

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА

С.Ф. Сергеев

Санкт-Петербургский государственный университет
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9
E-mail: ssfpost@mail.ru

Ключевые слова: интерфейс, пользовательский интерфейс, оператор, эргатическая система, техногенная среда, гибридный интеллект, искусственный интеллект, диффузный интеллект, интеллектуальные среды и системы

Аннотация: Статья посвящена исследованию методологических проблем пользовательского интерфейса, возникающего при включении человека в эргатические системы и техногенные среды. Рассматриваются методологические и теоретические, психологические и технологические аспекты проблемы, особенности ее решения в зависимости от уровня организации и степени интеллектуализации процессов взаимодействий в эргатических системах и средах.

1. Введение

Понятие «интерфейс» отражает формы, средства и возможности обеспечения взаимодействия двух или более систем (их компонентов) между собой независимо от их физической или ментальной природы в процессе достижения их целей. Является в настоящее время чрезвычайно популярным и широко распространенным в научном дискурсе термином широкой междисциплинарной природы. В последнее десятилетие наблюдается его экспансия в область информационных технологий, инженерной психологии и эргономики, где наибольшее распространение получили термины «пользовательский интерфейс» и «человеко-машинный интерфейс» [1]. Однако всего лишь двадцать лет назад проблемы интерфейса в психологии не существовало, а основные элементы данного единства рассматривались проектировщиками как независимые элементы информационной модели человеко-машинной системы, выполняющие функции ввода-вывода информации и формирования управляющих воздействий.

Можно выделить ряд этапов эволюции данного понятия в классической, постклассической и постнеклассической инженерной психологии, связанных с развитием техногенной формы человеческой цивилизации. На первом этапе, проблема взаимодействия человека с орудием труда решалась на уровне обеспечения физического взаимодействия тела человека с техникой (органами управления) и входила в сферу интересов эргономики, которая и по настоящее время ассоциируется с организацией удобного рабочего места. Под интерфейсом понималась механическая, линейная моторно-перцептивная связь человеческого тела с органами управления и отображения информации.

Эстафету эргономического проектирования продолжила классическая инженерная психология, которая сосредоточила внимание на вопросах проектирования эффективного информационного взаимодействия человека-оператора с эргатической человеко-машинной системой [2]. Развитие инженерно-психологических представлений о чело-

веко-машинном взаимодействии привело к появлению понятий «пользователь» и «пользовательский интерфейс» [3].

На постклассическом этапе объектом изучения стали интерфейсы сложных эргатических систем и техногенных сред включающие коммуникативные самоорганизующиеся процессы и элементы технологий искусственного интеллекта [4]. Под интерфейсом стали понимать технологию общения человека с компьютером или другими системами. Объектом изучения в проблеме интерфейса стали организация и развитие кооперативных эффектов в искусственных средах [5].

Постнеклассический этап развития взглядов на интерфейс связан с использованием системных представлений кибернетики второго порядка и исторических развивающихся систем [6].

2. Методологические проблемы проектирования интерфейса эргатических систем

2.1. Классический подход к проектированию интерфейса

В классическом инженерно-психологическом представлении управление эргатическими системами осуществляется посредством органов управления и пультовой аппаратуры содержащей средства индикации и контроля, отображения информации о текущем состоянии управляемой системы и ее элементов. Возникающая информационная модель погружает оператора во взаимодействие с системой управления в рамках выполнения фиксированных алгоритмических действий с заранее ясными целями и наблюдаемыми следствиями в поведении управляемой системы [7]. Системы интерфейса, связывающие оператора с контуром управления, решают задачу преобразования управляющих воздействий в команды, результат которых выражается в наблюдаемых в системах индикации и отображения информации изменениях параметров управляемой системы. Основная проблема согласования возникающих в системе «человек-машина» взаимоотношений лежит в области формирования у оператора соответствующей назначению эргатической системы концептуальной модели и навыков управления с помощью органов управления [8] и относится к инженерной психологии. Решается задача согласования психофизиологических возможностей человека с техникой [9]. Традиционно решение данных задач лежит в области психологии обучения и достигается методами профессиональной подготовки на тренажерах содержащих модели реальной деятельности [10]. Многократное повторение профессиональной задачи приводит к появлению обучающей среды ведущей к формированию наиболее эффективного для данного оператора способа управления [11]. По окончании обучения задача обеспечения эффективной связи «человек-машина» заключается в поддержании навыков оператора на требуемом уровне с помощью дополнительных тренировок.

За 40 лет господства классической парадигмы обеспечения эффективного человеко-машинного взаимодействия достаточно подробно разработаны прикладные аспекты психологического формирования эффективной человеко-машинной связи. Решаются задачи профориентации, профотбора, профдифференциации, профподготовки, проектирования деятельности (В.А. Бодров, Л.Г. Дикая, А.Л. Журавлев, Н.Д. Завалова, Г.М. Зараковский, В.П. Зинченко, Е.А. Климов, С.А. Конопкин, Г.Л. Коротеев, А.А. Крылов, В.М. Львов, В.Д. Магазанник, А.И. Нафтульев, А.А. Обознов, Д.А. Ошанин, П.И. Падерно, В.А. Пономаренко, Г.В. Суходольский, В.Д. Шадриков).

Изложенная выше схема проектирования разделяет задачи психологического проектирования интерфейса и его технической реализации, что на практике ведет к изоля-

ции инженеров-проектировщиков от разработчиков человеческой компоненты интерфейса и ведет к перманентному конфликту между психологами и инженерами в силу различия и несовместимости их понятийных областей. Проектирование интерфейса строится главным образом на опыте и интуиции инженера. В силу этого психология играет вспомогательную роль, ликвидируя методами отбора и обучения технические просчеты и ошибки. Вместе с тем это широко используемая в инженерной практике технология создания эффективных интерфейсов для простых человеко-машинных систем (Г.Л. Коротеев, В.М. Лискин, В.Н. Соколов и др.).

Отметим, что классические инженерные представления основаны на здравом смысле и механистических моделях взаимодействий, что сильно обедняет проблемное поле интерфейсных систем.

2.2. Постклассическая методология проектирования

Появление новых методов проектирования интерфейсов обусловлено интенсивным развитием науки и технологии ведущим к появлению сложных машин и механизмов включенных и составляющих технические среды [12]. Кроме того наблюдается интенсивное внедрение технологий искусственного интеллекта во все сферы взаимодействий человека с искусственными средами. В таких условиях классический подход к проектированию интерфейсов работает плохо. Возможности чисто инженерного решения проблемы создания интерфейса резко ограничиваются в силу множества возникающих нетривиальных вариантов взаимодействий потенциально ведущих к нарушению работы оператора. Возникает проблема обеспечения социального поведения искусственных систем включенных в коммуникацию с оператором (группой операторов). Психологических знаний у инженеров-разработчиков для эффективного инженерного проектирования таких интерфейсов становится явно недостаточно, и требуются специалисты в области инженерной психологии и эргономики.

В настоящее время задачи проектирования массовых пользовательских компьютерных интерфейсов решаются в рамках прикладных дисциплин по учету человеческого фактора *Usability* и *User Experience*. Однако следует признать, что рассматриваемые в данных направлениях свойства интерфейсов (полезность, юзабилити, доступность и привлекательность) отражают лишь некоторые статистические характеристики наблюдаемого пользовательского опыта без анализа его структуры и типов возникающих в эргатической системе отношений [13]. Проблема интерфейса в компьютерных системах и средах породила целый спектр новых проектировочных дисциплин, к которым следует отнести: *Informatics Usability*, *Human-Computer Interaction*, *Emotional design*, *Human Interaction Systems*.

Информационные технологии предоставляют разработчикам эргатических систем широкий спектр средств, повышающих их интеллектуальность, формируя отношения человека-оператора с технической системой, аналогичные возникающим в условиях естественной социальной коммуникации. Вместе с тем взаимодействие человека с искусственными информационными средами, наделенными искусственным интеллектом, отличается от его взаимодействия с естественными средами в силу дополнительности искусственных сред по отношению к когнитивному аппарату человека [14]. Возникает проблема симбиоза между системами разной природы – биологическими, наделенными механизмами психического отражения и активного целеполагания, и техническими, реализующими алгоритмы и технологии искусственного интеллекта [15]. Переход человечества к новым формам технологического уклада и, особенно к пятому и шестому, связанным с интенсивным развитием технологий *NBICS* – конвергенции и методов искусственного интеллекта ведет к тотальной интеграции психофизиологической систе-

мы человека с техногенной средой [16], сопровождаемой возникновением новых форм интерфейсных отношений.

Особое значение имеют техногенные среды эргатических систем объединяющие множество пользователей в рамках решения общих задач контроля и управления.

Системы интерфейса, объединяющие в единое целое интеллектуальную эргатическую систему и когнитивную систему оператора, отличаются от классических систем интерфейса, так как их функционирование носит коммуникативный, а не управляющий характер. Решение в системе принимается посредством коммуникативного акта, в результате которого субъектом принятия решения может стать система искусственного интеллекта, а не человек-оператор. Коммуникация рассматривается как социальная аутопоэтическая система, конституирующая социальные формы взаимодействий, в том числе и в эргатических системах с коллективным и групповым управлением [17].

Интерфейс в интеллектуальных эргатических системах должен создавать в операторе образ доверия к его «электронному партнеру», наделенному искусственным интеллектом, и обеспечивать эффективную коммуникацию. Эти задачи не могут быть решены в рамках классических системных представлений, в которых не учитываются процессы самоорганизации и эволюции возникающих системных объединений. Техногенные среды ведут к интеграции человека с машиной, формируя гибридные и симбиотические формы интеллектуальных образований организменного типа [18].

2.3. Постнеклассический подход

Постнеклассические подходы к проектированию интерфейса связаны с дальнейшим развитием системного подхода, введением новых форм системных взаимодействий, пронизывающих все формы отношений человека с миром, включающим осознание тотальной интеграции и межсвязности мира, ведущей к появлению гибридов природы и культуры, размыванием границ между цифровым и материальным бытием [19]. Используются парадигмы развивающихся, исторических систем. Сознание человека рассматривается как интерфейс, связывающий субъекта с миром его действительности. Формирование сознания связано с созданием безопасной, комфортной, бесконфликтной картины мира, в которой субъект получает возможность свободно действовать, без опасений потерять свою субъектную индивидуальность и целостность организма. Интерфейс в постнеклассическом прочтении рассматривается как селективная граница между аутопоэтической системой человеческой психики редуцирующей физическую реальность и пропускающей в конструирующую зону психики только неразрушающие формы описаний [20] и физической реальностью. Интерфейс при этом формирует не только неразрушающую/ориентирующую связь, но и самоорганизующуюся связь, конструирующую и конституирующую субъекта и мир его опыта.

3. Интерфейс в техногенных средах и системах с искусственным интеллектом

3.1. Технологические уровни интерфейсной интеграции

В настоящее время технологический прогресс человечества связан с процессами интенсивной конвергенцией ряда научных и технологических дисциплин (*NBICS*), объединением их в научно-технологические комплексы, создающие базис для создания интерфейсов, включающих в конечном итоге полную интеграцию человеко-машинной среды и человека на всех уровнях организации материи.

Развитие технологий позволяет создавать системы интерфейса ориентированные не только на связь моторных и сенсорных компонентов тела человека с естественной средой, но и включающие все формы информационных отношений с искусственными средами, содержащими элементы дополненной и виртуальной реальностей [21]. Тотальная связность всех информационных процессов и ресурсов в глобальных сетях коммуникации и легкий доступ к ним позволяют создавать системы интерфейса с распределенным интеллектуальным содержанием актуализирующиеся в процессе достижения цели эргатической системой. Это позволяет в зависимости от контекста деятельности избирательно усиливать или компенсировать в случае недостаточности те или иные психические и интеллектуальные возможности оператора и машины.

3.2. Глобальная интеллектуальная информационная среда

Следующим уровнем интеграции человека и машины является создание «умного мира», в котором границы искусственной среды и человеческого тела и психики размываются. Техногенная среда становится тотальной формой интерфейса, обеспечивающего субъекту деятельности доступ ко всем формам создания, хранения и использования информации, энергии и пространства. Возникает проблема проектирования интерфейсов и учета взаимодействий в системе «оператор-эргатическая система-интеллектуальная информационная среда».

Интеграция различных технологий доступа, обработки, представления, хранения и использования информации с источниками информации, обладающими множественными входами-выходами и информационно-поисковыми системами в рамках единой глобальной информационной среды, ведет к появлению нового объекта технологии – *глобальной интеллектуальной информационно-коммуникационной среды*. Необходимо различать интерфейсы и свойства интеллектуальных информационных систем и интеллектуальных информационных сред (таблица 1).

Таблица 1. Интеллектуальные системы и интеллектуальные среды.

Критерии различения	Интеллектуальные информационные системы	Интеллектуальные информационные среды
Тип образования	программно-техническая система	социотехническое коммуникативное единство аутопоэтического типа
Механизм создания	локальное инженерное проектирование	кооперативное взаимодействие, коммуникация, самоорганизация
Цель функционирования	осуществление поддержки деятельности человека	самовоспроизведение и эволюция
Механизм функционирования и эволюции	нет, поэтапное улучшение в процессе проектной деятельности	непрерывное изменение в процессе самоорганизации и коэволюции человеческого общества
Входы	единичные	множественные, по числу пользователей
Интерфейсы	создаются под целевую задачу системы, уникальные, связаны с оптимизацией системы по критериям эффективности	формируются как элементы техногенной культуры, возникающей в среде, действует тенденция к унификации в рамках пользовательского опыта
Вид аккумуляции опыта. Источник опыта	локальный, разработчиков системы в процессе ее проектирования	циклический, рекурсивный, избирательный, пользователей терминалов среды и культурных сообществ

Новые формы интеграции человека с информационным миром требуют усиления гуманитарной компоненты инженерного знания и перехода к методам постнеклассической эргономики [22]. Необходимо различать свойства симбиотных объединений (интеллектуальные симбионты), возникающих в организованных искусственных средах. Симбиотными отношениями будем называть отношения, возникающие между человеком и технической системой (техногенной средой) наделенной искусственным интеллектом. Они отличаются от симбиотических отношений, возникающих в живой природе, отражая ведущую роль человека.

3.3. Симбиотные интеллектуальные системы и среды

Интеллектуальные системы и среды представляют собой *системы организованной сложности*. Будучи организованными человеком, они содержат в себе в скрытой форме часть функций, присущих системам, наделенным естественным интеллектом. Это искусственный интеллект, воплощенный в искусственную среду. Основные виды интеллектуальных симбионтов приведены в таблице 2.

Таблица 2. Виды интеллектуальных симбионтов.

Тип интеллектуального образования	Отношения между компонентами	Центр активности и управления, механизм	Отношения со средой деятельности, границы
Естественный интеллект	самоорганизация, аутопоэтическая система	сознание, эго-система человека	активное преобразование мира, границы динамично изменяются
Искусственный интеллект	фиксированная или переменная программно-аппаратная структура	программа, алгоритм в структурированной или структурируемой среде	реализация алгоритма, ситуативное управление, границы фиксированные
Гибридный интеллект	симбиоз, адаптация организованного и аутопоэтического компонентов к среде, объединения на макроуровне при приоритете сознания	человек в структурированной среде	взаимная адаптация естественного и искусственного интеллектов, границы переменные
Диффузный интеллект	селективные связи на всех уровнях аутопоэтически организованной и организуемой среды и человека	возникает в организованной среде	синергетическое объединение, границы формируются под задачу

4. Заключение

Проблема интерфейса включает междисциплинарные технические и гуманитарные аспекты, отражающие различные формы объединений человека с техникой. Можно дать ряд общих определений интерфейса, в которых сделан акцент на свойствах системных образований, обеспечивающих активную и эффективную деятельность человека в эргатических системах и средах техногенного мира.

Интерфейс это:

- неразрушающая опосредованная межсистемная связь;

- средство опосредованного достижения цели;
- механизм и среда интеграции систем;
- средство погружения в среду;
- средство взаимной ориентации систем;
- средство обеспечения границы различий между системами;
- пограничная среда, передающая селективное, неразрушающее действие;
- правила межсистемных взаимодействий;
- средство межсистемной коммуникации.

Проблема интерфейса является центральной при создании дружественной глобальной техногенной среды и эргатических систем, усиливающих и увеличивающих возможности человечества, его безопасность и эффективность при реализации трудовой деятельности.

Список литературы

1. Сергеев С.Ф., Падерно П.И., Назаренко Н.А. Введение в проектирование интеллектуальных интерфейсов. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011. 108 с.
2. Сергеев С.Ф. Инженерная психология и эргономика. М.: НИИ школьных технологий, 2008. 176 с.
3. Раскин Д. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем. СПб.: Символ-Плюс, 2007. 272 с.
4. Сергеев С.Ф. Инженерно-психологическое проектирование сложных эрготехнических сред: методология и технологии // Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики / Под ред. В.А. Бодрова, А.Л. Журавлева. Вып.1. М.: Институт психологии РАН, 2009. С. 429-449.
5. Сергеев С.Ф. Эргономика иммерсивных сред: методология, теория, практика: дис. ... д-ра психол. наук: 19.00.03. СПб., 2010. 420 с.
6. Сергеев С.Ф. Регуляция, саморегуляция, самоорганизация, саморазвитие в понятийном базисе психологии // Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. Вып. 4 / Под ред. В.А. Бодрова, А.Л. Журавлева. М.: Институт психологии РАН, 2012. С. 238-259.
7. Справочник по инженерной психологии / Под ред. Б.Ф. Ломова. М.: Машиностроение, 1982. 368 с.
8. Ломов Б.Ф. Человек и техника. Очерки инженерной психологии. М.: Советское радио, 1966. 464 с.
9. Завалова Н.Д., Ломов Б.Ф., Пономаренко В.А. Принцип активного оператора и распределение функций между человеком и автоматом // Вопросы психологии. 1971. № 3. С. 3-12.
10. Сергеев С.Ф. Методология проектирования тренажеров с иммерсивными обучающими средами // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. 2011. № 1 (71). С. 109-114.
11. Сергеев С.Ф. Обучающая среда: концептуальный анализ // Школьные технологии. 2006. № 5. С. 29-34.
12. Сергеев С.Ф. Глобальные техногенные среды в эволюции человеческой цивилизации // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2013. № 1. С. 80-86.
13. Речинский А. В. Разработка пользовательских интерфейсов. Юзабилити-тестирование интерфейсов информационных систем: учеб. Пособие / А. В. Речинский, С.Ф. Сергеев. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 145 с.
14. Сергеев С.Ф. Методология создания мехатронных систем с искусственным интеллектом // Известия ТулГУ. Технические науки: В 3 частях. Ч. 1. Тула: Изд-во ТулГУ, 2011. Вып. 5. С. 245-249.
15. Сергеев С.Ф. Интеллектуальные симбионты в эргатических системах // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2013. № 2 (84). С. 149-154.
16. Сергеев С.Ф. Рефлективная автоэволюция глобальных интеллектуальных техногенных сред // Рефлективные процессы и управление. Сборник материалов IX Международного симпозиума. Москва, 17-18 октября 2013 г. / Отв. ред. В.Е. Лепский. М.: Когито-Центр, 2013. С. 245-248.
17. Луман Н. Общество как социальная система. Пер. с нем./ А. Антоновский. М: Изд-во Логос, 2004. 232 с.
18. Сергеев С.Ф. Проблема эффективного взаимодействия человека-оператора с интеллектуальными техническими системами и средами // Материалы 3-го Междунар. науч.-техн. семинара «Современные проблемы прикладной математики, информатики, автоматизации, управления». Севастополь, 9-13 сентября 2013 г. М.: ИПИ РАН, 2013. С. 183-197.

19. Сергеев С.Ф. Наука и технология XXI века. Коммуникации и НБИКС-конвергенция // Глобальное будущее 2045. Конвергентные технологии (НБИКС) и трансгуманистическая эволюция. Под ред. проф. Д.И. Дубровского. М.: ООО Изд-во МБА, 2013. С. 158-168.
20. Сергеев С.Ф. Проблема редукции в когнитивном механизме сознания // Проблема сознания в междисциплинарной перспективе / Под ред. В.А. Лекторского. М.: Канон+ РООИ Реабилитация, 2014. С. 245-254.
21. Сергеев С.Ф. Обучающие и профессиональные иммерсивные среды. М.: Народное образование, 2009. 432 с.
22. Сергеев С.Ф., Захаревич А.П. Постклассическая эргономика сложных сред: базовые понятия // Материалы 7-й научно-технической конференции «Мехатроника, автоматизация, управление». СПб.: ОАО Концерн ЦНИИ Электроприбор, 2010. С. 357-360.