

# Концепции адаптивной автоматизации и подходы к человеку и технике для современных человеко-машинных комплексов

Ю.Я. Голиков

Для анализа проблем взаимодействия человека с техникой в инженерной психологии, психологии труда и эргономике используется достаточно большое количество методологических подходов к человеку и технике, концепций ее автоматизации и проектирования, известных и обсуждаемых как в отечественной, так и в зарубежной литературе — в работах А.Н. Леонтьева, Б.Ф. Ломова, Н.Д. Заваловой, В.А. Пономаренко, А.А. Крылова, В.М. Ахутина, В.Ф. Венды, А.И. Галактионова, Г.В. Суходольского, А.И. Губинского, В.М. Мунипова, В.П. Зинченко, Л.П. Щедровицкого, Т. Шеридана (Т.В. Sheridan), Ч. Биллингса (С.Е. Billings), О. Брауна (О. Brown), Б. Кантовица (В.Н. Kantowitz), Н. Морая (N. Moray), Г. Йоханнсена (G. Johannsen), А. Левиса (A.H. Lewis), Х. Стассена (H.G. Stassen), Дж. Бендерса (J. Benders), Г. Салвенди (G. Salvendy) и других [1, 3, 6, 11–12, 16, 20–26, 30–31, 34–35].

В них предлагаются различные варианты решения проблем организации процессов управления техническими системами, выбора роли человека-оператора, распределения функций между ним и автоматикой, оптимизации взаимодействия человека-оператора с автоматизированной системой, а также и *адаптации человека к технике*.

В теоретическом плане о необходимости адаптации человека к технике заявлено еще в машиноцентрическом подходе на начальном этапе развития инженерной психологии, в 40–50-х годах, который обозначали как подход «от машины (техники) к человеку». В этом подходе человек рассматривается как простое звено системы; функционирование этого звена исследуется в плане тех схем, принципов и методов, которые разработаны для описания и анализа технических систем. В качестве позитивных аспектов использования машиноцентрического подхода можно рассматривать развитие точных методов в психологии и выявление некоторых существенных моментов деятельности человека-оператора: с одной стороны, его ограничений и, с другой стороны, преимуществ перед автоматом, что, безусловно, содействовало решению некоторых задач автоматизации [12].

Однако с развитием инженерно-психологических исследований все более проявлялась ограниченность машиноцентрического подхода. Поэтому возникла необходимость создания принципиально нового подхода к анализу систем «человек — машина», который бы полнее учитывал психологические особенности операторской деятельности. Таким подходом стал антропоцентрический подход (АЦП), разработанный в 60—70-х годах в основном в работах А.Н. Леонтьева и Б.Ф. Ломова, который его авторы определили как подход «от человека к машине (технике)». Как известно, в этом подходе человек-оператор рассматривается уже не как специфическое звено технической системы, а как субъект труда, осуществляющий сознательную, целенаправленную деятельность. Главной задачей инженерно-психологических исследований с позиций данного подхода становится проектирование деятельности человека-оператора [12, 18].

В АЦП сам технический объект, его системные свойства, требования к человеку отходят на задний план, что стало основанием для его критики представителями системотехнических и эргатических концепций проектирования техники. В связи с этим в рамках идеологии АЦП возникает ряд концепций адаптации человека и машины, адаптивного взаимодействия оператора с системами управления и средствами отображения информации, в которых предпринимаются попытки учитывать реальные условия операторской деятельности и свойства технического объекта. Среди них можно выделить структурно-психологическую концепцию анализа и многоуровневой адаптации человека и машины В.Ф. Венды, концепцию синтеза адаптивных биотехнических систем эргатического типа В.М. Ахутина, подход взаимной адаптации человека и техники Г.В. Суходольского.

*Структурно-психологическая концепция анализа и многоуровневой адаптации человека и машины*, разработанная В.Ф. Вендой, предназначена для решения проблем проектирования «социотехнических» систем адаптивного информационного взаимодействия — «гибридного интеллекта». С позиции этой концепции работа человека с ЭВМ рассматривается как «псевдиалог» — скрытый диалог человека-оператора с разработчиками систем, зафиксировавшими свои знания в вычислительных программах и средствах отображения информации. При этом главная задача в практической реализации концепции состоит в индивидуальной адаптации организации, задач и средств деятельности к каждому участнику системы информационного взаимодействия [3, 4].

Вычислительные возможности ЭВМ должны позволять накапливать опыт решения задач разных классов отдельными операторами и данные об их индивидуальных особенностях для определения оптимальных форм предоставления каждому из них советов, справочных

данных, инструкций. В зависимости от конкретного хода решения и трудностей, с которыми сталкивается оператор, ЭВМ может выводить на средства отображения информации рекомендации о значениях различных психологических факторов сложности решения задач. В случае «сверхнормативной задержки или очевидных ошибок в информационной подготовке решения оперативной задачи, а также по данным психофизиологического контроля состояния оператора постепенно ограничивается неопределенность задачи и числа степеней свободы перцептивной и интеллектуальной деятельности вплоть до предъявления однозначного алгоритма некоторого резервного решения или даже отстранения оператора от участия в управлении» [4, с. 59–60].

На принципе адаптации режимов функционирования технических элементов системы к динамике изменения состояния организма оператора построена *концепция синтеза адаптивных биотехнических систем эргатического типа* В.М. Ахутина. В качестве биотехнических систем в ней рассматривается «особый класс больших систем, представляющих собой совокупность биологических и технических элементов, связанных между собой в едином контуре управления» [1, с. 149]. Проектирование биотехнических систем, в частности, и с учетом различных свойств человеческого организма в условиях нестационарной внешней среды, осуществляется с помощью поэтапного моделирования, в рамках которого ставятся задачи согласования характеристик режимов управления с показателями организма человека-оператора как управляющего звена системы.

Как некоторое обобщение взглядов и теоретических представлений инженерной психологии и эргономики 1970–80-х годов можно рассматривать подход взаимной адаптации человека и техники Г.В. Суходольского. Анализируя развитие инженерно-психологических воззрений на операторскую деятельность как систему, Г.В. Суходольский выделяет три линии их развития и соответствующие им *три подхода: техноцентрический (или машиноцентрический), антропоцентрический и взаимной адаптации человека и техники*, синтезирующий первые два. Необходимость идеи взаимной адаптации человека и техники обуславливается, по его мнению, двумя факторами: во-первых, трудностями реализации на практике требований оптимального сопряжения человека с техникой за счет ее адаптации к человеку при проектировании техники в качестве орудий его труда в рамках антропоцентрического подхода (вследствие слабой изученности конкретных особенностей разных видов деятельности, их сложности, стохастичности, нестационарности, а также неразвитости методов инженерно-психологического проектирования деятельности); во-вторых, необходимостью в любом случае профессиональной подготовки к работе с усложняющейся техникой, т. е. определенной адаптации человека к ней [22].

Для третьего подхода «характерно представление операторской деятельности с позиций ее внутренней изменчивости, динамичности и стохастичности одновременно. Техника в целом — орудие труда человека, но орудие, развивающееся по особым законам. Ее нельзя раз и навсегда спроектировать пригодной на все ситуации работы и состояния работника. Ее нужно проектировать как адаптивную систему, которая автоматически (либо полуавтоматически) приспосабливается к оперативным ситуациям и особым состояниям человека-оператора» [22, с. 64–65]. Но в то же время из-за сложности современной техники становятся все более трудными и задачи адаптации человека к ней: возрастают требования к профессиональному отбору и обучению, возникает потребность в создании адаптивных технических средств обучения и тренажа и автоматизированных обучающих систем.

В реальной практике проектирования современных технических систем инженеры, даже рассматривая человека как отдельное звено системы, стремятся все-таки согласовывать характеристики машины и человека, а инженерные психологи, интерпретируя технику как орудие труда человека, не отрицают необходимость и его приспособления к этому орудью. «Тем не менее представляется несомненным, — делает вывод Г.В. Суходольский, — что в концепции взаимной адаптации человека и техники техноцентрический и антропоцентрический подходы синтезированы на новом уровне инженерно-психологических воззрений и технических возможностей» [22, с. 65].

В 1980–1990-х годах антропоцентрический (или человекоцентрический) подход (Human-Centered Approach) стал одной из ведущих теоретических позиций и в зарубежных исследованиях Ч. Биллингса, Б. Кантовица, Р. Соркина (R.D. Sorkin), Т. Шеридана, Г. Йоханнсена, А. Левиса, Х. Стассена, Н. Морья, Д. Миллера (D.P. Miller) и А. Суэйна (A.D. Swain), Д. Леноровица (D.R. Lenorovitz), М. Филлипса (M.D. Phillips), Д. Вудса (D.D. Woods) и других [5, 13, 17, 19, 25, 30–33]. И так же, как и в отечественной инженерной психологии, в рамках идеологии этого подхода значительное количество исследований утверждает *концепции адаптивной автоматизации и «кооперативные» (cooperative) позиции* решения проблем проектирования автоматизированных систем, создания средств поддержки оператора при управлении техникой, взаимодействия человека с нею.

Они базируются на представлениях о гибком изменении задач оператора, динамическом перераспределении функций между оператором и автоматикой. Эти теоретические позиции обусловлены еще и тем, что они возникли на волне бурного роста вычислительной техники; во многих из них в качестве иерархической структурной схемы автоматизированного управления используется 10-уровневая шкала степени автоматизации Т. Шеридана, которая как раз и отражает не-

которые абстрактные представления о неограниченных возможностях компьютерных средств. На первом уровне этой шкалы — «полностью ручного управления» (no automation) — человек-оператор выполняет управление самостоятельно, обращаясь к компьютеру только как исполнителю своих решений. По мере увеличения степени автоматизации к компьютеру переходит все больше «полномочий»: на седьмом уровне компьютер все операции по управлению выполняет самостоятельно и только информирует человека о том, что им было сделано; на высшем, десятом уровне — «полностью автоматизированного управления» (complete automation) — «компьютер выполняет все задачи автоматически, игнорируя оператора, который должен совершенно доверять компьютеру во всех аспектах принятия решений» [33, с. 214].

Так, в соответствии с взглядами Б. Хильбурна (B. Hilburn), П. Джорна (P.G. Jorna), И. Бирна (E.A. Byrne), К. Бабб-Льюис (C. Bubb-Lewis), М. Шербо (M.W. Scerbo), Дж. Дули (J. Duley), Р. Моллоя (R. Molloy) и других, *идеология адаптивной автоматизации* должна приводить к созданию таких систем, которые были бы способны к динамическому перераспределению ответственности и задач между человеком и машиной. Цель адаптивной автоматизации заключается в обеспечении кооперативной среды, в которой оператор и компьютерные средства должны работать как партнеры; они должны дополнять друг друга для того, чтобы поддерживать оптимальное функционирование технической системы. И в то же время адаптивная автоматизация означает динамическую помощь оператору за счет перераспределения рабочей нагрузки между ним и компьютером [27–29].

Г. Йохансен, А. Левис и Х. Стассен считают, что при разработке экспертных систем, систем поддержки, контроля и управления автоматизированными техническими объектами могут быть применены разные типы *кооперации между человеком и компьютером*. В их работе рассмотрены примеры возможного использования кооперации, в том числе и при создании системы поддержки для диагностики отказов техники, функционирование которой основано на обобщении и синтезе процессов принятия решений человеком и программными средствами компьютера. Конечной целью кооперации и здесь полагается динамическое распределение задач между оператором и автоматикой, причем в данном случае компьютер выполняет функции информационного обеспечения решений человека и реализации исполнительных управляющих воздействий [30].

Во многом аналогичную теоретическую позицию предлагают и А. Левис, Н. Морей и Б. Ху (B. Hu) для решения задач проектирования современных высокоавтоматизированных промышленных производств, в основе которой лежит следующее требование к разработчикам: они должны стремиться к максимально возможной взаи-

мосогласованности человека и машины. Это может быть достигнуто за счет реализации *принципа синергии* (the principle of synergy) — *оптимального динамического распределения задач между оператором и автоматикой*, когда человек и машина действуют совместно, согласованно и помогают друг другу для того, чтобы получить результат, который не может быть обеспечен в случае, если они действуют по отдельности [33].

Результаты наших исследований по анализу адекватности существующих отечественных и зарубежных подходов к человеку и технике и концепций ее автоматизации и проектирования (в том числе и концепций адаптивной автоматизации), а также их соответствия системным свойствам современных сложных человеко-машинных комплексов, позволяют сделать вывод, что в целом множество подходов и концепций характеризуется разнородностью доминирующих направлений решения задач организации субъектно-объектных отношений, неполнотой рассмотрения закономерностей развития свойств объекта, социальных аспектов активности субъектов разных профессиональных групп. В частности, показана недостаточность общего, содержательного анализа структуры и развития техносферы, отсутствие общепринятой классификации техники, которая выделяла бы качественное своеобразие, основные свойства, типологию системно-структурной организации объектов. В большинстве подходов и концепций область существования используемых теоретических понятий, таких, как система «человек-машина», интерфейс между человеком и компьютером или социотехническая система, охватывает все многообразие автоматизированных технических объектов; и, таким образом, остается открытым вопрос о правомерности такой абсолютизации. Отсутствие общих вариантов классификации техники затрудняет оценку применимости подходов и концепций для разных классов объектов, проверку адекватности их теоретических позиций и методов решения проблем проектирования.

Кроме того, следует подчеркнуть, что в теоретических позициях существующих подходов и концепций слабо отражены закономерности и особенности функционирования объектов со свойствами неустойчивости, нестабильности, критических состояний, в частности, трудности организации межсистемных взаимодействий, ограничения и неполнота моделей управления, потенциальные свойства современных сложных человеко-машинных комплексов (как новые аспекты активности объекта), а также изменение характера труда, межличностных отношений и социальной активности профессионалов, принимающих участие в проектировании, создании и эксплуатации техники, особенно возрастание требований к ответственности и социальной зрелости специалистов, социальной значимости профессий инженера-разработ-

чика, оператора, инженерного психолога (т. е. появление новых форм активности субъекта в сфере субъект-объектных отношений) [8].

Так как именно эти особенности активности объекта и субъекта характеризуют, по нашему мнению, процесс развития и усложнения техники на современном этапе научно-технического прогресса, описывая специфику субъект-объектных отношений для ее нового класса — человеко-машинных комплексов, данные ограничения существующих отечественных и зарубежных подходов и концепций подтверждают актуальность создания новых методологических средств анализа субъект-объектных отношений в технике.

Что касается адекватности концепций адаптивной автоматизации, кроме этих ограничений, общих для всего множества подходов и концепций, для них в качестве собственного существенного ограничения необходимо отметить некоторую абстрактность их теоретических позиций и, прежде всего, основополагающей конструкции 10-уровневой схемы автоматизации Т. Шеридана. В частности, в классах техники еще невысокой сложности — автоматизированных систем и систем «человек-машина», например, транспортных средств, практическая реализация многоуровневой схемы адаптивного управления должна быть очень дорогой и достаточно сложной: ее сложность и стоимость могут оказаться выше сложности и стоимости всех других систем объекта. В то же время следует заметить, что уже сейчас возможности вычислительных средств позволяют ставить отдельные задачи адаптивного характера, в том числе, задачи обеспечения надежности и безопасности объекта за счет резервирования человека автоматикой, как это показано в работах А.Н. Костина [15].

Для преодоления отмеченных ограничений существующих подходов и концепций в процессе создания новых методологических подходов к решению психологических проблем проектирования и эксплуатации современной техники нами был разработан комплекс теоретических оснований методологического анализа психологических проблем взаимодействия человека и техники, в частности, определены основные понятия для описания качественного своеобразия и свойств активности объекта и субъекта-профессионала. Нами были выделены объективная и субъективная сложности как многофакторные образования, раскрывающие особенности системно-структурной организации, функционирования и управления объектом и деятельности субъекта, его отношений к объекту, социальной среде, обществу и другим субъектам, а также обоснована классификация технических объектов на три типа в зависимости от их системно-структурной организации (автоматизированные системы, системы «человек-машина» и человеко-машинные комплексы).

С учетом требований этого комплекса предложены новые ме-

тодологические подходы к человеку и технике для разных типов ее системно-структурной организации (подходы подчиненных, независимых и равнозначных отношений между профессионалами в управлении). Они содержат представления, понятия и принципы, описывающие особенности функционирования и управления техническим объектом, деятельности трех групп субъектов-профессионалов (работчиков, операторов и инженерных психологов), их взаимоотношений с объектом и между собой, а также позволяют получить целостное решение основных проблем проектирования и эксплуатации технического объекта (выбора стратегии автоматизации и роли человека в управлении, распределения функций между профессионалами, обеспечения эффективности, надежности и безопасности функционирования технического объекта, организации деятельности и взаимодействия профессионалов) на единой теоретико-методологической основе (в отличие от традиционных решений отдельных проблем взаимодействия оператора и систем управления в существующих подходах к человеку и технике и концепциях автоматизации) [7].

В подходе подчиненных отношений между профессионалами для автоматизированных систем (АС), которые рассматриваются как объекты невысокой сложности, состоящие из небольшого количества основных элементов и блоков с однородной природой и стационарными условиями функционирования, положения по определению их системно-структурной организации заключаются в том, что для этих основных элементов и блоков возможно создание формальных моделей управления; для обеспечения функционирования второстепенных элементов и блоков, формализация управления которыми затруднительна, должен использоваться оператор. Примерами таких объектов могут служить, в частности, автоматизированные двигательные системы в самолетах и авиакосмических комплексах, системы проведения астрономических и астрофизических экспериментов в научных модулях орбитальной станции.

Главные проблемы разработчика при проектировании данной технической системы состоят в создании автоматических режимов управления основными элементами и блоками системы, а также полуавтоматических и ручных режимов управления второстепенными элементами и блоками. В свою очередь, основной задачей оператора при эксплуатации АС необходимо считать обеспечение управления ее второстепенными элементами и блоками. Таким образом, в данной системе основная часть множества ситуаций управления реализуется автоматикой, а оператор в управлении играет незначительную и второстепенную роль. Поэтому *специфической особенностью системы на этапе эксплуатации необходимо считать доминирование автоматики по отношению к оператору.*

Для АС при доминировании в управлении автоматики фактически главная роль принадлежит разработчику; оператор играет второстепенную роль, т.е. по отношению к разработчику он находится в подчиненной позиции, тогда как, соответственно, разработчик по отношению к нему — в подчиняющей позиции (если использовать теоретические представления логики о трех разновидностях совместимых отношений между понятиями равнозначности, независимости и подчинения). За счет акцентирования внимания на такой разновидности отношений между профессионалами, методологический подход для автоматизированных систем и определен как *«подход подчиненных отношений между профессионалами в управлении»*.

Подход независимых отношений между профессионалами предложен для систем «человек-машина» (СЧМ) — технических объектов уже достаточной сложности, состоящих из значительного количества компонентов (элементов, блоков и подсистем), процессы функционирования которых могут быть разнородными и происходить в различных условиях (внутренних и внешних), как стационарных, так и нестационарных. Примерами таких объектов могут быть постоянно действующие системы самолетов нового поколения, авиакосмических комплексов и транспортных космических кораблей, в частности, системы навигации, обеспечения теплового режима, обеспечения жизнедеятельности экипажа.

В случае СЧМ основные трудности для разработчиков при организации автоматизированного управления системой, т. е. ее внутрисистемным взаимодействием, возникают из-за многообразия условий функционирования и состояний системы. Несмотря на достаточную сложность СЧМ, вследствие рационального характера внутрисистемного взаимодействия формализация режимов управления для стационарных, нормативных условий функционирования объекта и внешней среды может быть достижимой, но не полностью: из-за большого количества состояний отдельные операции, например, выбор автоматических режимов управления компонентами и системой в целом, разработчикам приходится возлагать на оператора. Они также вынуждены передавать человеку-оператору активное управление объектом в нестационарных, ненормативных условиях функционирования системы и ее взаимодействия с внешней средой, так как для этого необходимы непосредственное наблюдение и конкретное знание этих условий.

Исходя из этих особенностей управления СЧМ, основные задачи для разработчиков в процессе проектирования объекта должны состоять в создании автоматических (если их длительность допустима для активности оператора) и полуавтоматических режимов управления для стационарных, нормативных условий функционирования объ-

екта и его взаимодействия с внешней средой, полуавтоматических и ручных режимов управления для нестационарных, ненормативных условий, а также резервных режимов управления теми компонентами, для которых существует достаточная вероятность возникновения их отказов, при обеспечении надежности и безопасности системы. Оператору в качестве основных функций предписывается непосредственное управление системой в ненормативных условиях ее функционирования и взаимодействия с внешней средой, а его дополнительными обязанностями должны быть контроль работы автоматики и выполнение полуавтоматических режимов управления системой в нормативных условиях, а также ручное и полуавтоматическое управление в резервных режимах. Эти функции непосредственного управления как в ненормативных, так и в нормативных условиях, возлагаемые на оператора, делают его главной, центральной фигурой в управлении СЧМ. Автоматика здесь играет второстепенную, дополнительную роль, ее основные функции должны заключаться в информационном обслуживании оператора, помощи ему в принятии решений. Поэтому *специфической особенностью данной системы на этапе эксплуатации необходимо считать доминирование оператора по отношению к автоматике.*

Что касается характера отношений между разработчиком и оператором СЧМ, в отличие от АС здесь они оба представляют собой самостоятельные фигуры в решении проблем обеспечения эффективности, надежности и безопасности, но на разных этапах ее существования: на этапе проектирования и создания ведущую роль играет разработчик и вся ответственность за решение этих проблем лежит на нем; в процессе эксплуатации главная роль в управлении принадлежит оператору, т. е. и основная ответственность за обеспечение эффективности, надежности и безопасности системы должна быть возложена на него. Таким образом, если вновь использовать теоретические представления логики о разновидностях совместимых отношений, можно утверждать, что разработчик и оператор в данном случае находятся в независимых отношениях. Учитывая это, предлагаемый методологический подход для систем «человек-машина» можно определить как *«подход независимых отношений между профессионалами в управлении».*

Подход, постулирующий равнозначные отношения между профессионалами в управлении наиболее сложной современной техникой — человеко-машинными комплексами (ЧМК) — отражает специфику системно-структурной организации объекта и новый, инженерный, исследовательский (а не исполнительный) характер профессиональных функций операторов. В данном подходе полагается, что человеко-машинный комплекс в нормативных условиях функционирования необходимо рассматривать как Метасистему, состоящую из некоторого множества отдельных систем и имеющую многоуров-

невую иерархическую структуру управления. Трудности организации управления объектом здесь обусловлены особенностями межсистемного взаимодействия, причем вследствие многообразия взаимосвязей между системами, неоднозначности и даже непознанности их взаимовлияния межсистемные взаимодействия характеризуются возможностью возникновения нелинейных и неустойчивых процессов функционирования систем, а также и непредсказуемых ситуаций. В случае ненормативных условий функционирования объекта могут актуализироваться его потенциальные свойства либо детерминирующего, либо деструктивного характера, вследствие которых объект или сохраняется как Метасистема, или распадается на автономно функционирующие системы, или становится системным комплексом. При этом системный комплекс является множеством самостоятельных систем, взаимодействия между которыми носят нелинейный, неустойчивый, непредсказуемый характер [9]. Примерами таких объектов могут являться энергетические комплексы, нефтедобывающие комплексы на суше и на морском шельфе, космические пилотируемые транспортные корабли и орбитальные станции, крупнотоннажные морские суда, самолеты нового поколения, различные типы автоматизированных производств и военной техники.

Для такого объекта формализация межсистемного взаимодействия и, следовательно, автоматизация режимов управления допустимы только в нормативных условиях функционирования для ограниченной области стандартных расчетных ситуаций; для ненормативных условий, когда процессы функционирования могут приобретать нелинейный и неустойчивый характер, их формализация уже затруднительна из-за ограниченной адекватности и неоднозначности количественных критериев надежности, безопасности и эффективности систем. Таким образом, модели управления, используемые разработчиком для множества реальных, но неформализуемых ситуаций, становятся неполными; из-за неполноты моделей управления в случаях нелинейных и неустойчивых процессов функционирования (в ненормативных условиях) разработчики вынуждены возлагать на оператора осуществление управления в области неформализуемых ситуаций.

Но разработчики должны передавать управление оператору и в случаях возникновения непредсказуемых, непредусмотренных ситуаций, потому что только он может непосредственно наблюдать развитие этих ситуаций, то есть *процесс актуализации потенциальных свойств объекта при эксплуатации*. Знание конкретных условий функционирования объекта, использование качественных, содержательных критериев оценки надежности должны позволить ему провести целостный анализ и интерпретацию актуализированных ситуаций, разработать модели управления для них и реализовать некоторый

вариант автоматического, полуавтоматического или ручного режима управления. *Именно эти функции — по разработке моделей управления и осуществлению непосредственного управления в потенциальных, непредсказуемых на этапе проектирования и создания объекта ситуациях — и становятся главными, основными для оператора в ЧМК.*

Для осуществления активных функций оператора по непосредственному управлению комплексом в непредсказуемых ситуациях необходима разработка новых технических средств, которые позволяли бы оператору решать задачи по анализу возникающих ситуаций, моделированию и реализации соответствующих управляющих воздействий по выходу из них. Эта новая проблема требует проектирования специальных экспертных, интеллектуальных систем поддержки принятия решений, предназначенных для осуществления оператором контроля и анализа функционирования систем и комплекса в целом, прогнозирования состояния систем, определения рекомендаций для оператора по управлению, математическому моделированию функционирования систем и межсистемного взаимодействия в нерасчетных, нестандартных ситуациях управления.

Что касается характера отношений между разработчиком и оператором, то, в отличие от автоматизированных систем и систем «человек-машина», где оператор играет второстепенную роль или представляет собой самостоятельную, независимую фигуру в управлении, *для человеко-машинного комплекса отношения между разработчиком и оператором становятся принципиально иными: различия между их профессиональными функциями фактически исчезают.* На этапе эксплуатации оператор должен не только реализовывать исполнительные функции по непосредственному управлению объектом, но и выполнять инженерные, исследовательские функции (подобные функциям разработчика на этапе проектирования и создания объекта) по моделированию управления в потенциальных, непредвиденных ситуациях.

Таким образом, *заметной разницы в роли разработчика и оператора быть не должно, и поэтому ответственность за обеспечение эффективности, надежности и безопасности функционирования объекта и на разработчика, и на оператора следует возлагать в равной степени.* Тогда, в соответствии с теоретическими представлениями логики о разновидностях совместимых отношений, следует полагать, что разработчик и оператор в данном случае находятся в равнозначных отношениях. Учитывая это, предлагаемый методологический подход для ЧМК необходимо определить как *«подход равнозначных отношений между профессионалами в управлении».*

С позиции данного подхода в нерасчетных, нестандартных ситуациях для принятия решений операторам необходима вся информация об объекте, о внешних условиях функционирования комплекса, о си-

туации, о возможностях средств управления по выходу из ситуации, а также и все средства управляющих воздействий на объект. Здесь, на наш взгляд, нерационально говорить о каких-либо ограничениях информации и средств управления для операторов при организации адаптивных методов распределения задач между автоматикой и персоналом, кооперации между человеком и компьютером или гибкого изменения степени автоматизации, которые предлагаются в рассмотренных выше концепциях адаптивной автоматизации. Поэтому в данных условиях — *а именно, для области нерасчетных, потенциальных ситуаций управления* — и встают очень сложные проблемы создания интеллектуальных средств поддержки деятельности операторов, работы над которыми сегодня ведутся очень интенсивно.

Для *области расчетных ситуаций управления* реализация некоторых адаптивных идей, например, интеллектуального интерфейса, учета функциональных возможностей человека на базе современных и перспективных вычислительных средств, видимо, может быть оправданной. Но, на наш взгляд, все-таки более адекватная позиция в этой области — максимально возможная автоматизация режимов управления для освобождения человека от рутинной работы, чтобы все его усилия были направлены на основные функции по управлению сложными объектами — обеспечение психологической готовности к нерасчетным ситуациям управления, поиску решений по выходу из них.

Строго говоря, для современной и перспективной сложной техники адаптивные теоретические позиции необходимо рассматривать как существенное упрощение объективной реальности. Попытки «облегчить жизнь» оператору в сложных ситуациях, казалось бы гуманистические по своей направленности, по сути являются следствием традиционных способов упрощения действительности, обусловленных ограниченностью наших знаний о ней, несоответствием общего научного метода «от простого к сложному» исследуемой объективной реальности, доминированием формальных методов ее познания.

Мы все еще не можем осознать, что в развитии техносферы уже давно перешли порог сложности, когда необходимо кардинальное изменение научных методов исследования сложных объектов, идеологии проектирования техники, представлений о роли оператора и характере его труда, совершенствование систем и методов профессиональной подготовки, повышение социальной и творческой, исследовательской активности операторов.

Данный вывод об ограничениях концепций адаптивной автоматизации и подходов к человеку и технике, постулирующих необходимость адаптации оператора к системам управления, в настоящей работе показан *с теоретической позиции* необходимости создания

новых методологических средств анализа субъект-объектных отношений для сложной техники, новых методологических средств решения основных проблем ее проектирования и эксплуатации (в частности, выбора роли человека в управлении, распределения функций между разработчиками, операторами и инженерными психологами, обеспечения эффективности, надежности и безопасности функционирования технического объекта, организации деятельности и взаимодействия профессионалов).

Но, безусловно, сама проблема адаптации в технике — *в ее практическом плане* как проблема приспособления человека к автоматизированным средствам управления техническими объектами — до настоящего времени остается достаточно серьезной и на этапах профессионального обучения, становления и развития профессионализма, и на этапах эксплуатации сложной техники. Более того, сегодня в связи с модернизацией автоматизированных объектов, внедрением новых поколений вычислительных средств в системы управления проблема адаптации человека к технике становится еще острее. Она является предметом серьезных исследований в инженерной психологии, психологии труда и эргономике [2, 10, 14].

Значимость проблемы адаптации человека к техническим объектам и искусственно созданной среде обитания будет еще больше возрастать в связи с бурным развитием высоких технологий: информационных сетей, искусственного интеллекта и экспертных систем, виртуальной реальности, симбиоза человека и компьютера, роботизированных объектов, нанотехнологий. Фактически наша цивилизация стоит на пороге формирования новой культуры жизни человека в условиях глобальных информационных сетей, в мире искусственного интеллекта и робототехники. Здесь, в новейших технологиях, начинают заявлять о себе такие проблемы субъект-объектных отношений, непосредственно связанные и с проблемой адаптации, как непредсказуемое воздействие симбиоза человека и компьютера, виртуальной реальности, информационных систем и искусственного интеллекта на психические состояния и сознание человека, автономность существования робототехники на принципах саморазвития и самовоспроизводства, социальные и этические нормы взаимодействия человека и информационных технологий, искусственного интеллекта, робототехнических объектов.

Эти проблемы, в свою очередь, потребуют и разработки новых теоретико-методологических средств анализа субъект-объектных отношений, новых методических и практических средств решения задач проектирования и эксплуатации объектов высоких технологий, в том числе и адаптации человека к среде обитания и деятельности на базе информационных сетей, искусственного интеллекта и робототехники.

## Литература

1. Ахутин В.М. Поэтапное моделирование и синтез адаптивных биотехнических и эргатических систем // Инженерная психология: теория, методология, практическое применение. М.: Наука, 1977. С. 149—180.
2. Бодров В.А. Психология профессиональной пригодности. М.: ПЕР СЭ, 2001.
3. Венда В.Ф. Системы гибридного интеллекта: эволюция, психология, информатика. М.: Машиностроение, 1990.
4. Венда В.Ф. Методологические проблемы адаптивного информационного взаимодействия // Инженерная психология: теория, методология, практическое применение. М.: Наука, 1977. С. 55—66.
5. Вудс Д., О'Брайен Дж., Хейнс Л. Роль человеческих факторов в управлении атомными энергетическими установками // Человеческий фактор. М.: Мир, 1991. Т. 4. С. 406—487.
6. Галактионов А.И. Основы инженерно-психологического проектирования АСУ ТП. М.: Энергия, 1978.
7. Голиков Ю.Я. Методологические подходы к решению психологических проблем проектирования современной техники // Психол. журн. 2004. № 1. С. 70—82.
8. Голиков Ю.Я. Современные концепции автоматизации и подходы к человеку и технике // Психол. журн. 2002. Т. 23. № 1. С. 18—30.
9. Голиков Ю.Я., Костин А.Н. Проблемы и принципы исследования межсистемных взаимодействий в сложных человеко-машинных комплексах // Системные исследования. Ежегодник 1992—1994. М.: Эдиториал УРСС, 1996. С. 293—316.
10. Дикая Л.Г. Психическая саморегуляция функционального состояния человека. М.: Изд-во ИП РАН, 2003.
11. Журавлев Г.Е., Парсонс С.О., Строун Л.Т. Психологические основы культуры безопасности атомной энергетики и промышленности (системные аспекты). М.: Институт психологии РАН, 1996.
12. Завалова Н.Д., Ломов Б.Ф., Пономаренко В.А. Принцип активного оператора и распределение функций между человеком и автоматом // Вопросы психологии. 1971. № 3. С. 3—15.
13. Кантовиц Б., Соркин Б. Распределение функций // Человеческий фактор. М.: Мир, 1991. Т. 4. С. 85—113.
14. Климов Е.А. Психология профессионального самоопределения. Ростов-на-Дону: Феникс, 1996.
15. Костин А.Н. Принцип взаимного резервирования при распределении функций между человеком и автоматикой. Дисс. ... докт. психол. наук. М.: Институт психологии РАН, 2000.
16. Крылов А.А. Человек в автоматизированных системах управления. Л.: Изд-во ЛГУ, 1972.
17. Леноровиц Д., Филлипс М. Проектирование эргономических требований к системам управления воздушным движением // Человеческий фактор. М.: Мир, 1991. Т. 4. С. 320—351.
18. Леонтьев А.Н., Ломов Б.Ф. Человек и техника // Вопросы психологии. 1963. № 5. С. 29—37.
19. Миллер Д., Суэйн А. Ошибки человека и его надежность // Человеческий фактор. М.: Мир, 1991. Т. 1. С. 360—417.

20. *Мушатов В.М., Зинченко В.П.* Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: Учебник. М.: Логос, 2001.
21. *Пископтель А.А., Вучетич Г.Г., Сергиенко С.К., Щедровицкий Л.П.* Инженерная психология: дисциплинарная организация и концептуальный строй. М.: Касталь, 1994.
22. *Суходольский Г.В.* Основы психологической теории деятельности. Л.: Изд-во ЛГУ, 1988.
23. *Шеридан Т.В.* Диспетчерское управление // Человеческий фактор. М.: Мир, 1991. Т. 3. С. 322–367.
24. *Benders J., Haan J., Bennett D.* Will symbiotic approaches become main stream // The Symbiosis of Work and Technology. London: Taylor and Francis, 1995. P. 135–148.
25. *Billings C.E.* Toward a human-centered aircraft automation philosophy // The Intern. Journal of Aviation Psychology. V. 1. № 4. 1991. P. 261–270.
26. *Brown O.* The evolution and development of macroergonomics // Designing for Everyone // Proceedings of the Eleventh Congress of the International Ergonomics Association, Paris, 1991. V. 3. London: Taylor and Francis, 1991. P. 1175–1177.
27. *Bubb-Lewis C., Scerbo M.W.* Getting to know you: human-computer communication in adaptive automation // Human-Automation Interaction: Research and Practice / Ed. by M. Mouloua, J.M. Koonce. Mahwah, New Jersey: Erlbaum, 1997. P. 92–99.
28. *Duley J.A., Molloy R., Parasuraman R.* Display configuration in adaptive automation: integration and dynamic presentation // Human-Automation Interaction: Research and Practice / Ed. by M. Mouloua, J.M. Koonce. Mahwah, New Jersey: Erlbaum, 1997. P. 109–116.
29. *Hilburn B., Jorna P.G., Byrne E.A., Parasuraman R.* The effect of adaptive air traffic control (ATC) decision aiding on controller mental workload // Human-Automation Interaction: Research and Practice / Ed. by M. Mouloua, J.M. Koonce. Mahwah, New Jersey: Erlbaum, 1997. P. 84–91.
30. *Johannsen G., Levis A.H., Stassen H.G.* Theoretical problems in man-machine systems and their experimental validation // Automatica. V. 30. № 2. 1994. P. 217–231.
31. *Kantowitz B.H., Sorkin R.D.* Human factors: understanding people-system relationship. N.Y.: Wiley, 1983.
32. *Lee J., Moray N.* Trust, control strategies and allocation of functions in human-machine systems // Ergonomics. V. 35. № 10. 1992. P. 1243–1270.
33. *Levis A.H., Moray N., Hu B.* Task decomposition and allocation problems and discrete event systems // Automatica. V. 30. № 2. 1994. P. 203–216.
34. *Meshkati N.* Cultural context of the safety culture: a conceptual model and experimental study // Human-Automation Interaction: Research and Practice / Ed. by M. Mouloua, J.M. Koonce. Mahwah, New Jersey: Erlbaum, 1997. P. 286–297.
35. *Stanney K.M., Maxey J., Salvendy G.* Social contexts in systems design // Human-Automation Interaction: Research and Practice / Ed. by M. Mouloua, J.M. Koonce. Mahwah, New Jersey: Erlbaum, 1997. P. 305–312.