощиа А. В., Горшков С. И. Вопросы эргономики в свете решений XXIV съезда КПСС по ускорению технического прогресса.— «Гигиена труда и профессиональные заболевания», 1971, № 10.
2. Р у б а х и н В. Ф. Состояние и тенденции развития инженерной психологии.— В кн.: Инженерная психология. Теория, методология, практическое применение. М., «Наука» 1977.
3. Р у д н ы й Н. М. Соотношение инженерно-психологических и физиолого-гигненических рекомендаций при оптимизации систем «человек — машина».— В кн.: Инженерная психология. Теория, методология, практическое применение. М., «Наука», 1977.
4. Смирнов К. М. Гипокинезия и образ жизни человека.— В кн.: Двигательная активность человека и гипокинезия». Новосибирск, 1972.
5. Смирнов К. М. Современные проблемы эргономики.— В кн.: «Проблемы инженерной психологии». Ярославль, 1976.
6. Справочник по гигиене труда. Под ред. Б. Д. Карпова, В. Е. Ковшина. Л., «Медицина», 1976.
7. Т я г и и Н. В. Клинические аспекты обучения СВЧ — диапазона. Л., «Медицина», 1971.
8. Хоцднов Л. К., Мацак В. Г. Промышленная вентиляция.—В кн.: Руководство по гигиене труда, т. II. М., «Медицина», 1963.
9. Ч е р н и л о в с к а я Ф. М. Освещение промышленных предприятий и его гигиеническое значение. Л., «Медицина», 1971.
10. Ш а х б а з я н Г. X., Шлейфман Ф. М. Гигиена производственного микроклимата. Киев, «Здоровье», 1977.
11. Шкулов В. Л. Труд и условия среды. Л., «Наука», 1974.
12. Юров С, Гусев Н., Данциг Н., Зинченко В., Иванова Н. Свет как элемент жизненной среды.— «Техническая эстетика», 1971, № 5.
13. Metz В. Work environment standards: the ergonomic approach. — In: Proceedings 6-th Congress of International Ergonomics Association. University of Maryland, USA, 1976.
14. Handbuch fur den Gesundheits- und Arbeitsschutz. Berlin, 1976, vol. 1.
15. Стандартизация эргономических норм и требований и эргономическая оценка качества промышленной продукции

По мере развития наук, изучающих человека в труде, проблема нормы и нормирования выступает в них на первый план. Нормативное начало получило большое развитие в гигиене труда. Нормирование труда является необходимым условием и важнейшим средством научной организации труда и производства.

Массовые тестологические испытания в прикладной психологии и появление большого количества разнообразных конкурирующих тестов для целей профессионального отбора, которые давали значительный разброс результатов исследований, привели к тому, что упорядочение самих тестов и выработка образцовых, стандартных форм, которые могли бы быть рекомендованы для всеобщего использования, стали настоятельной необходимостью. Но стандартизация методов исследования оказалась тесно связанной с вопросами метрологического характера, так как предлагавшиеся тесты не имели единой системы измерений, в рамках которой можно было бы сопоставлять результаты отдельных исследований или переводить их из одной системы мер в другую.

Физиология труда добилась существенных успехов в нормировании поднимаемых и перемещаемых грузов, длительности рабочего времени (смены, недели и т. д.), а также в обосновании и регламентации режимов труда и отдыха. В СССР разработаны также рекомендации по оценке тяжести физического труда и по его физиологическому нормированию. Продолжаются работы по под­готовке стандарта, устанавливающего единые критерии оценки тяжести и напряженности труда. Разработка этих критериев выявила необходимость в системном подходе к их определению и синтезированию современных достижений в области физиологии, медицины, психологии, гигиены, охраны и экономики труда. Вопросы методологии физиологического нормирования остаются актуальными и одновременно сложными.

Проблема нормы и нормирования в науках о человеке и его деятельности приобрела особую актуальность в условиях современного научно-технического прогресса. Необходимость определенной стереотипности человеческой деятельности органически вытекает из диктуемого научно-техническим прогрессом требования стандартизации, которая в этом случае представляет собой, с одной стороны, способ отбора и закрепления оптимальных и эффектив­ных эталонов человеческой деятельности, с другой стороны, она оказывается своеобразным средством психофизиологической защиты индивида от «избыточных» впечатлений и информации. Не только определенные элементы трудовой деятельности человека, но взаимодействия между людьми в производственном процессе и средства, регулирующие эти взаимодействия, характеризуются жесткой заданностью. Будучи внутренне сложным и противоречивым явлением, определенная стереотипность и стандартизация человеческой деятельности позволяют осуществлять работу, не связанную с творческой активностью, эффективно, при минимуме психофизиологического напряжения и максимуме автоматизма [3, 23].

Анализируя воздействия отдельных направлений научно-технического прогресса и видов новой техники на общество, человека, условия его жизни, обычно исходят из противоречивости научно-технического прогресса. Являясь величайшим благом для общества, научно-технический прогресс имеет и определенные отрицательные социальные последствия. К их числу относятся отрицательные результаты использования техники, ухудшающие произ­водственную и природную среду. В целях предотвращения появления и проявления указанных отрицательных последствий выдвигается задача разработки соответствующих стандартов.

В условиях, когда отмечается тенденция перерастания стандартизации из системы, фиксирующей действительность, в систему управления действительностью [28], представляется существенно важным использовать ее возможности в этом отношении с целью гуманизации производства. Стандартизация — один из важнейших путей повышения эффективности практического внедрения эргономических требований. Во-первых, она охватывает почти все основные сферы промышленного производства, что обеспечивает широту и масштабность внедрения эргономических требований. Во-вторых, стандарты обязательны для использования, а это, в свою очередь, гарантирует обязательность использования эргономических данных в проектировании.

Эргономика имеет прямое отношение к основным целям стандартизации. По отношению к стандартизации эргономика может выступать и как источник сведений, способствующих повышению эффективности производства, и как сфера приложения ее методов и принципов. Стандартизация как информационно-управляющая система сама может стать объектом эргономических исследований, направленных на повышение ее эффективности [27].

Дальнейшее развитие эргономики и ее влияние на практику связывают с использованием стандартизации. Использование стандартизации в эргономике тесно связано с решением таких проблем, как повышение точности и надежности результатов эргономических экспериментов, которое достигается за счет унификации: используемой аппаратуры; методов получения и обработки психофизиологической информации; установления единой терминологии; упорядочения имеющихся эргономических справочных данных; обеспечения условий проведения массовых исследований человеческих факторов и ряда других проблем, связанных со все более широким использованием ЭВМ в эргономических исследованиях.

В последние годы во многих промышленно развитых странах активизировалась деятельность, направленная на использование стандартизации как стредства для обеспечения высокого эргономического уровня качества создаваемой техники. Резко увеличилось количество разрабатываемых стандартов и другой нормативной документации в области эргономики. В рекомендациях первого специализированного международного симпозиума по

проблеме «Эргономика и стандарты» подчеркивается важность и необходимость дальнейшего развития работ по стандартизации в области эргономики как на национальном уровне, так и в международном масштабе [32]. Комитет по научно-техническому сотрудничеству Совета Экономической Взаимопомощи признал целесообразным включить в основные направления, по которым осуществляется многостороннее сотрудничество, проблему «Разработка научных основ эргономических норм и требований». Организация работ по основным направлениям программы научно-технического сотрудничества обеспечивает более эффективное использование научно-исследовательского потенциала и результатов исследований институтов, лабораторий и групп эргономического профиля стран-членов СЭВ. Реализация программы научно­технического сотрудничества по проблемам эргономики позволит поднять на ка­чественно иной уровень и вместе с тем существенно интенсифицировать весь комплекс работ, связанных со стандартизацией эргономических норм и требований.

В настоящее время в мировой практике представлены эргономические стандарты четырех типов: 1) базовые, включающие основные характеристики человека (антропометрические, сенсорные, моторные и др.); 2) функциональные, включающие эргономические требования к техническим средствам, процессам, промышленным изделиям и системам; 3) стандарты, включающие показатели воздействующих на человека физических, химических и биологических факторов окружающей среды; 4) стандарты, включающие требования к процедурам и методам эргономических исследований [32—34].

§1. Основные направления эргономической стандартизации в системе управления качеством продукции

На стандартизации основывается отечественная концепция управления качеством промышленной продукции, реализующая комплексный подход к проблеме качества. Система управления качеством определяется как совокупность мероприятий, методов и средств, направленных на установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества продукции при ее разработке, производстве, эксплуатации и потреблении. Система предусмат­ривает активные управляющие воздействия на ведущих этапах формирования качества изделий — проектирования и производства. Становится общепризнанным, что продукция должна соответствовать эргономическим требованиям, которые призваны повысить ее качество, гуманизировать технику и всемерно облегчить труд. Необходимость использования рекомендаций эргономики особенно четко выявилась при постановке проблем оценки качества (аттестации) продукции, а позднее — задачи управления качеством. По стандартизованному определению, под качеством продукции понимается совокупность свойств продукции, обусловливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением.

309

Согласно такому пониманию, анализ качества продукции включает в себя рассмотрение не всех без исключения ее свойств, а только тех, которые связаны со способностью удовлетворять постребности как отдельных членов общества, так и общества в целом, т. е. целевые функции изделия соотносятся с его социальным адресом. Эргономическая оценка обусловливается тем, что значительная часть промышленной продукции рассчитана на прямой или опосредствованный контакт с человеком.

Одно из важнейших условий учета человеческого фактора при проектировании промышленных изделий и их оценке — разработка нормативно­технических документов по эргономике, направленных как на формирование, обеспечение и поддержание требуемого уровня качества, так и на систематическое его повышение. Объектами стандартизации в этом случае должны стать характеристики человека, проявляющиеся в процессе труда и потребления изделий; элементы технических систем и изделий, с которыми взаимодействует человек (органы управления, средства отображения ин­формации и т. п.); распределение функций между человеком и машиной и т. д.

С расширением и углублением работ по стандартизации требований эргономики встает вопрос о структурной организации нормативно-технических документов. Построение системы стандартов должно основываться на известных принципах разработки многоуровневых иерархических систем.

Первый (верхний) уровень должен включать в себя подготовку комплекса основополагающих документов системы эргономических стандартов, устанавливающих условия и принципы ее функционирования, основные термины и определения, классификацию объектов стандартизации в эргономике и другие положения, направляющие разработку нормативных документов нижестоящих уровней.

Следующим звеном в структуре нормативно-технической документации должны явиться стандарты на эргономические нормы, требования и показатели, сформированные в две самостоятельно развивающиеся подсистемы. Подсистема 1 предусматривает разработку группы эргономических требований, используемых, как правило, при проектировании и изготовлении изделий и их комплексов. В подсистему II должны войти документы, устанавливающие номенклатуру эргономических показателей качества, а также нормирующие процедуру, критерии и методы оценки качества продукции с позиций эргономики. Обе подсистемы также строятся по иерархическому принципу: от общих эргономических требований и от групповых эргономических показателей качества для видов объектов стандартизации до конкретных требований и единичных показателей качества для отдельных групп этих объектов. Особо следует отметить, что уровни иерархии подсистем одновременно являются и уровнями иерархии всей системы нормативно-технической документации по эргономике.

Конечная цель стандартов этого направления — внедрение эргономических норм, требований и показателей (отдельными подразделами или разделами) в массив стандартов на аттестуемую продукцию, на типовые технологические процессы, конструкторскую документацию и т. д.

Реализация рассмотренных основных направлений эргономической стандартизации в системе управления качеством продукции возможна в ближайшие годы.

§2. Эргономическая оценка качества промышленных изделий

Контроль за соблюдением эргономических требований, фиксируемых в стандарте, предполагает наличие соответствующих методик оценки. Определение номенклатуры эргономических показателей является исходным пунктом процедуры оценки, и ошибочное решение на этом, в основном «качественном», а не «количественном» этапе может привести к ошибочной оценке изделия в целом.

Дальнейшие процедуры, связанные с оценкой — установлением индивидуальных значений показателей, коэффициентов их весомости и т. д., уже не смогут предотвратить ошибку, обусловленную неправильным выбором и использованием самих показателей.

В Советском Союзе разработаны единые нормативные документы, позволяющие упорядочить использование терминов и показателей в области эргономической оценки качества продукции в других государственных и отраслевых стандартах, в межотраслевых методиках, в научной литературе и технической документации и сформулировать единый подход к определению номенклатуры эргономических показателей. Такими документами являются ГОСТ 16035-70 «Качество продукции. Общие эргономические показатели. Термины» и ГОСТ 16456-70 «Качество продукции. Эргономические показатели. Номенклатура».

ГОСТ 16035-70 дает определение эргономических показателей качества, исходя из понятия «показатель качества», сформулированного в ГОСТе 15467­70 «Качество продукции. Термины»: «Показатель качества — количественная характеристика свойств продукции, входящих в состав ее качества, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления».

Показатели качества количественно характеризуют степень пригодности изделия для удовлетворения определенных потребностей, и их номенклатура должна определяться функциональным назначением изделия. Эргономические показатели качества, разработанные в рамках коррективного направления развития эргономики, делятся следующим образом: 1) гигиенические, 2) антропометрические, 3) физиологические, 4) психофизиологические, 5) психо­логические. Указанные виды эргономических показателей делятся, в свою очередь, на единичные эргономические показатели.

Последовательность построения групп эргономических требований и показателей качества обусловливается проявлением функциональных особенностей человека в трудовых процессах. Еще до начала выполнения работы необходимо обеспечить, а затем и поддерживать в течение всего трудового процесса жизнедеятельность работающего человека. Эту область и охватывают гигиенические требования и гигиенические показатели качества. Начальным этапом конкретного вида трудовой деятельности человека является принятие рабочей позы с соответствующим контактом тела человека с сиденьями, органами управления и т. п. Здесь вступают в действие антропометрические требования и антропометрические показатели качества. Сам процесс трудовой деятельности включает в себя эффективное функционирование организма человека на физиологическом и психофизиологическом уровнях, описываемых физиологическими и психофизиологическими требованиями и показателями. Наконец, следует психологический, «информационный» уровень взаимодействия человека и изделия, основанный на использовании навыков и возможностей восприятия и переработки информации человеком.

Рассматриваемые стандарты — первые государственные стандарты по эргономической оценке качества продукции. Дальнейшее развитие исследований в этом направлении предполагает разработку стандартного метода комплексной количественной эргономической оценки качества промышленной продукции. Сложился ряд оценочных процедур, в которых оценка выражается в количественной или в качественной форме и может быть как объективной, так и субъективной. Одним из количественных методов эргономической оценки является экспертный (балльный) метод, в котором группа специалистов- экспертов на основании собственного опыта выносит суждение о качестве изделия в баллах [16]. Изделие может оцениваться как по отдельным показателям, так и комплексно. Несмотря на выражение результатов в количественной форме, оценка по этой методике носит субъективный характер, так как объективно не установлено однозначного соответствия между свойства­ми изделия и характеризующими их числовыми шкалами. Наряду с этим пользуются и аппаратурными способами оценки, что обеспечивает объективность оценки изделий. Экспериментальный метод оценки дает более надежные результаты, но требует специальной, зачастую очень сложной аппаратуры, обученного персонала и занимает много времени.

В результате экспериментальной оценки можно упорядочить объекты в отношении некоторых определенных свойств, т. е. ввести так называемую шкалу порядка, числовая система которой изоморфна рассматриваемым свойствам объекта, что предварительно должно быть доказано по результатам экспериментов. По шкале порядка нельзя определить, на сколько или во сколько раз лучше или хуже в целом одно изделие, чем другое, если применять упомянутую выше экспериментальную методику оценки. Необходимо разработать новую процедуру, позволяющую количественно определить разницу в качестве сравниваемых изделий, и построить шкалу интервалов (или шкалу отношений), изоморфную изучаемым свойствам изделий.

Помимо рассмотренных методов оценки существуют методы, комбинирующие аппаратурные испытания с анализом уровня качества изделий, основанным на использовании справочных данных по эргономике, контрольных листов с перечнем оптимальных значений параметров конструкции. Эти методы позволяют оценивать готовые изделия и их элементы, проекты, макеты и опытные образцы. Во всех этих случаях параметры изделия оцениваются как удовлетворительные с точки зрения требований эргономики, если они укладываются в промежуток между верхним и нижним допустимыми значениями, указанными в справочном материале.

Чаще всего подобная оценка имеет качественный характер, даже если и основывается на отдельных аппаратурных измерениях. Но бывает и так, что по ряду отдельных критериев, например по числу ошибок или времени выполнения операций человеком, можно получить сравнительные данные в количественной форме.Наибольшие сложности оценки связаны с выбором адекватного критерия. Даже в рамках лабораторного эксперимента часто бывает затруднительно соотнести отдельные критерии между собой и представить целостную картину взаимодействия испытуемого и изделия с учетом многочисленных факторов, действующих в лабораторной ситуации.

Трудности решения проблемы эргономической оценки качества изделий обусловливает, в свою очередь, сложности стандартизации эргономических требований и показателей, так как при включении их в стандарты необходимо учитывать наличие уже имеющихся методик оценки и возможность разработки новых. Недостаточный учет этого обстоятельства может 'Привести к значительному снижению эффективности стандартизации эргономических требований и показателей. Специфика эргономической оценки заключается в том, что ее предметом являются те аспекты технических средств, которые обеспечивают их функционирование как орудий трудовой деятельности. Указанный подход получает все большее распространение. В этой связи представляет интерес «Руководство по эргономическим испытаниям и оценке специальной техники» [34], о котором сообщалось на VI конгрессе Международной эргономической ассоциации (Вашингтон, 1976). Руководство ориентировано на оценку того, что делает с данным видом техники человек и при каких условиях.

При эргономической оценке исходят из того, что по некоторым параметрам конструкции пытаются предсказать эффективность деятельности человека и системы ЧМС в целом. Процесс непосредственного проектирования изделий на любом этапе должен заканчиваться эргономической оценкой результатов проектирования. В соответствии с результатами оценки продукт проектирования улучшается, корректируется, пока не будет обеспечен оптимальный вариант, т. е. цикл «проектирование — оценка» носит итеративный характер. Таким образом, непосредственная процедура проектирования и процедура оценки ее результатов являются двумя сторонами единой деятельности по проектированию изделия, где оценка служит как 'бы звеном обратной связи, которое дает представление о результатах непосредственной проектировочной деятельности. С 1974 г. эргономическая оценка изделия является обязательным элементом технического предложения эскизного и технического проектов (ГОСТы 2. 118—73; 2. 119—73; 2. 120—73).

Эргономическая экспертиза технических заданий, технических предложений, эскизных и технических проектов, опытных и серийных образцов машин и промышленных изделий включает следующие этапы: обследование, анализ, испытания и аттестацию [8]. Заключительным этапом экспертизы является эргономическая аттестация, включающая комплексную оценку эргономической системы «человек—машина—среда» в соответствии со значениями показателей, полученных на предыдущих этапах, а также оценку экономической целесообразности и технической реализуемости разработанных рекомендаций по устранению обнаруженных недостатков.

Для успешного решения задач эргономической оценки качества изделий необходима дальнейшая углубленная проработка ряда проблем, к которым относятся:

* квалификация и шкалирование качественных эргономических свойств, не имеющих физической меры;
* установление коэффициентов значимости отдельных эргономических показателей;
* нахождение способов соотнесения эргономических показателей разных модальностей и выражения их в едином обобщенном эргономическом критерии качества;
* установление принципов выбора эргономических критериев оценки качества изделий;
* установление принципов выбора номенклатуры эргономических - показателей;
* разработка системы терминов и понятий, используемых в процедуре эргономической оценки.



Эргономика находит в стандартизации эффективное средство управления проектированием и созданием техники и условий ее функционирования с тем, чтобы они обеспечивали высокую эффективность деятельности человека и одновременно способствовали его всестороннему развитию, обеспечивали комфорт и безопасность человеку, сохраняли его здоровье и работоспособность. Вместе с тем не следует преувеличивать возможности стандартизации в области эргономики, особенно в отношении организации деятельности. Стремление унифицировать приемы и способы работы содержит в себе серьезные опасности [13].

Становится общепризнанным, что стандартизация в руках умных и думающих проектировщиков сулит большие результаты. Проектировщики оборудования, среды и систем должны научиться соединять стандарты с эргономическим пониманием ситуаций, с которыми они имеют дело. Стандартизация упрощает их работу в том случае, если они разбираются в вопросах, относящихся к взаимодействию внутри системы «человек— оборудование — среда» [33].

Стандартизация эргономических норм и требований, ставшая возможной на основе достигнутого уровня развития эргономических знаний, выявила целый ряд сложных и нерешенных проблем данной научной дисциплины. Дальнейшее развитие работ в этом направлении возможно лишь при углубленной разработке теоретических и методических проблем эргономики, многие из которых тесно связаны с кардинальными проблемами наук о человеке и его деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьев Б. Г. О проблемах современного человекознания. М., «Наука», 1977.
2. Б е н е в о л е н с к а я Н. П. Этюды по эргономике. Новосибирск, «Наука», 1977.
3. Б о б н е в а М. И. Социальные нормы и регуляция поведения. М., «Наука», 1978.
4. Г а л к и н а О. И., К а в е р и н а Р. Д., Климов Е. А., Левиева С. Н., П у з ы р е в с к а я Е. К. О стандартизации методов сбора, хранения и оперативного поиска профессиографической информации.— В кн.: Материалы IV Всесоюзного съезда Общества психологов. Тбилиси, «Мецниереба», 1971.
5. Д а н и л я к В. И. Эргономика и качество промышленных изделии. М., «Экономика», 1974.
6. 3 а р а к о в с к и й Г. М. Проблема индивидуальных различий операторов. Сбор и обработка данных массовых психофизиологических исследований.— В кн.: Инженерная психология. М, «Знание», 1967.
7. 3 а р а к о в с к и й Г., С и й м а н У., Е р и ц я н М, Мерлин В. Классификация и унификация аппаратуры для психологических исследований.— В кн.: Материалы IV Всесоюзного съезда Общества психологов. Тбилиси, «Мецниереба», 1971.
8. Зараковский Г. М., Королев Б. А., Медведев В. И., Шлаен П. Я. Введение в эргономику. М., «Советское радио», 1974.
9. Карлов Ф. В., Фокин Ю. Г. К проблеме унификации описаний инженерно-психологических (эргономических) экспериментов.— В кн.: Проблемы инженерной психологии и эргономики, вып. 1. Ярославль, 1974.
10. Корольков А. А., Петленко В. П. Философские проблемы теории нормы в биологии и медицине. М., «Медицина», 1977.
11. Леонтьев А. Н., Соколов Е. Н. Измерение в психологии. «Измерительная техника», 1967, №

6.

1. Л и б м а н Е. С. Реабилитация слабовидящих и вопросы офтальмоэргономики. В кн.: Офтальмоэргономика. Под ред. Э. С. Аветисова. М, изд. Мин-ва здравоохранения РСФСР, 1976.
2. Ломов Б. Ф. О путях построения теории инженерной психологии на основе системного подхода.— В кн.: Инженерная психология. Теория, методология, практическое применение. М., «Наука», 1977.
3. Махач М., Мантликова Г. К вопросу о стандартизации некоторых внутренних источников флуктуации реакций.— «Вопросы психологии», 1973, № 4.
4. Медведев В. И. Теоретические проблемы физиологии труда.— «Физиология человека», т. 1, 1975, № 1.
5. Методика оценки уровня качества промышленной продукции. М., Изд-во стандартов, 1971.
6. My н ипо в В. М., Оше В. К. Стандартизация эргономических норм и требований.— В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, вып. 9. М., изд. ВНИИТЭ, 1975.
7. Мунипов В. М., Даниляк В. И., О ш е В. К. Основные направления стандартизации требований эргономики.— «Техническая эстетика», 1978, №2.
8. Мясников В. А., Петров В. П. (ред). Авиационные и цифровые системы контроля и управления. М., «Машиностроение», 1976.
9. Национальная система стандартных справочных данных США. М., Изд-во стандартов, 1965.
10. Новиков И. И., Го л а ш в и л и Т. В., Л у т о в и и и и В. С. О понятии «стандартные справочные данные» о свойствах веществ и материалов.— «Измерительная техника», 1966, № 9.
11. Парин В. В., Б а ев ский Р. М. Важнейшие аспекты комплексных исследований процессов регуляции висцеральных систем организма человека.— В кн.: Парин В. В. Избранные труды, т. II. М., «Наука», 1974.
12. П а р ы г и н Б. Д. Научно-техническая революция и личность. М., Политиздат, 1978.
13. П е й с а х о в Н. М. Опыт стандартизации методик по определению свойств нервной системы на материале массовых обследований.— В кн.: Человек и общество, вып. 13. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1973.
14. Р у б а х и н В. Ф. Состояние и тенденция развития инженерной психологии.— В кн.: Инженерная психология. Теория, методология, практическое применение. М., «Наука» 1977.
15. Р у д н ы й Н. М. Соотношение инженерно-психологических и физиолого-гигиенических рекомендаций при оптимизации систем «человек — машина».— Там же.
16. Суходольский Г. В. Некоторые вопросы стандартизации в области эргономики и инженерной психологии.— В кн.: Методология исследований по инженерной психологии и психологии труда, ч. II. Под ред. А. А. Крылова Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1975.
17. Ткаченко В. В. (ред.). Основы стандартизации я контроля качества. М., Изд-во стандартов,

1973.

1. УильямсР. Биохимическая индивидуальность. Пер. с англ. М., «Иностранная литература», 1960.
2. Человек. Медико-биологические данные. (Публикация № 23 Международной комиссии по радиологической защите). Пер. с англ. М., «Медицина», 1977.
3. Бош ев Н., Полнарев Б., Пандов X. Нормални биоконстантн на човешкия организъм и техни патологични отклонения. Пловдив, «Христо Г. Данов», 1976.
4. I. E. A. International Symposium of Ergonomics and Standards. Proceedings, 1974, Loughborough, England.
5. Met z B. Ergonomics and Standards. — «Ergonomics», 1976, vol. 19, N 3.
6. Proceedings 6-th Congress of the International Ergonomics Association, University of Maryland, USA (July 11—16, 1976), University of Maryland, USA, 1976.

1. В последующем изложении ради краткости мы будем говорить о системе «человек—.машина» (СЧМ) [↑](#footnote-ref-2)
2. [↑](#footnote-ref-3)
3. Функции контрастной чувствительности строят, определяя минимальную глуоину моауляции синусоидального распределения яркости, отличаемого от гомогенного поля. [↑](#footnote-ref-4)
4. Чувствую себя: прекрасно, очень хорошо, хорошо, удовлетворительно, устал, очень устал, предельно устал.

   98 [↑](#footnote-ref-5)
5. Назван по перв*ы*м буквам слов «самочувствие», «активность», «настроение».

   99 [↑](#footnote-ref-6)
6. Выше отмечалось, что культурно-бытовые изделия и изделия хозяйственного обихода уже стали объектом эргономических исследований. Для того чтобы грамотно оценивать и проектировать потребительские свойства таких изделий, самое их потребление также должно быть рассмотрено как специальный вид деятельности, как деятельность потребления. При этом не должно вводить в заблуждение сходство оперативно-технических компонентов трудовой дея­тельности и деятельности потребления. Их цели, мотивы, результаты принципиально различны, как различны и требования к условиям их использования, степени комфортности. Деятельность потребления еще ждет своего специального исследования. [↑](#footnote-ref-7)
7. Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., т. 23.

   1. Алякринский Б. С. Временная развертка рабочих операций человека.— В кн.: Проблемы космической биологии, т. 34. М., «Наука», 1977.
   2. Ананьев Б. Г. Психология чувственного познания. М., изд. АПН РСФСР, 1960.
   3. Б е р е з к и и Б. С, 3 и н ч е н к о В. П. Исследование информационного поиска.— В кн.: Проблемы инженерной психологии. М., «Наука», 1967.
   4. Бернштейн Н. А. Современная биомеханика и вопросы охраны труда.— «Гигиена, безопасность и патология труда», 1930, № 2.
   5. Бернштейн Н. А. О построении движений. М., «Медгиз», 1947.
   6. Бернштейн Н. А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М., «Медицина», 1966.
   7. Б е с п а л о в Б. И. Исследование визуальных преобразований геометрических форм.— В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, вып. 12. М., 1976.
   8. Б е с п а л о в Б. И. Микроструктурный анализ сенсомоторного действия.— В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, вып. 16. М., 1978.
   9. Буев а Л. П. Человек: деятельность и общение. М., «Мысль», 1978.

   [↑](#footnote-ref-8)
8. ВеличковскийБ. М. Микрогенетический аспект изучения восприятия.— «Психологические исследования», вып. 6. М., Изд-во Моск. ун-та, 1976.

   1. В е л и чк о в с к и й Б. М. Зрительная память и модели переработки информации человеком.— «Вопросы психологии», 1977, № 6.
   2. В е л и ч к о в с к и й Б. М., Зинченко В. П., Лурия А. Р. Психология восприятия. М., Изд-во Моск. ун-та, 1973.
   3. В е л и ч ко в с к и й Б. М., Леонова А. Б. Психология установки и микроструктуриый подход.— В кн.: Бессознательное, т. 1. Тбилиси, «Мецние-реба», 1978. .

   [↑](#footnote-ref-9)
9. В этом разделе временные характеристики зрительных сигналов рассматриваются лишь как составляющие переменную видимости.

   И в том и другом случае исходной для расчетов величиной является время зрительной инерции.

   Время инерции определяется яркостью фона. Для яркостей свыше 100 кд/м2 время инерции можно принять равным 50 мс. Для уровня яркостей, с которым работает оператор на всех видах средств отображения, время экспозиции для восприятия неизменной интенсивности сигнала должно быть не меньше 50 мс. Для восприятия мелькающих сигналов слитными следует обеспечивать величину мелькания, равной или большей критической частоты мелькания (Кчм).

   Величину частоты мельканий необходимо учитывать для создания качественного изображения на различных устройствах отображения, основанных на технике дискретных сигналов (телевизионные трубки, электронно-лучевые трубки, кино). Мелькание утомляет зрение и отрицательно влияет на качество работы оператора.

   Кчм зависит от частоты и относительной длительности светлой фазы. С увеличением длительности темного периода (скважность проблесков) с 0,35 до 0,5 при яркостях 2,5 + 250 кд/м2 Кчм увеличивается на 3±6%.

   Мерцание усиливается при увеличении углового размера мелькающих полей. Применительно к телевизионному экрану рассчитывается Кчм для всего размера трубки и для размера изображения. При проектировании полей больше 2—4° и яркости поля порядка 30—100 кд/м2 (что соответствует яркостям телевизионного изображения) частота смены информации должна быть не мень­ше 40 Гц.

   В пределах изменения угла наблюдения от 10 до 55° Кчм пропорциональна логарифму углового размера поля зрения, что требует увеличения скорости мелькания на 15 Гц. [↑](#footnote-ref-10)