

С. Ф. Сергеев, Д. Н. Левин

**ОСНОВЫ ЭРГОДИЗАЙНА ВНУТРИКАБИННЫХ
ИНТЕРФЕЙСОВ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Учебное пособие

Москва Санкт-Петербург

2024

УДК 159.9
ББК 88.8
С 32

Рецензенты

МГУ им. М. В. Ломоносова, профессор, доктор технических наук
Филимонов Николай Борисович,
ИП РАН, профессор, доктор психологических наук
Обознов Александр Александрович

Сергеев С. Ф., Левин Д. Н.

С 32 Основы эргодизайна внутрикабинных интерфейсов авиационных систем. Учебное пособие. – Москва; Санкт-Петербург, Изд-во ВВМ, 2024. – 126 с.

ISBN 978-5-9651-1555-6

Представлены основные направления развития эргодизайна человеко-машинных внутрикабинных интерфейсов самолетов. Изложены базовые понятия и принципы инженерно-психологического проектирования компьютерных пользовательских интерфейсов для перспективных авиационных систем. Рассматриваются методы и принципы юзабилити оценки эффективных пользовательских интерфейсов. Рекомендуется студентам гуманитарных и технических вузов авиационного профиля, инженерам-проектировщикам систем пользовательских интерфейсов сложных человеко-машинных систем.

УДК 159.9
ББК 88.8

Все права защищены. Любое использование материалов данной книги полностью или частично без разрешения правообладателя запрещается

© С. Ф. Сергеев, Д. Н. Левин 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	8
1. ЭРГОДИЗАЙН САМОЛЕТНОГО ВНУТРИКАБИННОГО ИНТЕРФЕЙСА	16
1.1. Классическая методология проектирования интерфейсов	19
1.2. Неклассическая методология проектирования ...	20
1.3. Постнеклассический подход	23
1.4. Краткая история эволюции внутрикабинного интерфейса самолетов боевой авиации.....	24
2. ВЫБОР ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕРФЕЙСА: ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ	35
2.1. Эргономические требования к физическим органам управления	39
2.2. Эргономические требования к графическим манипуляторам	43
2.3. Эргономические требования к экранным органам управления	44
3. ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ВНУТРИКАБИННЫЙ ИНТЕРФЕЙС ПЕРСПЕКТИВНЫХ САМОЛЕТОВ	47
3.1. Основные функции и требования	47
3.2. Структура пользовательского интерфейса	49
3.3. Стили пользовательского интерфейса	50
3.3.1. Графический интерфейс (<i>GUI</i> -интерфейс) ...	51
3.3.2. Пользовательский <i>Web</i> -интерфейс (<i>WUI</i> -интерфейс)	53
3.3.3. Объектно-ориентированный пользовательский интерфейс	57
3.3.4. Перспективные пользовательские интерфейсы	58
3.3.5. Искусственный интеллект в адаптивном внутрикабинном интерфейсе	60

4. ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА	74
4.1. Этапы эргономического проектирования интерфейса	75
4.2. Начало работ над проектом	78
4.3. Постановка задачи. Сбор информации о разрабатываемом продукте	79
4.4. Исследование целевой аудитории	82
4.4.1. Качественные исследования	83
4.4.2. Методы качественных исследований	85
4.5. Высокоуровневое проектирование	90
4.6. Низкоуровневое проектирование	96
5. ЮЗАБИЛИТИ-ТЕСТИРОВАНИЕ ВНУТРИКАБИННЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ	98
5.1. Основные понятия	98
5.2. Полное и промежуточное тестирование	102
5.3. Проведение промежуточного юзабилити- тестирования.....	103
5.4. Вовлеченность проектировщика в юзабилити	104
5.5. Подготовка к тестированию	106
5.6. Проведение тестирования	108
5.7. Анализ полученных данных	109
6. ВИЗУАЛЬНЫЙ ДИЗАЙН	112
6.1. Определение поверхности	112
6.2. Визуальное оформление	113
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	119
СПИСОК САЙТОВ ПО ЭРГОДИЗАЙНУ И ИНЖЕНЕРНОЙ ПСИХОЛОГИИ	121
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	123

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современных технологий создания авиационной техники сопровождается повышением степени ее автоматизации, интеллектуализации компьютерной компоненты оборудования рабочих мест, при одновременном возрастании функциональной нагрузки на высшие психические функции членов экипажа.

Тенденции к автоматизации и внедрению систем искусственного интеллекта отмечены во всех сферах операторской деятельности, будь то управление гражданскими авиалайнерами или пилотирование сверхзвукового истребителя. Техническое оснащение кабин современных самолетов требует от пилотов и обслуживающего персонала освоения компьютерных технологий, выступающих в качестве основных орудий труда. Взаимодействие с бортовым компьютером посредством различных форм интерфейсов становится неотъемлемой частью работы членов экипажей операторов эргатических систем, элементом технологической культуры и профессионализма.

В последнее десятилетие наблюдается тенденция активного внедрения интеллектуальных технологий во все сферы деятельности, подготовки и обеспечения полетов. Появляется “разумная” техногенная среда, погружающая персонал авиационных комплексов в искусственные среды, заменяющие наше естественное природное окружение. Операторская и исполнительская деятельность пилотов во многих сферах управления и контроля самолетом постепенно заменяется на *пользовательскую*. Это ведет к появлению проблемы включения человека в *интерактивное* взаимодействие с искусственными компьютерными и сетевыми индуцированными мирами и средами.

Отметим большое значение правильно спроектированного внутрикабинного интерфейса в обеспечении эффективного функционирования экипажа, взаимодействия его членов с бортовыми системами навигации и управле-

ния. “Неудачные интерфейсы” являются источниками стресса, психологического дискомфорта экипажа, что ведет к повышенной аварийности, снижению безопасности полетов. Это происходит вследствие неоптимального распределения функций между человеком и “машиной”, навязывания неудобных и малопонятных алгоритмов и способов выполнения трудовой деятельности. Не учитываются психофизиологические возможности летчиков и операторов при решении конкретных задач, нет адекватного отображения процессов взаимодействия между пользователем и “машиной”. В результате можно говорить о низкой *интерактивности* между человеком и управляемой авиационной системой.

Повышение эффективности и безопасности полетов за счет обеспечения оптимального функционирования системы “экипаж – авиационный комплекс” требуют всестороннего учёта факторов взаимодействия членов экипажа с машиной и свойств возникающей при этом эрготехнической среды, в которой проявляются эффекты интеллектуального и социального поведения человека и его взаимодействия с интеллектуальными средами, порождаемыми технической системой.

Решению данных вопросов в рамках инженерной психологии и эргономики методами эргодизайна и юзабилити посвящено настоящее учебное пособие. В нём даются начальные сведения об истории развития систем связи человека с машиной, организации типовых систем интерфейса персональных компьютеров и компьютерных систем управления в сложных технических средах, проявляющих свойства искусственного интеллекта. Показаны основные тенденции развития компьютерных интерфейсов авиационных систем, даны основы организации и проведения исследований пользовательской аудитории при проектировании массовых внутрикабинных интерфейсов.

Авторы надеются, что данная работа позволит слушателям сделать первый шаг в увлекательный мир создания сложных наукоёмких авиационных эргатических си-

стем и комплексов, образующих “разумную среду” обеспечивающую безопасность и эффективность работы перспективных авиационных систем.

Выражаем благодарность и признательность за поддержку и помощь профессорско-преподавательскому составу кафедр и научно-исследовательских подразделений организаций и учебных заведений ведущих работы в области эргономического и инженерно-психологического проектирования сложных эргатических систем: МАИ, ГосНИИАС, СПбГУ, СПбПУ, ИПРАН, МГУ, ПАО “ОАК”, АО РСК “МиГ”, ОАО “МВЗ им. М. Л. Миля”, АО “ЦКБА” и особенно академикам РАН А. Л. Журавлеву, С. Ю. Желтову, член-корреспонденту РАН Г. Г. Себрякову, профессорам Н. В. Борисову, В. С. Заборовскому, О. С. Ипатову, Г. С. Никифорову, А. А. Обознову, А. В. Пономаренко, Н. Б. Филимонову, Л. В. Уткину, А. В. Хомякову, А. В. Чунтулу, Ю. Е. Шелепину и многим другим специалистам в области междисциплинарных исследований человеко-машинного взаимодействия, оказавшим авторам неоценимую дружескую поддержку, консультационную и экспертную помощь в создании данной книги.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Для решения задачи наиболее полного учёта при проектировании самолетов и авиационных систем факторов обеспечивающих эффективную и комфортную деятельность экипажей, необходимо чёткое понимание работы механизмов определяющих компонентный и структурный состав эффективных систем внутрикабинных интерфейсов. Важно обратить внимание на ключевые вопросы, возникающие при проектировании интерфейса. Это достаточно широкая междисциплинарная область, включающая инженерную и прикладную психологию, эргономику, юзабилити, инженерные дисциплины. Каждая из перечисленных дисциплин имеет свою понятийную область с присущим только ей концептуальным и терминологическим составом.

В целях уточнения терминологии, используемой в настоящем пособии для её единообразного понимания, будем использовать следующие термины и определения:

Авиационная техника – летательные аппараты, предназначенные для полёта в атмосфере Земли (воздушные суда), их двигатели, бортовое оборудование и агрегаты.

Авиационная система – совокупность совместно действующих и взаимодействующих между собой авиационных, технических средств (ВС и наземные средства обеспечения полетов) структурно-организационного персонала, их эксплуатирующего, а также системы организации и управления процессами летной и технической эксплуатации.

Автоматизация – направление научно-технического прогресса, использующее саморегулирующие технические средства и математические методы с целью освобождения человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов, изделий или информации, либо суще-

ственного уменьшения степени этого участия или трудоёмкости выполняемых операций.

Виртуальная среда – искусственная среда, созданная методами компьютерного моделирования, отражающая и моделирующая реальность в субъективном мире человека.

Виртуальная реальность – созданный техническими средствами мир, передаваемый человеку через его органы чувств, создавая ощущения видимого мира, слуха, осязания и другие, имитирует как воздействие на него, так и реакции на воздействие.

Иммерсивный – погружающий субъекта в свою среду.

Индукцированная виртуальная среда – искусственная среда, отражающая существенные черты реальной среды.

Инженерная психология – отрасль психологии, исследующая процессы и средства информационного взаимодействия и симбиоза между человеком и машиной, а также с техническими средствами автоматизации.

Интеллектуальный интерфейс – интерфейс, использующий механизмы адаптации системы к пользователю, реагирующий на его потребности.

Интерактивная система (interactive system) – диалоговая система, представляющая собой комбинацию аппаратных средств и программного обеспечения, входом которой являются команды и данные, поступающие от пользователя, а выходом – реакции системы, направленные на поддержание взаимодействия с пользователем для выполнения производственного задания.

Интерфейс человеко-машинный (интерфейс) – комплекс технических и информационно-программных средств, посредством которых осуществляется диалоговый режим взаимодействия человека-оператора и вычислительных средств компьютеризированного образца.

Машинное обучение (Machine Learning) – подраздел искусственного интеллекта, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться.

Рабочее место (work place) – целостная наименьшая единица производства, где взаимодействуют три основных элемента труда – предмет, средства и субъект труда

Человек-оператор (оператор) – человек, осуществляющий трудовую деятельность, основу которой составляет взаимодействие с объектом воздействия, машиной и средой на рабочем месте при использовании информационной модели и органов управления.

Система “человек-машина” (СЧМ) – это система, включающая в себя человека-оператора, машину, посредством которой он осуществляет трудовую деятельность, и среду на рабочем месте¹.

Системы отображения информации (СОИ) – совокупность технических средств, обеспечивающих представление данных для операторов, а также подачу операторами команд при контроле и управлении.

Система управления самолетом – комплекс устройств самолета разной физической и информационной природы, обеспечивающих устойчивость и управляемость его на всех этапах и режимах полета.

Программные средства интерфейса – совокупность программных средств, обеспечивающих диалог оператора с вычислительными средствами и визуализацию виртуальных объектов на экране.

Средство отображения информации – элемент рабочего места человека-оператора, предназначенный для формирования информационной модели.

Среда (environment) – физические, химические, биологические, организационные, социальные и культурные факторы, воздействующие на одного или большее количество людей.

¹ ГОСТ 26.387-84. Термины и определения. М.: Изд-во Стандартиформ, 2006.

Технические средства интерфейса – средства отображения информации (СОИ) и органы управления (ОУ), используемые оператором при осуществлении диалога с вычислительными средствами.

К органам управления относятся всевозможные переключатели, кнопки, клавиши тумблеры и другие внешние устройства управления, а также:

Клавиатура (ввода данных) – устройство ввода вычислительной машины, обеспечивающее ввод и кодирование данных путем нажатия клавиш, генерирующих элементы кодового набора ².

Манипулятор типа “мышь” – средство управления положением курсора на экране дисплея, приводным элементом которого является его корпус, удерживаемый и перемещаемый по рабочей поверхности кистью руки.

Шаровой манипулятор (ШМ) – средство управления положением курсора на экране дисплея, приводным элементом которого является шар, утопленный в панель пульта управления и вращаемый пальцами вокруг своего центра в любом направлении без ограничения.

Рычажный манипулятор (джойстик) – средство управления положением курсора на экране дисплея, приводным элементом которого является подвижный рычаг, вертикально установленный на неподвижном основании.

Световое перо – средство управления в виде карандаша для указания объекта отображения посредством касания поверхности экрана, а также для непрерывного управления, не требующего высокой точности и скорости действий.

Экранный орган управления – графическое изображение на экране дисплея, позволяющее оператору непосредственно манипулировать данными, объектами или их параметрами.

Эргатический – включающий человека.

² Элементами кодового набора являются буква, цифра, знак или пробел.

Эргономика (Ergonomics) – научная дисциплина, изучающая взаимодействие человека и других элементов системы, а также сфера деятельности по применению теории, принципов, данных и методов этой науки для обеспечения благополучия человека и оптимизации общей производительности системы.

Сенсорный экран – экран дисплея, оснащенный средством управления, обеспечивающим выдачу сигнала ввода при касании пальцем или каким-либо указателем поверхности экрана дисплея.

К средствам отображения информации относятся всевозможные индикаторы, табло, показывающие приборы, мнемосхемы и др., а также:

Дисплей – устройство визуального отображения информации, обеспечивающее взаимодействие оператора с вычислительной техникой.

Электронная карта (ЭК) – цифровая картографическая модель, визуализированная или подготовленная к визуализации на экране средства отображения информации в специальной системе условных знаков, содержание которой соответствует содержанию карты определенного вида и масштаба.

*Управление некоторым процессом реализуется посредством диалогического способа взаимодействия оператора с машиной*³.

Результатом отображения информации является *информационная модель* – условное отображение, инфор-

³ В процессе диалога оператор управляет системой, взаимодействуя с программой с помощью технических средств управления диалогом. При этом средства программного обеспечения запрашивают у человека-оператора необходимые данные, информируют его о процессе обработки данных и команд, отображая как текущее состояние системы и её компонентов, так и сигналы обратной связи о правильности действий оператора и (или) дают рекомендации по вариантам его дальнейших действий.

мация о состоянии объекта воздействия, системы «человек-машина» и способов управления ими⁴.

Горячая клавиша – клавиша (их комбинация), используемая для оперативного управления системой, в том числе для изменения параметров работы программных средств.

Интерфейс – это совокупность средств и методов обеспечения взаимодействия между элементами системы. Интерфейс задаёт параметры, процедуры и характеристики взаимодействия объектов системы.

Под термином “интерфейс” также понимается комплекс программных и технических средств, посредством которого осуществляется взаимодействие человека-оператора с вычислительными средствами автоматизированной системы управления в процессе её функционирования.

Исходя из приведенного определения, можно выделить следующие основные виды интерфейса, различающиеся по реализуемым функциям: *интерфейс передачи данных, программный интерфейс, аппаратный интерфейс и интерфейс пользователя или пользовательский интерфейс (ПИ)*.

Интерфейс передачи данных – интерфейс, обеспечивающий передачу данных. В зависимости от способа передачи данных различают последовательный и параллельный интерфейсы.

Программный интерфейс – система унифицированных связей, предназначенных для обмена информацией между компонентами вычислительной системы. Программный интерфейс задает набор необходимых процедур, их параметров и способов обращения.

Аппаратный интерфейс – устройство (комплекс технических средств), преобразующее сигналы и переда-

⁴ ГОСТ 26.387-84. Термины и определения. М.: Изд-во Стандартиформ, 2006.

ющее их от одного компонента оборудования к другому. Физически интерфейс определяется набором электрических связей и характеристиками сигналов.

Интерфейс пользователя или пользовательский интерфейс – элементы и компоненты программы способные оказывать влияние на взаимодействие пользователя с программным обеспечением. В том числе:

- средства отображения информации, отображаемая информация, форматы и коды;
- командные режимы, язык “пользователь – интерфейс”;
- устройства и технологии ввода данных;
- диалоги, взаимодействия и транзакции между пользователем и компьютером;
- обратная связь с пользователем;
- поддержка принятия решений в конкретной предметной области;
- порядок использования программы и документация на неё.

В настоящее время для типовых применений имеется достаточно большой выбор стандартных ОУ, который сводит задачу проектировщиков лишь к их обоснованному выбору и рациональному распределению ОУ на пульте управления АРМ.

Среда человеко-машинного интерфейса. Это порождаемая технико-технологическими и инженерно-психологическими решениями, в их динамическом единстве и целостности с психофизиологической системой оператора, действительность и факторы, её обеспечивающие, позволяющие оператору получить и реализовать опыт для осуществления эффективной профессиональной деятельности.

Виртуальная интерактивная среда – генерируемый компьютером искусственный мир, в котором пользователь ощущает себя погруженным в этот мир, ощущает на себе его воздействия, может перемещаться в его простран-

стве и времени, манипулировать его объектами, изменять его историю.

Погружающий или иммерсивный интерфейс – это виртуальная интерактивная среда, связывающая оператора с технической системой. Оператор погружается в формируемую технологиями виртуальной реальности⁵ машинно-генерируемую трёхмерную среду, отображающую некоторый искусственный мир, деятельность в котором ведёт к решению профессиональных задач в действительном мире. В конструкции и свойствах инструментов, моделируемых в искусственном мире, максимально используется жизненный опыт субъекта.

Системы с *индуцированной виртуальной средой* – это иммерсивный интерфейс, в котором виртуальная реальность с погруженным в неё оператором копирует в реальном времени некоторую параллельно существующую реальную среду⁶. Индуцированная виртуальная среда является носителем обратной связи, и события в ней связаны с событиями и предметным миром некоторой реальной среды.

⁵ *Обзор* технических и программных средств систем виртуальной реальности // Технологии виртуальной реальности. Состояние и тенденции развития / Степанов А. А., Бахтина Т. Е., Свердлова Т. А., Желтов С. Ю. / Под ред. Н. А. Носова. М.: ИТАР–ТАСС, 1996. С. 15–56.

⁶ *Некоторые* аспекты применения имитационных моделей с интерфейсом “Виртуальная реальность” // Вопросы кибернетики. № 181 / Авторы: Алешин В. И., Афанасьев В. О., Макаров-Землянский Н. В. и др. М.: Изд-во РАН, 1995.



1. ЭРГОДИЗАЙН САМОЛЕТНОГО ВНУТРИКАБИННОГО ИНТЕРФЕЙСА

Понятие «интерфейс» отражает формы, средства и возможности обеспечения *интерактивного взаимодействия* двух или более систем (их компонентов) между собой независимо от их физической или ментальной природы в процессе достижения их индивидуальных или общих целей. В настоящее время это понятие является чрезвычайно популярным и широко распространенным в инженерной и научной среде термином, имеющим междисциплинарную природу и связанным с созданием систем “человек-машина”.

Под *интерактивным взаимодействием* понимается сопровождаемая обменом информацией форма диалога человека пользователя с компьютерной системой. Средства, обеспечивающие данный диалог относятся к системам интерфейса. Создание эффективных систем интерфейса носит междисциплинарный характер, включающий синтез гуманитарных и технических дисциплин.

Всего лишь тридцать лет назад понятия интерфейс в инженерной практике не существовало, а основные элементы данного единства рассматривались инженерами-проектировщиками как независимые элементы информационной модели человеко-машинной системы, выполняющие функции ввода-вывода информации и формирования управляющих воздействий⁷.

В настоящее время ситуация сильно изменилась в связи с технологической эволюцией связанной с развитием информационных и информационно-коммуникационных технологий.

Можно выделить ряд этапов эволюции данного понятия в классической, неклассической и постнеклассической инженерной психологии, связанных с развитием техногенной формы человеческой цивилизации и повышением уровня интерактивности, и включением человека во взаимодействие с искусственными техногенными средами.

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 интерактивного информационного взаимодействия человека-оператора с эргатической человеко-

⁷ Галактионов А. И. Представление информации оператору (исследование деятельности человека-оператора производственных процессов). М.: Энергия, 1969. 136 с.

машинной системой⁸. Развитие инженерно-психологических представлений о человеко-машинном взаимодействии привело к появлению понятий “пользователь” и “пользовательский интерфейс”⁹.

На *неклассическом этапе* эволюции понятия “интерфейс” объектом изучения стали интерфейсы сложных эргатических систем и техногенных сред, включающие коммуникативные самоорганизующиеся процессы и элементы технологий искусственного интеллекта. Под интерфейсом стали понимать *технологию общения* человека с компьютером или другими системами. Объектами изучения в проблеме интерфейса стали организации, эффективная групповая операторская деятельность, кооперативные эффекты в искусственных средах и коммуникационных сетях, включая глобальные информационные сети и сеть интернет.

Постнеклассический этап развития взглядов на интерфейс связан с использованием системно-философских и естественнонаучных представлений радикального конструктивизма, кибернетики второго порядка, синергетики и исторических развивающихся систем¹⁰. Возникающие формы интеграции человека с искусственной средой включают процессы самоорганизации на всех уровнях контактов организма человека с технической средой.

⁸ Вудсон У., Коновер Д. Справочник по инженерной психологии для инженеров и художников-конструкторов / Пер. с англ. А.М. Пашутина. Под ред. В. Ф. Венда. М.: Мир, 1968. 519 с.

⁹ Раскин Д. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем. СПб.: Символ-Плюс, 2007. 272 с.

¹⁰ Сергеев С. Ф. Регуляция, саморегуляция, самоорганизация, саморазвитие в понятийном базисе психологии // Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. Выпуск 4 / Под ред. В. А. Бодрова, А. Л. Журавлева. М.: Изд-во Институт психологии РАН, 2012. С. 238–259.

1.1. Классическая методология проектирования интерфейсов

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 системы¹¹.

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 сфере формирования у оператора, соответствующей назначению эргатической системы концептуальной модели и навыков управления с помощью органов управления. Она относится к предметной области инженерной психологии,¹² в которой решается задача согласования психофизиологических возможностей человека с техникой. При этом используются методы профессиональной подготовки на тренажерах, моделирующих важные для обучения аспекты реальной деятельности. Многократное повторение профессиональной задачи приводит к появлению обучающей среды ведущей к формированию наиболее эффек-

¹¹ *Справочник по инженерной психологии / Под ред. Б. Ф. Ломова. М.: Машиностроение, 1982. 368 с.*

¹² *Ломов Б. Ф. Человек и техника. Очерки инженерной психологии. М.: Советское радио, 1966. 464 с.*

тивного для данного оператора способа управления. По окончании обучения задача обеспечения эффективной связи “человек-машина” заключается в поддержании навыков оператора на требуемом уровне с помощью дополнительных тренировок.

За время господства классической парадигмы достаточно подробно разработаны прикладные аспекты психологического формирования эффективной человеко-машинной связи. Созданы методы профориентации, профотбора, профдифференциации, профподготовки, проектирования деятельности.

Изложенная выше схема проектирования разделяет задачи психологического проектирования интерфейса и его технической реализации, что на практике ведет к изоляции 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, которые порождаются человеческим фактором. Вместе с тем, это широко используемая в инженерной практике технология создания эффективных интерфейсов для простых информационных систем.

Отметим, что классические инженерные представления об интерфейсе и работе человеческой психики основаны, главным образом, на здравом смысле и механистических моделях взаимодействий, что сильно обедняет проблемное поле интерфейсных систем.

1.2. Неклассическая методология проектирования

Появление новых методов проектирования интерфейсов обусловлено интенсивным развитием информационных технологий, ведущим к появлению сложных машин

и механизмов, составляющих технические среды. Наблюдается интенсивное внедрение технологий искусственного интеллекта во все сферы взаимодействий человека с искусственными средами. Возникает массовый не имеющий специального образования пользователь, требующий интерфейса доступного без специального обучения. В таких условиях классический подход к проектированию интерфейсов работает плохо. Возможности чисто инженерного подхода к решению задач, возникающих при создании интерфейсов массовых информационных систем, резко ограничиваются в силу большого числа возникающих при этом нетривиальных вариантов решений, отражающих взаимодействия с пользователем. Психологических знаний у инженеров-разработчиков и программистов для эффективного инженерного проектирования таких интерфейсов становится явно недостаточно. Появляется необходимость включения в эту работу специалистов в области инженерной психологии и эргономики.

В настоящее время задачи проектирования и оценки массовых пользовательских компьютерных интерфейсов решаются в рамках прикладных дисциплин по учету человеческого фактора, таких как юзабилити (*Usability*) и использование опыта пользователя (*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 системе отношений.

Проблема интерфейса в компьютерных системах и средах породила целый спектр новых проектировочных дисциплин, к которым следует отнести: информационное юзабилити (*Informatics Usability*), человеко-машинное взаимодействие (*Human-Computer Interaction*), эмоциональный дизайн (*Emotional design*).

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. Возникает проблема симбиоза между системами разной природы – биологическими, наделенными механизмами психического отражения и активного целеполагания, и техническими, реализующими алгоритмы и технологии искусственного интеллекта. Переход человечества к новым формам технологического уклада и, особенно к пятому и шестому укладу, связанным с интенсивным развитием технологий *NBICS*-конвергенции и методов искусственного интеллекта ведет к тотальной интеграции психофизиологической системы человека с техногенной средой, которая сопровождается появлением новых форм интерфейсных отношений. Особое значение имеют техногенные среды эргатических систем, объединяющие большое число 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.

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.

1.3. Постнеклассический подход

Постнеклассические подходы к проектированию интерфейса связаны с дальнейшим развитием системного подхода, введением новых видов взаимодействий, пронизывающих все формы отношений человека с миром, включая осознание тотальной интеграции и межсвязности мира, ведущей к появлению гибридов природы и культуры, размытием границ между цифровым и материальным бытием. 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, и физической реальностью. Интерфейс при этом формирует не только неразрушающую/ориентирующую связь, но и самоорганизующуюся

связь, конструирующую и конституирующую субъекта и мир его опыта.

1.4. Краткая история эволюции внутрикабинного интерфейса самолетов боевой авиации

Появление первых пилотируемых летательных аппаратов привело к проблемам управления ими и созданию внутрикабинных интерфейсов. В начале это были механические приспособления с тягами и блоками, позволявшие решать задачи отклонения рулей высоты и направления, запуска двигателя и регулировкой его параметров. Главное достижение создателей пилотируемого полета братьев Райт – создание системы управления самолетом в которой с помощью подвижного вертикального руля можно было управлять летательным аппаратом по всем осям.

В начале XX века в развитии управляемых человеком машин и механизмов начался период, который можно условно назвать веком электричества и электромеханических устройств.

Вторая мировая война стала серьезным стимулом для проектирования эффективных систем управления самолетами-истребителями, созданными для завоевания превосходства в воздухе. Появились легендарные самолеты того времени: *Messerschmitt Bf.109* (Германия, 1937 год), Ла-5ФН (СССР, 1943 год), *Supermarine Spitfire MkI* (Великобритания, 1939 год), *P-51 Mustang* (США, 1942 год), Як-9 (СССР, 1942 год), внутрикабинные интерфейсы которых и по настоящее время являются образцами конструкторской мысли.

Управление поршневым самолетом истребителем того времени включало непрерывные манипуляции с параметрами двигателя, винтомоторной группы, триммерами, закрылками и т. д., что отвлекало летчика от оценки боевой ситуации, выработки и реализации тактики и стратегии боя. Важнейшим параметром, определяющим характеристики самолета, помимо наддува двигателя (газ) и

числа оборотов воздушного винта, является положение лопастей винта относительно набегающего потока воздуха, именуемое шагом винта. На большинстве истребителей того времени применялись винты изменяемого шага (ВИШ), что позволяло изменять обороты и мощность не только дросселированием мотора, но и изменением внешней нагрузки на вал винта. Все эти операции сопровождались непрерывным контролем и ручными регулировками параметров самолета летчиком, вызывая у него постоянное нервно-психическое напряжение и стресс.

В соответствии с «Инструкцией летчику по эксплуатации самолета Ла-5 с мотором М-82» изданной НКАП СССР Оборонгиз в 1942 году при встрече с противником для достижения максимальной скорости полета необходимо:

1. Убрать сектор высотного корректора.
2. При высоте полета больше 3500 м включить вторую скорость нагнетателя.
3. Дать полный газ, при этом число оборотов в минуту должно быть равно 2400.
4. Закрыть фонарь кабины, что увеличит скорость на 10 км/час.
5. Прикрыть створки капотов и заслонку маслорадиатора до положения «по потоку» (при полном их открытии максимальная скорость снижается на 30–35 км/час).
6. Включить форсаж (непрерывно пользоваться форсажем при r_k , равном 1140 мм рт. ст., разрешается не более 5 мин).
7. Следить за показаниями термометров, не допуская повышения температуры головок цилиндров выше 215°C , а температуры масла выше 125°C .

При этом необходимо управлять вооружением в воздухе:

Стрелково-пушечное вооружение

1. Стрельбу производить короткими очередями.
2. В случае задержки при стрельбе сделать одно-два перезаряжания путем нажатия на гашетку пневмопереза-

рядки. Перезарядку делать с выдержкой 1–2 секунды и продолжать стрельбу.

3. При самопроизвольной стрельбе синхронной пушки СШ-20 произвести пневмоперезарядку ее.

Примечания:

1. Синхронную стрельбу можно вести на различных режимах оборотов мотора от 1300 до 2400 об/мин.

2. Во избежание прострела винта не допускать перегрева пушек ШВАК.

Прицельный огонь можно вести на дистанциях от 50 до 500 м.

Бомбардировочное вооружение

1. Перед бомбометанием поставить ручку аварийного сбрасывателя на «Предохранитель открыт».

2. Нажав на кнопку, расположенную на ручке управления, произвести бомбометание.

3. Проверить сбрасывание бомб по световой сигнализации (обе белые лампочки, находящиеся на приборной доске, должны погаснуть).

По воспоминаниям легчиков-истребителей, ветеранов Великой Отечественной войны весь полет что-то делаешь, всё механическое, на тягах. В ходе полета идет постоянное регулирование охлаждения двигателя с помощью жалюзи и боковых створок. Плюс жалюзи масляного радиатора. Следить за воздушной обстановкой было некогда.

Типовые внутрикабинные интерфейсы лучших истребителей Второй мировой войны приведены на рис. 1-3.



Рис. 1 Кабина пилота самолета-истребителя ЛА-5ФН



Рис. 2 Кабина пилота истребителя Messerschmitt Bf.109



Рис. 3 Кабина пилота истребителя Spitfire MkI

Эволюция информационно-управляющих систем (ИУС) самолетов на этом этапе развития идет с приматом инженерного проектирования. Интегратор – пилот. К нему поступают все сигналы управления. Он же источник управляющих и корректирующих действий. Роль пилота является определяющей для обеспечения эффективности боевого применения самолета (Рис. 4).



Рис. 4 Советские летчики-асы Великой Отечественной войны: слева-направо Александр Покрышкин и Иван Кожедуб

Дальнейшая эволюция внутрикабинных интерфейсов связана с появлением и интенсивным развитием компьютерных технологий обработки и использования информации.

В результате развития теории электричества и практики использования электрических машин и приборов появились первые образцы вычислительной техники. Их эволюция привела к созданию первых массовых вычислительных машин. В процессе отработки технических решений для ввода-вывода информации в данных устройствах появились первые образцы пользовательского интерфейса. В них использовались перфокарты, в которых информация шифровалась с помощью отверстий в прямоугольных листах плотного картона определенного размера и перфоленты в виде перфорированной бумажной ленты. Для работы с такими системами требовался специально обученный персонал, выполнявший отдельные операции по подготовке и вводу данных. Интерактивность первых вычислительных машин была очень низкой. Процесс программирования занимал длительное время. Естественно, что их использование в авиации было ограничено наземными системами управления полетом.

Следующий этап развития компьютерных интерфейсов связан с появлением многопользовательских универсальных электронно-вычислительных систем, в которых деятельность оператора заключалась в работе с терминалом, посредством которого данные и обрабатываемая их программа вводились в систему. Доступ к обработке данных получили пользователи, не обладающие специальными знаниями по обслуживанию ЭВМ. Разделение машинных вычислительных ресурсов между пользователями привело к появлению технологий взаимодействия пользователя с выполняемой программой в реальном времени.

Первой из них стал текстовый интерфейс *Text User Interface (TUI)*, дающий прямое указание компьютеру, что он должен делать и в каком виде должна выводиться информация после ее обработки в процессоре. Одним из ва-

риантов текстового интерфейса *интерфейс командной строки (Command Line Interface или CLI)*. Совокупность возможных команд объединялась в рамках операционной системы с помощью командных языков программирования. Из наиболее известных операционных систем того времени можно отметить *UNIX*, первая версия которого была создана в 1971 году¹³. Позднее в 1981 году появилась операционная система *PC-DOS* для персональных компьютеров компании *IBM*.

Командная строка представляла собой символ приглашения и мигающий прямоугольник – курсор. При нажатии клавиши на месте курсора появлялись символы, а сам курсор смещался вправо. Это напоминало набор команд на пишущей машинке, и было понятно пользователям, работавшим в метафоре “переноса информации” в компьютер.

Крупным недостатком таких интерфейсов было то, что неподготовленный пользователь без определенного уровня знаний, без специального обучения не мог самостоятельно пользоваться компьютером. В текстовых интерфейсах даже для выполнения самых простых задач, например, таких как копирование и перемещение файлов, нужно было знать определенную команду, следовательно, сделать эту операцию интуитивно было невозможно. Объем требуемой для запоминания информации был очень

¹³ Интересно происхождение данной операционной системы. В 1957 году в *Bell Labs* была начата работа по созданию операционной системы для внутренних нужд. Под руководством Виктора Высотского (русского по происхождению) была создана система *BESYS*. Ее развитием послужила разработанная в конце 60-х годов система *MULTICS*. Версию данной системы для компьютеров *DEC PDP-7* обладавших слабой аппаратной базой Брайан Керниган назвал – *UNICS (UNIplicated Information and Computing System* – Примитивная информационная и вычислительная служба) – в противовес *MULTICS (MULTIplicated Information and Computing Service)*. Позже название было сокращено до *UNIX*.

велик, что и сдерживало развитие данного интерфейса в массовых компьютерных системах. Кроме того, интерфейс не был защищен от ошибок оператора поиск и исправление которых занимало основное время при работе с компьютером.

Вместе с тем интерфейс командной строки имел концептуальную целостность, реализуя принципы:

- универсальности формы представления информации (текстовый файл в виде последовательности символов, разделяемых строками, полями и словами);
- возможности переназначения ввода-вывода и соединения программ каналами;
- принципа “набора инструментов” (одна утилита – одна функция);
- наличия механизма регулярных выражений в виде оболочки.

Третий этап развития технологий пользовательского интерфейса связан с реализацией концепции *графического интерфейса (GUI – Graphical User Interface)* разработанной в 70-х годах прошлого века в исследовательском центре *Xerox PARC (Xerox Palo Alto Research Center)* фирмы *Xerox*. Наиболее популярен вариант концепции известный по аббревиатуре *WIMP (Windows-Icons-Menus-Pointing device)*, отражающий действия с искусственными сущностями – окнами, пиктограммами, меню и позиционирующим устройством (мышь, трекбол и т. д.). Первый графический интерфейс был разработан компанией *Xerox PARC* для персонального компьютера *Xerox Alto*.

Положительное отличие графического интерфейса от интерфейса командной строки, состояло в том, что пользователь получил возможность непосредственного доступа и манипуляции со всеми видимыми объектами экрана монитора. Можно сказать, что в *WIMP*-интерфейсе реализована естественная форма интерактивного взаимодействия пользователя с графическими компонентами экрана как с объектами предметного мира, что сделало до-

ступным использование компьютера профессионально не подготовленными пользователями.

Вместе с тем отметим и присущие данному интерфейсу недостатки:

- метафорический характер объектов и возможность в силу этого перепутывания их смысла;
- наглядный способ оценки количественных параметров действий пользователя, что проявляется в ошибках оценки положения в пространстве, угловых положений объектов в пространстве и т. д.;
- избыточное количество манипуляций пользователя с элементами интерфейса при достижении цели;
- необходимость дополнительной когнитивной обработки доступных алгоритмов и функций интерфейса при его использовании;
- необходимость в обучении и овладении приемами эффективного применения интерфейса, что вызывает большую нагрузку на память и когнитивные функции пользователя;
- в них не используются естественные каналы взаимодействия, такие как речь, слух и прикосновения, без которых ограничиваются возможности интерактивного взаимодействия человека с миром;
- возникает особая форма кнопочной цивилизации, влияющая в конечном итоге на нейрональную организацию человеческого мозга.

Прогресс в области *WIMP*-интерфейсов привел появлению новых устройств ввода-вывода информации и, прежде всего, информационного графического дисплея, клавиатуры и манипулятора “мышь”.

В настоящее время наблюдается дальнейшее повышение степени интерактивности пользовательских интерфейсов за счет совершенствования интеллектуальных компонентов интерфейса и повышения скорости отклика управляемой системы на команды пользователя. Заметим, что сегодняшние компьютерные приложения имеют интерфейсы того же типа, как и более ранние “настольные”

приложения, только более усовершенствованные. В них увеличилась степень "реализма" благодаря применению цвета, анимации, современных дизайнерских решений и повышению качества мультимедийных технологий.

Свойства высокоиммерсивных и интерактивных интерфейсов наряду с микроминиатюризацией вычислительных систем и средств отображения информации позволили совершить переход к системам управления самолетами с интегральными индикаторами (Рис. 5).

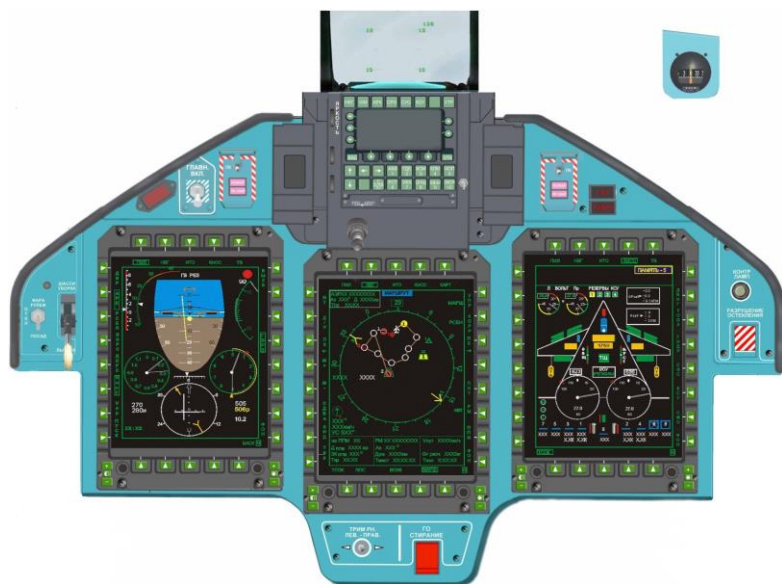


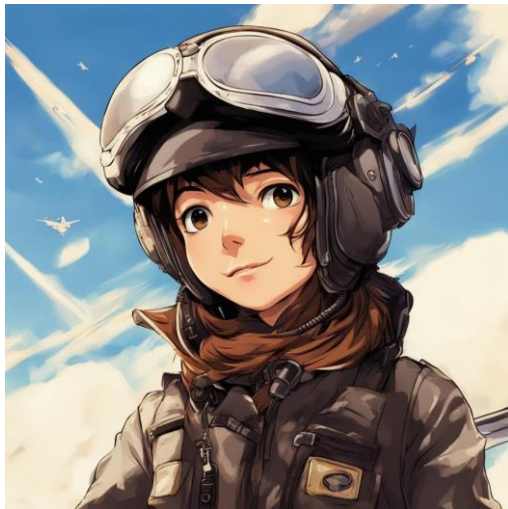
Рис. 5 Кабинный интерфейс с интегральными индикаторами

Четвертый этап развития технологий внутрикабинного пользовательского интерфейса связан с системами мультимодального интерфейса на базе технологий виртуальной и гибридной реальности, искусственного интеллекта. В них при задании спецификаций операций и операндов сделан упор на обучающие примеры (*examples*), жесты и методы распознавания речи, тактильные каналы

и кинестетические ощущения, используются новые пространственные метафоры (например, трехмерные как альтернатива двумерной метафоре "рабочего стола") при организации информации. Решается задача включения психофизиологической системы пилота во множественные управляющие и контролируемые отношения с бортовым интеллектом для достижения синергетического и симбиотического эффекта за счет объединения и получения мультипликативного эффекта взаимодействующих систем. Один из вариантов решения приведен на Рис. 6 в виде нашлемной системы индикации.



Рис. 6 Нашлемная система индикации *Helmet Equipment Assembly (HEA)*



2. ВЫБОР ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕРФЕЙСА: ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ

С помощью органов управления (пульта) автоматизированного рабочего места (АРМ) оператор осуществляет исполнительные и управляющие действия, необходимые для штатного функционирования обслуживаемой им системы. Грамотное проектирование органов управления (ОУ) должно обеспечивать оператору возможность быстрого нахождения необходимого исполнительного органа управления и выполнения требуемого действия с заданной точностью в пределах допустимого интервала времени.

Поиск способов эффективного управления АРМ требует учёта большого количества вариантов разнообразных алгоритмов деятельности операторов, переменных параметров среды, отображаемых в виде цифр, букв, графики. Обеспечение надёжной работы АРМ требует концентрации на управлении режимами системы, которые осуществляются в АРМ с помощью различных органов управления:

- экранного – управление кнопками и пиктограммами, отображёнными на экране;
- физического – управление с помощью физических органов управления (кнопок, тумблёров, переключателей);
- с помощью графического манипулятора (трекбол, мышь и др.).

Количественное соотношение физических, экранных переключателей и управляющих воздействий графическим манипулятором для каждого вида АРМ определяются экспертным путём и зависят от специфики реализуемых алгоритмов управления и традиций проектирования, принятых в конкретной разрабатывающей СЧМ организации.

Основой для выбора данного соотношения служат требования системы по количеству управляющих воздействий, их скорости и точности выполнения. При этом учитывается, что сенсорная нагрузка на оператора распределяется неравномерно. Большую часть информации оператор получает через зрительный анализатор. Далее следуют слуховой и тактильный анализаторы.

Стремление замены физических ОУ на экранные ОУ приводит к большей нагрузке зрительного анализатора и к бездействию левой руки (экранное управление осуществляется с помощью графического манипулятора обычно правой рукой). Возникает проблема перераспределения потоков информации, передаваемой оператору между различными анализаторами с целью снятия перегрузки со зрительного анализатора. Она решается использованием полимодального представления информации через анализаторные системы человека: слуховую и тактильную.

Слуховой анализатор является филогенетически одним из наиболее рано сформировавшимся, а потому и наиболее устойчивым к внешним воздействиям. Он адекватно отражает рабочую среду, когда работа зрительного анализатора затруднена: в условиях кислородного голодания на больших высотах, при воздействии больших положительных ускорений и т. п. Он обладает большим диапа-

зоном частот (от 16–20 до 20–22000 Гц.) и интенсивностей (до 130–140 дБ.), независим от пространственного положения, обладает высокой помехоустойчивостью. В то же время к его недостаткам относится то, что он, являясь анализатором времени, воспринимает информацию последовательно, а не симультанно, как зрение, и поэтому обладает невысокой скоростью и пропускной способностью. В силу этого оперативная память оператора оказывается перегруженной.

Слуховую форму предъявления информации следует использовать в следующих случаях¹⁴:

- для сигналов опасности, так как слух, в отличие от зрения, не способен к произвольному самовыключению;
- при перегрузке зрения;
- когда работа оператора требует его постоянного перемещения и информация должна приниматься независимо от ориентации головы оператора;
- при ограничении зрения внешними или внутренними условиями;
- в специфических условиях (аноксия, состояние невесомости, воздействие перегрузок и т. п.);
- когда в сообщениях системы речь идёт о событиях, разворачивающихся во времени;
- при необходимости выделения сигнала из шума, так как слуховой анализатор — хороший детектор периодических сигналов на фоне шума.

Различают звуковые и шумовые сигналы, с одной стороны, и речевые — с другой. Использование звуковых и шумовых сигналов рекомендуется в следующих случаях:

- при приёме простого и короткого сообщения, не связанного с последующими сообщениями;
- когда сообщение требует немедленного действия;

¹⁴ *Инженерная психология в применении к проектированию оборудования: Пер. с англ. / Под ред. Б. Ф. Ломова и В. И. Петрова. М.: Машиностроение, 1971.*

- когда оператор специально обучен пониманию смысла закодированного сообщения;
- если оператор перегружен речевыми сигналами;
- если необходимо соблюдение тайны;
- когда оператор работает в группе;
- при сильных акустических помехах.

Звуковое предъявление информации используется во всех гидролокационных системах для определения и обнаружения контуров объектов по отражённому звуку¹⁵.

Тактильный анализатор воспринимает ощущения, возникающие при действии на поверхность кожи различных механических стимулов – прикосновение, давление, вибрация. Абсолютный порог каждой чувствительности определяется по минимальному давлению предмета на кожную поверхность, которая производит едва заметные ощущения прикосновения. Примерные пороги ощущения: для кончиков пальцев руки – 3г/мм³; на тыльной стороне пальца – 5 г/мм³; на тыльной стороне кисти – 12 г/мм³; на животе – 26 г/мм³; на пятке – 250 г/мм³. Временной порог тактильной чувствительности – менее 0,1 с. Тактильный анализатор позволяет на ощупь определять характерные формы органов управления (рукояток, кнопок, тумблеров) и облегчать или ускорять процесс управления в ухудшенных условиях зрения. Кроме того, может использоваться дополнительный вибрационный канал информации. В настоящее время вибрация используется в сенсорных клавиатурах и при управлении мобильными устройствами (сотовыми телефонами, коммуникаторами, планшетными компьютерами). Перспективно использование тактильных каналов обратной связи для усиления чувства присутствия в виртуальной реальности (перчатки и жилеты виртуальной реальности).

¹⁵ *Зинченко Т. П.* Опознание и кодирование. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1981.

При выборе видов органов управления учитываются формы и алгоритмы деятельности оператора и требования системы.

Разнообразие задач, решаемых операторами и жёсткие требования по надёжности их выполнения, требуют разработки специализированных физических и экранных ОУ. Самые популярные из них – клавиатуры.

Спецификация клавиатур включает: количество кнопочных переключателей, их номенклатуру и форму исполнения (физическую или экранную), их компоновку, наименование. Класс клавиатуры, её форма и цветовое решение должны быть унифицированы для всех АРМ, имеющих в системе. При проектировании специализированных клавиатур учитываются общие эргономические требования к органам управления.

2.1. Эргономические требования к физическим органам управления

Устанавливаются государственными стандартами по эргономике. Например, для промышленного оборудования действует ГОСТ 12.2.049-80 — Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие эргономические требования (*Occupational safety standards system. Industrial equipment. General ergonomic requirements*).

В соответствии с ним конструкция органов управления должна учитывать:

- требуемую точность и скорость движений при осуществлении управления, а также частоту использования органа управления;
- допустимые динамические и статические нагрузки на двигательный аппарат человека;
- антропометрические характеристики двигательного аппарата человека;

- необходимость быстрого распознавания органов управления, формирования и закрепления навыков по управлению.

При конструировании органов управления и их размещении в моторном поле рабочего места должны быть учтены следующие физиологические особенности двигательного аппарата человека:

- скорость движения рук больше при движении в направлении “к себе”, меньше – при движении “от себя”;
- скорость движения правой руки больше при движении слева – направо, левой руки – справа – налево;
- линейная скорость вращательных движений рук больше скорости поступательных движений;
- скорость плавных криволинейных движений рук больше скорости прямолинейных движений рук с резким изменением направления;
- точность движения рук больше при работе в положении сидя, меньше – при работе в положении стоя.

Усилия, необходимые для осуществления управляющих действий, должны устанавливаться с учётом способа перемещения органа управления (пальцами, кистью с предплечьем, всей рукой, стопой и т. д.), частоты использования и в некоторых случаях с учётом продолжительности непрерывного воздействия на органы управления, скорости выполнения управляющего действия и положения человека в процессе управления.

Для обозначения функционального назначения органов управления следует применять надписи и (или) символы, которые должны быть расположены на элементах конструкции рабочего места в непосредственной близости от органов управления или на их приводных элементах. Органы управления должны кодироваться фор-

мой, цветом, размером или другими видами алфавита кода или их комбинациями¹⁶.

Наиболее массовым органом управления в компьютерах является кнопочная клавиатура. В условиях интенсивной нагрузки на зрительный анализатор она обеспечивает не только зрительное, но и слуховое и тактильное опознание момента нажатия на клавишу.

Основные эргономические требования к клавиатуре.

Конструкция клавиатуры должна предусматривать:

- исполнение в виде отдельного устройства с возможностью свободного перемещения;
- опорное приспособление, позволяющее изменять угол наклона поверхности клавиатуры в пределах от 5° до 15°;
- высоты среднего ряда клавиш не более 30 мм;
- расположение часто используемых клавиш в центре, внизу и справа, редко используемых — вверх и влево;
- выделение цветом, размером формой и местом расположения функциональных групп клавиш;
- минимальный размер клавиш — 13 мм, оптимальный — 15 мм;
- клавиши с углублением в центре и шагом 19 ± 1 мм;
- расстояние между клавишами не менее 3 мм;
- одинаковый ход для всех клавиш с минимальным сопротивлением нажатия 0,25 Н и максимальной — не более 1,5Н;
- звуковую обратную связь от включения клавиш с регулировкой уровня звукового сигнала и возможностью его отключения.

¹⁶ ГОСТ 12.2.049-80 — Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие эргономические требования. М., 1980.

Для кодирования информации в кнопочных переключателях оптимальным является использование от 2-х до 6-ти различительных признаков: форма, цвет, размер, местоположение кнопки, ощущение слышимого щелчка (клика), вертикальное перемещение.

В настоящее время в массовых масштабах выпускаются кнопочные физические клавиатуры на трёх разных технологиях: клавишные, плёночные (мембранные) и резиновые.

Каждая технология имеет свои достоинства и недостатки.

Клавишные клавиатуры удовлетворяют эргономическим и эксплуатационным требованиям, но требуют конструкторской доработки мест размещения при переконфигурации переключателей при создании специализированной клавиатуры.

Плёночные клавиатуры удовлетворяют всем эргономическим и эксплуатационным требованиям. Их достоинства:

- тонкие, легко чистящиеся;
- пыле-, влаго- и маслостойкие;
- герметичные;
- обладают привлекательным внешним видом;
- возможно, различное конструктивное и цветовое исполнение;
- имеют низкую цену.

Резиновые клавиатуры часто не удовлетворяют условиям эксплуатации, особенно плохо работают в химически-агрессивных средах и при значительных температурных колебаниях.

При размещении физических ОУ на панели управления следует учитывать физиологические особенности двигательного аппарата человека, определяющие усилие, точность и скорость движения его рук. ОУ следует размещать в зонах досягаемости моторного поля, определяемых значениями антропометрических характеристик предполагаемого контингента операторов.

2.2. Эргономические требования к графическим манипуляторам

Основным средством управления в эргатических системах, включающих компьютеры является графический манипулятор (ГМ), с помощью которого происходит управление экранными органами управления. Манипуляторы осуществляют непосредственный ввод информации, указывая курсором на экране монитора команду или место ввода данных. Манипуляторы, как правило, подключаются к последовательному порту. Используются для облегчения управления компьютером (ПК). К манипуляторам относятся мышь, клавиатура, трекбол, графический планшет (дигитайзер), световое перо, тачпад, сенсорный экран, *Roller Mouse*, *pointing stick*, джойстик и игровые манипуляторы.

Манипуляторы классифицируют на следующие типы:

- с относительным указанием позиции (перемещения): мышь, трекбол, трекпоинт, тачпад, джойстик, *Roller Mouse*;
- с возможностью указания абсолютной позиции: графический планшет, световое перо, аналоговый джойстик, клавиатура;
- игровые манипуляторы: джойстики, геймпады, компьютерный руль, танцевальная платформа, сенсор *Kinect*.

О последнем устройстве нужно сказать отдельно. Оно открывает новый класс устройств – игровой «контроллер без контроллера». *Kinect* позволяет пользователю взаимодействовать со средой игровой приставки без помощи игрового контроллера через устные команды, позы тела и показываемые объекты или рисунки. Это небольшое устройство, в которое вмонтированы две камеры высокого разрешения, сканирующие трёхмерное пространство с датчиками распознавания голоса. Камеры позволяют

устройству видеть глубину, т. е. устроены наподобие человеческого стереоскопического зрения, с помощью которого мы и оцениваем объёмы, расстояния, размеры. Также, эти камеры достаточно точны, чтобы отличить одного человека от другого. Манипулятором является само тело играющего.

Основным требованием для графического манипулятора является быстрое и точное перемещение указателя манипулятора по экрану в заданную точку (точность наведения должна составлять 0,3 мм, и достигаться с одной попытки, т. е. итеративное приближение к заданной на экране точке – нежелательно).

В настоящее время в проектировании наиболее популярны три класса графических манипуляторов, которые можно использовать для создания систем управления в эрготехнических комплексах: сенсорный, трекбол и джойстик.

Графический манипулятор должен быть унифицирован для управления в АРМ на всех системах организации. Сенсорные графические манипуляторы, использующие палец, если не предусматриваются специальные формы контактного устройства, требуемой точности наведения обеспечить в обычных условиях не могут. Точность наведения может быть достигнута только при специальной тренировке и профотборе. Так, например, наиболее приемлемыми для задач, решаемых на АРМ систем военно-морского флота, являются трекболы.

2.3. Эргономические требования к экранным органам управления

Среди различных видов визуальных средств пользовательского интерфейса выделяются две основные группы – окна и оконные элементы управления, и три дополнительные – панели управления, оконные меню и вспомогательные средства.

Окна являются главными объектами в пользовательском интерфейсе. Они структурируют пользовательский интерфейс. Ввод-вывод данных для каждой отдельной подзадачи осуществляется в соответствующем окне. Все остальные объекты интерфейса могут существовать только в качестве составной части какого-либо окна.

Оконные элементы управления располагаются внутри окна. С их помощью пользователь осуществляет непосредственное взаимодействие с программой. Основными экранными ОУ являются: экранная кнопка, контекстное меню, поле со списком, линейка прокрутки, текстовое окно, указатель визир-маркер.

- экранная кнопка – экранный переключатель с 2 положениями вкл/выкл.
- контекстное меню – экранный переключатель типа «оконного меню».
- поле со списком – таблица данных, которые можно выбрать с помощью графического манипулятора и изменить с помощью физической клавиатуры.
- линейка прокрутки – шкала на экране с маркером, управляемым графическим манипулятором.
- текстовое окно – поле для набора информации с помощью физической клавиатуры.
- указатель визир-маркер – различного вида точечные или линейные указатели, управляемые графическим манипулятором.

Унификации экранных органов управления подлежат формы органов управления, их представление, цветовая палитра, шрифты.

Панели управления представляют собой области, содержащие интерфейсные элементы, – как правило, кнопки, которые прикрепляются к одной из внутренних сторон окна либо помещаются поверх него. Панели управления служат для быстрого вызова команд программы. В большинстве интерфейсов по функциям они дублируют другие, более мощные, но в то же время более “медленные” средства взаимодействия с пользователем.

На панелях управления размещаются средства доступа к наиболее часто применяемым командам.

Оконные меню располагаются под заголовком окна и представляют собой древовидные иерархические структуры, состоящие из пунктов меню. Каждый пункт служит для доступа к определённой команде программы. Оконные меню являются более мощным средством взаимодействия с пользователем по сравнению с панелями управления, однако, для того чтобы вызвать команду меню, в среднем требуется больше времени.

Вспомогательными средствами интерфейса называются объекты, не вошедшие в перечисленные группы, например, разделители, всплывающие подсказки и т. д.

Разделители – это элементы пользовательского интерфейса, которые располагаются внутри окна и служат для разбиения его на самостоятельные части, с каждой из которых пользователь может взаимодействовать как с самостоятельным окном. Разделитель разбивает окно на некоторое количество частей, организованных на экране в форме таблицы. Каждая ячейка таблицы может содержать собственные оконные элементы управления. Разделители могут использоваться только в многодокументном интерфейсе.

Всплывающей подсказкой называется прямоугольное окно со справочной информацией, появляющееся при наведении указателя мыши на интерфейсный элемент и исчезающее при перемещении указателя на другой интерфейсный элемент.

Выделяются три основные техники управления окнами: диалоговая, многодокументная и однодокументная и, соответственно, диалоговый интерфейс, многодокументный интерфейс (МДИ) и однодокументный интерфейс (ОДИ).

Все остальные параметры экранных органов управления унифицируются в рамках АРМ одной системы. При этом учитываются общие эргономические требования к экранному ОУ.



3. ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС

3.1. Основные функции и требования

В настоящее время наиболее часто используют программный и пользовательский виды интерфейса, и при этом имеющиеся стандарты указывают на то, какими эти интерфейсы быть не должны, т. е. весьма незначительно уменьшают множество возможных вариантов построения интерфейса.

Исследования в данной области показывают, что любой пользовательский интерфейс (ПИ) должен обеспечивать выполнение следующих четырёх основных функций:

1. Управления компьютером путём действий оператора (пользователя): инициация, прерывание, отмена компьютерных процессов и т. п.

2. Ввод данных, осуществляемый оператором, и отклик системы.

3. Отображение данных, включающее отображение данных, вводимых оператором, который может управлять процессом отображения данных.

4. Поддержка оператора в процессе деятельности, осуществляемая по каналам обратной связи, в которых циркулирует информация об ошибочных или случайных (не по алгоритму) действиях оператора.

Эффективный ПИ должен обеспечивать всестороннее использование потенциальных возможностей оператора, технических и информационно-программных средств АРМ, высокие безошибочность и быстродействие деятельности оператора при применении ПИ по назначению. Хорошо спроектированный ПИ обеспечивает максимальный комфорт деятельности оператора и должен:

- способствовать быстрому освоению вычислительной техники оператором, формированию у него устойчивых навыков;

- быть спроектирован таким образом, чтобы оператор вводил информацию естественным образом, не заботясь о ходе вычислительного процесса;

- удовлетворять рабочие потребности человека-оператора, а не обслуживать процесс обработки данных.

Синтаксическая структура, реализованная в интерфейсе, должна:

- соответствовать ожиданиям оператора, решающего профессиональную задачу;

- содержать систему правил работы оператора, обеспечивающую лёгкое управление системой;

- постоянно находиться под контролем оператора, никакие действия последнего не должны приводить к тупиковой ситуации или зависанию программы.

Интерфейс и справочный механизм информационной системы должны:

- обеспечивать возможность лёгкого исправления ошибок ввода, не должен требовать повторного ввода данных;

- обеспечивать оператора информацией, позволяющей ему управлять диалогом, распознавать и исправлять ошибки, определять последующие действия, входящие в алгоритм;
- обеспечить конкретность и понятность оператору выдаваемой компьютером информации;
- согласование объёма представляемой оператору информации с возможностями его кратковременной памяти;
- в информации об ошибках оператора делать акцент не на неправильные действия последнего, а на то, чем и как можно исправить ошибки;
- предусматривать использование четырех видов диалога: меню, команды, манипуляции и диалог посредством заполнения форм.
- при решении каждой задачи предоставить оператору возможность использования не менее двух видов диалога. Критерием выбора вида диалога в ходе решения конкретной задачи является обеспечение заданных показателей безошибочности и быстродействия.

3.2. Структура пользовательского интерфейса

Пользовательский интерфейс состоит из трёх основных частей:

1. Визуальное оформление, отвечающее за представление информации оператору.
2. Функциональные возможности системы, включающие набор возможностей для эффективного выполнения профессиональной деятельности.
3. Техники взаимодействия оператора с системой.

Однако зачастую разработчики программных продуктов рассматривают функциональность системы отдельно от её пользовательского интерфейса, и редко рассматривают элементы взаимодействия пользователя и системы. При этом предполагается, что ПИ является своего

рода дополнением к функциональности системы. Со своей стороны, пользователи программ, как правило, не разделяют функциональность и пользовательский интерфейс. Для пользователей именно ПИ является программой. Впечатление от взаимодействия с программным продуктом (ПП) формируется непосредственно от работы с интерфейсом.

Поэтапная разработка пользовательского интерфейса позволяет повысить эффективность программного продукта, уменьшить время обучения пользователей, снизить стоимость доработки системы после её внедрения, а также полностью использовать заложенную в ПО функциональность.

3.3. Стили пользовательского интерфейса

Существует ряд стилей пользовательского интерфейса, которые завоевали популярность в индустрии программных средств. Основные виды стилей ПИ представлены на Рис. 7.

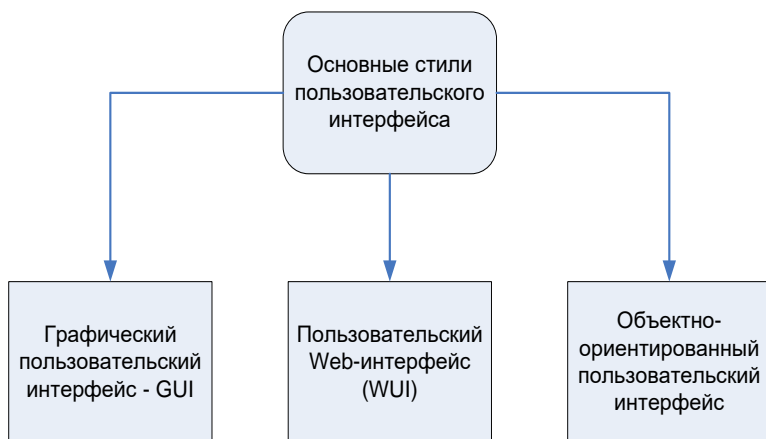


Рис.7 Основные стили пользовательского интерфейса

Самыми популярными являются *GUI*-интерфейсы (*GUI – Graphical User Interface*) и построенные на их основе *WUI*-интерфейсы (*WUI – Web User Interface*). Стилиевые детали *WUI*-интерфейсов незначительно отличаются от *GUI*-интерфейсов, подтверждением чему служат диалоговые окна *Web*-браузеров.

3.3.1. Графический интерфейс (GUI-интерфейс)

Графический пользовательский интерфейс (*Graphical User Interface – GUI*) определяется как стиль взаимодействия «пользователь-компьютер», в котором применяются четыре базовых элемента: окна, пиктограммы, меню и указатели (Рис. 8). Иногда *GUI*-интерфейс называют *WIMP*-интерфейсом (*Windows – окна, Icons – пиктограммы, Menus – меню и Pointers – указатели*).



Рис. 8 Пример *GUI*-интерфейса Mac OS

Важнейшие свойства *GUI*-интерфейса – это возможность непосредственного манипулирования, поддержка мыши или указателя, использование графики и наличие области для функций и данных приложения. Начальный анализ основ *GUI*-стиля ведётся отдельно от прикладного уровня *GUI*-ориентированных приложений.

Непосредственное манипулирование. Наиболее значительное свойство *GUI*-интерфейса заключается в непосредственном манипулировании, которое позволяет пользователю взаимодействовать с объектами с помощью указателя. Например, окно можно переместить по экрану с помощью мыши, установив указатель на строку заголовка окна, нажав и удерживая кнопку мыши и перемещая мышью (иногда эту операцию называют “захватить и перетаскать” – “*grab and drag*”). Другой пример непосредственного манипулирования с помощью указателя – это выделение текста (“занять [место] и ввести” – “*swipe and type*”) или рисование непосредственно в графической области с использованием указателя и графических инструментов наподобие кисти (*paint brush*).

Многие действия, выполняемые с помощью выбора альтернатив или меню, можно произвести, воспользовавшись непосредственным манипулированием. Например, во многих системах результатом перетаскивания пиктограммы документа на пиктограмму принтера на рабочем столе является печать документа. К другим действиям, которые выполняются с помощью непосредственной манипуляции, относятся такие операции, как *Move* (Переместить), *Copy* (Копировать), *Delete* (Удалить) и *Link* (Связать).

Другие свойства. К некоторым другим методам работы ПИ, присущим *GUI*-интерфейсу, относятся буфер обмена, комбинации клавиш, ускоряющие клавиши в меню и диалогах, а также дополнительные возможности взаимодействия мышь-клавиатура. Несмотря на свою полезность, эти механизмы не рассматриваются как существенные свойства *GUI*-интерфейса.

3.3.2. Пользовательский Web-интерфейс (WUI-интерфейс)

Базовый WUI-стиль (*Web User Interface*) весьма схож с меню иерархической структуры, которое пользователи знают по опыту работы в средах с графическим интерфейсом за исключением более наглядного представления и использования гиперссылок (Рис.9). Необходимая навигация выполняется в рамках одного или нескольких приложений с использованием текстовых или визуальных гиперссылок. В зависимости от структуры гиперссылок приложения навигация в пределах WUI-интерфейса приводит к отображению Web-страниц в иерархии приложения – по одной за раз – в линейном или нелинейном стиле внутри одного GUI-окна. Во многих отношениях WUI-ориентированные приложения – это «шаг назад в будущее» – или, может быть, нечто худшее, учитывая объёмы электронных документов и других материалов в формате Web.

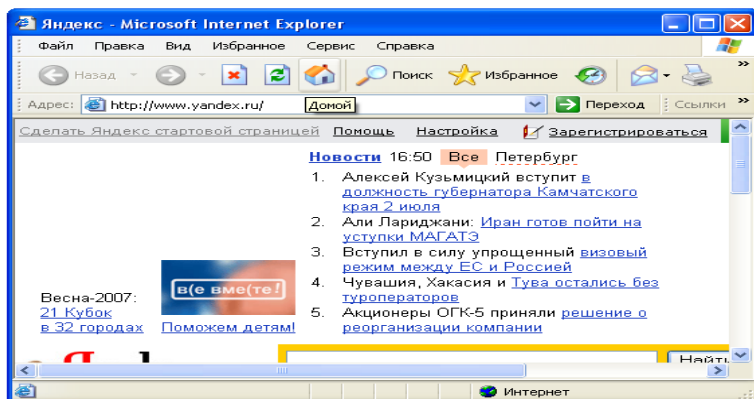


Рис. 9. Пример WUI-интерфейса – Web-браузер Internet Explorer

Основные особенности приложения, использующего *WUI*-стиль:

- Информация обычно отображается в единственном *GUI*-окне, называемом *Web*-браузером, хотя для представления данных в приложении могут использоваться несколько окон.

- *Web*-браузер обеспечивает меню для *Web*-приложения.

- Выбор действий ограничен, так как меню, обеспечивающее обращение к функциям, не является легкодоступным для приложения.

- *Web*-страница обладает небольшой степенью внутреннего контроля над клиентской областью для открытия специализированных всплывающих меню.

- Создание специализированных меню требует дополнительной работы по программированию.

- Функциональные возможности приложения должны отображаться в методы для вызова команд.

- Клиентская область не содержит традиционные пиктограммы.

- Многие приложения используют графику и анимацию в эстетических или навигационных целях. Это таит в себе потенциальную угрозу возникновения внешнего визуального шума и увеличения времени отклика при загрузке и раскрытии графических файлов.

- *Web*-браузер и приложения обеспечивают возможности отключения графики, содержащейся в *Web*-страницах, так что на экране отображается только их текстовая версия.

- Поддержка указателя осуществляется в основном для выбора с помощью одного щелчка мышью или выбора по навигационным ссылкам. Технология «*drag and drop*» («перетащить и поместить») не поддерживается за исключением случаев специального программирования в определенных средах.

Web-ориентированное ПО становится все более похожим на *GUI*-ориентированное ПО (возможно потому, что пользователи неизменно требуют наличия популярных и полезных свойств *GUI*-интерфейса наподобие функции «drag and drop» или всплывающих меню).

Навигация. Переход от одной страницы к другой с использованием гиперссылок или поискового механизма - наиболее часто выполняемая функция *WUI*-интерфейса. Страницы, с которыми встречается пользователь, существуют в пределах того же самого или другого *Web*-узла.

Web-браузер обеспечивает базовые возможности навигации для перемещения по *Web*-узлам и в пределах *Web*-узлов линейным способом с помощью кнопок панели инструментов *Back* (Назад) и *Forward* (Вперед). Навигация от одной страницы приложения к другой в пределах одного и того же *Web*-узла приложения выполняется с использованием гиперссылок, схемы *Web*-узла, кнопок и навигационной панели.

Представление и поведение. Основное назначение *Web*-страницы заключается в обеспечении полезной информацией, включая навигационную структуру и организацию *Web*-узла. *Web*-страницы составлены из одной или нескольких конструкций, представляющих собой сочетание мозаик цветных графических элементов. По сравнению с *GUI*-ориентированными приложениями *WUI*-ориентированные приложения включают большое количество элементов поведения, которые не вызываются пользователем, например, анимационных. С точки зрения ПИ в *Internet* царит полная анархия.

Компоненты WUI-интерфейса. К наиболее распространенным компонентам *WUI*-интерфейса относятся баннеры (заголовки), навигационные панели и визуальные или текстовые гиперссылки, упорядоченные различными способами. Также применяются разнообразные подходы к использованию графики, анимации и цвета.

- *Баннер* представляет собой визуальный заголовок, отображаемый вверху *Web*-страницы.

- *Навигационная панель* — это список вариантов выбора гиперссылок, обеспечивающих доступ к информации сайта.

- *Гиперссылка*. Представляет собой вариант выбора, который отображает следующую страницу информации или перемещает фокус отображения на другую область той же страницы.

Макеты Web-страниц. Информация представляется на Web-страницах с использованием одного или нескольких макетов и навигационных стилей.

- *Браузер*. Типичный браузер обладает заголовком, навигационной панелью и областью, отображаемой в пределах экрана.

- *Каталог*. Каталог представляет собой визуальный поисковый механизм, в котором перечислены варианты выбора гиперссылок, используемых для навигации по дополнительным вариантам выбора до тех пор, пока не будет найден искомый результат. Допускаются навигационные панели в виде заголовков и другие типы навигации по вариантам выбора гиперссылок.

- *Поиск и результаты поиска*. Один или несколько элементов управления, с помощью которых пользователь осуществляет ввод или выбор критерия поиска информации. Результаты поиска отображаются в том же или другом окне Web-браузера.

- *Документ*. Во многом похожий на свой бумажный двойник Web-документ отображает текстовую информацию вместе со ссылками на дополнительные источники или развернутое представление информации.

- *Записная книжка*. Некоторые Web-узлы представляют визуальную записную книжку в качестве метафоры для организации данных. Она почти не отличается от навигационной панели, с той лишь разницей, что содержит меньшее количество вариантов выбора.

Сбор данных. Дополнительной целью некоторых Web-страниц является сбор имен и адресов, а также другой информации о пользователях. для этого используются

обычные элементы управления *GUI*-интерфейса, иногда с некоторыми ограничениями.

Проблемы проектирования. Факторы успешного проектирования, которые влияют на качество приложений, использующих *Web*-стиль ПИ: простота навигации по иерархическим информационным структурам, лёгкость и быстрота поиска, а также быстрая реакция. К другим важным факторам относятся эстетические характеристики и ценность текущего содержания информации.

3.3.3. Объектно-ориентированный пользовательский интерфейс

Проектирование программных объектов даёт возможность предоставить в распоряжение пользователя приложение, обладающее объектно-ориентированным стилем ПИ и/или объектно-ориентированной внутренней структурой (реализацией). Многие объектно-ориентированные свойства реального мира находят отражение во внешнем виде, поведении, требованиях к взаимодействию и функциональных возможностях. Компьютеризованное усовершенствование или дополнение объектов реального мира, если только оно плохо спроектировано или реализовано, не очевидно для конечного пользователя и не в состоянии преодолеть его устоявшиеся знания и восприятие. Представленные в явном виде при проектировании, обозначения классов объектов, иерархии классов и наследование посредством иерархии классов остаются прозрачными для пользователя.

Объектно-ориентированный прикладной ПИ должен обладать следующими свойствами:

- обеспечивать непосредственное манипулирование (перетаскивать любые объекты куда угодно);
- обеспечивать непосредственный ввод данных (записывать любую информацию);

- обеспечивать контекстную зависимость от объектов (всплывающие (контекстные) меню, справки, согласованность и т. д.).

Хороший прикладной объектно-ориентированный ПИ прост в использовании; это значит, что его механизмы пользовательского интерфейса прозрачны.

3.3.4. Перспективные пользовательские интерфейсы

Эволюция способов интерактивного взаимодействия пользователя с управляемой компьютерной средой ведет появлению новых видов интерфейсов:

- распознающие жесты пользователя;
- интерпретирующие психофизиологические параметры и поведение человека;
- использующие гибридные управляемые среды, построенные с использованием технологий дополненной реальности;
- голосовые интерфейсы пользователя (*VUI*);
- тактильные интерфейсы пользователя (*TUI*), в которых пользователь манипулирует физическими объектами координаты и физические свойства которых, привязаны к компьютерной системе распознающей и транслирующей манипуляции в команды управления;
- носимые пользовательские интерфейсы, соединяющие пользователя с вычислительной и рабочей средами;
- сетеформирующие пользовательские интерфейсы (*SNUI*).

Следует отметить, что огромную роль в проектировании интерфейсов играет метафора, в рамках которой построен тот или иной интерфейс. Основная роль метафоры интерфейса заключается в том, что она способствует лучшему пониманию семантики взаимодействия, а также обеспечивает визуальное представление диалоговых объ-

ектов и определяет набор манипуляций пользователя с ними.

Концепция визуальной метафоры интерфейса основана на представлении новых или непривычных для пользователя явлений посредством других явлений, хорошо ему известных из повседневной жизни, причем эти явления должны иметь те же основные свойства, что и явления, которые они объясняют. Таким образом, выдвигаются требования привычности и полноты метафоры. Часто метафоры основываются на использовании бытовых и общеизвестных понятий, что позволяет использовать обыденный человеческий опыт и привлекать интерес пользователя, что облегчает понимание и усвоение принципиальных моментов исходного процесса.

К недостаткам такого подхода можно отнести потерю деталей и некоторых специфических понятий, аналоги к которым не удалось подобрать в выбранной сфере, необходимость сопоставления понятий из разных сфер в процессе обучения, а также появление дополнительных и нежелательных аналогий, связанных с обыденными метафорами.

На первых порах развития метафора играла в человеко-компьютерном интерфейсе достаточно ограниченную роль, и служила только формированию понятийного аппарата новой дисциплины. Можно вспомнить такие метафорические термины как “меню”, “мышь” или “*joystick*” (“палочка радости”).

В конце 70-х при создании визуального интерфейса была использована метафора рабочего стола. Она появилась при визуализации систем автоматизации конторской деятельности. Ее успех связан с глобальной метафорой компьютерного мира как некоего глобального офиса. На базе этой метафоры были созданы интерфейсы *Windows*, с иконическим интерфейсом. Одной из удачных визуальных метафор, реализованных в программе *Norton Commander*, явилась метафора бухгалтерской книги.

Отметим, что попытки спроектировать в рамках глобальной метафоры “глобального офиса” метафору интерфейса “рабочая комната” в общем, не были успешными. Заметим также, что и другая глобальная компьютерная метафора “всемирная паутина” (*World Wide Web*) не породила подобной визуальной метафоры.

В настоящее время идут попытки разработки новых визуальных метафор интерфейса. В них используется семиотика, так как знаковая природа визуализации позволяет применить к ней семиотический анализ, приводящий к выделению языка компьютерной визуализации. Аналогичный анализ применим и к визуальным интерактивным системам.

3.3.5. Искусственный интеллект в адаптивном внутрикабинном интерфейсе

Основным элементом современного самолета, обеспечивающим эффективную связь с бортовыми системами, позволяющим контролировать и производить необходимые манипуляции с оборудованием и системами для решения задач полета, является *внутрикабинный интерфейс*.

Информационно-управляющее поле (ИУП) объединяет все системы и устройства, создающие и поддерживающие взаимодействие между членами экипажа, бортовыми системами самолета и наземными пунктами управления движением и поддержки полета. Функционирование ИУП ориентировано на поддержание и реализацию информационной модели полета, формируемой в психофизиологической системе пилота на основе его обучения и опыта. Основной концепцией построения современных внутрикабинных интерфейсов на основе интенсивного использования компьютерных технологий является концепция *интегрированной модульной авионики (ИМА)*. Она предусматривает:

- отделение функционального программного обеспечения (ПО) от аппаратного исполнения вычислительной среды;
- повторное использование ПО;
- реализацию нескольких функциональных приложений на одной вычислительной платформе с применением технологии безопасных разделов;
- автономное создание и сертификацию специфицированных модулей-функций;
- интеграцию функций управления в единый модуль.

Методология ИМА базируются на рациональном согласовании совокупных свойств взаимодействия человека-оператора и техники в интересах повышения эффективности деятельности экипажа и безопасности полета. Системы отображения информации и контроля, формируемые на базе цифровых электронных устройств, обеспечивают наиболее удобную форму представления информации. В таких системах воспроизводится только та информация, которая необходима летчику для реализации данного режима полета, либо вызвана по его требованию. Широкие возможности моделирования и представления информации требуют серьезного инженерно-психологического обоснования принципов рационального информационного обеспечения летчика в процессе решения профессиональных задач.

В рамках ИМА-технологии рассматриваются мнемокадры, позволяющие повысить эффективность деятельности экипажей многофункциональных авиационных комплексов. ИМА определяется как совместно используемый набор гибких, повторно используемых и взаимодействующих аппаратных и программных ресурсов, которые, будучи интегрированными, образуют разработанную и проверенную в отношении определенного набора требований к безопасности и техническим характеристикам самолета платформу, обеспечивающую надежное функционирование комплекса бортового оборудования, уменьшение его

массогабаритных характеристик, облегчение технического обслуживания, уменьшение стоимости.

Системы индикации и сигнализации становятся частью комплекса, построенного на технологии ИМА, при этом сохраняются функции внутрикабинного интерфейса, выполнение которых будет возлагаться на средства ИУП. В последние годы были разработаны и внедрены адаптивные внутрикабинные интерфейсы управления, которые упрощают и ускоряют процесс управления самолетом, повышают безопасность полетов и комфорт пилота.

Рассмотрим особенности класса интерфейсов реализующих методологию ИМА с функциональной точки зрения за счет гибкого использования механизмов психофизиологической и симбиотической адаптации и технологий искусственного интеллекта и алгоритмов машинного обучения. Эти устройства разрабатываются в рамках концепции адаптивных интерфейсов, использующей методологию взаимной адаптации человека и техники.

Адаптивный внутрикабинный интерфейс управления – это система управления, которая позволяет пилоту взаимодействовать с самолетом и многообразными внешними и внутренними информационными потоками с помощью наиболее удобных для него средств. Система автоматически адаптируется под потребности и возможности пилота, предоставляя ему необходимую информацию в удобной для восприятия форме, реагируя на его команды и действия. Адаптивность системы может быть обеспечена за счет использования различных типов информационных дисплеев, способов взаимодействия пилота с самолетом и системой управления, а также высокого уровня автоматизации управления достигаемого за счет использования технологий искусственного интеллекта.

В адаптивных интерфейсах реализуется концепция адаптивной автоматизации с переменной степенью автоматизации управления в зависимости от условий полета и степени загрузки экипажа.

Одна из первых попыток оценить уровень автоматизации в человеко-машинной системе была предпринята Т. Шериданом и В. Вепланк, которые в 1978 году предложили десятибалльную шкалу степени автоматизации (Levels of Automation, далее – LOA), отражающую независимость автоматизированного комплекса от оператора. По их мнению, если каждая операция может выполняться в ручном режиме – степень автоматизации 1 а в полностью в автоматическом режиме – 10 баллов. По аналогии с данной классификацией и учетом исследований А. Н. Костина и Ю. Я. Голикова мы предлагаем следующую шкалу уровней автоматизации для внутрикабинного интерфейса перспективных самолетов (Таблица 1).

Таблица 1

Уровни автоматизации систем управления и интерфейса перспективных самолетов

Уровень автоматизации, тип управления		Содержание	Поколение самолета
0	Ручное управление	Человек управляет авиационным комплексом в целом, реализуя посредством органов управления алгоритмы достижения целей полета	3
1	Комбинированное управление: ручное с элементами автоматизации	Помощь пилоту в виде полной или частичной автоматизации отдельных функциональных систем. Автоматика управляет отдельными блоками или некоторыми совокупностями блоков разных систем; человек – всеми системами, за исключением тех блоков, которыми	4

		управляет автоматика	
2	Комбинированное управление: автоматическое с ручным по запросу	Автоматическое управление самолетом в рамках решения тактических задач полета, с постоянным контролем и корректировкой пилотом параметров систем и агрегатов с периодической передачей управления пилоту по его запросу	4+
3	Гибридное при доминировании человека в управлении миссией	Автоматическое управление самолетом в рамках решения тактических и частично стратегических задач полета с периодическим контролем за ним, но с возможностью вмешательства пилота в управление в любой момент времени. Автоматика управляет некоторой совокупностью систем; человек – оставшимися системами и миссией полета	5
4	Гибридное при доминировании искусственного интеллекта (ИИ)	Автоматическое управление самолетом и выполнением миссии полета без контроля пилотом, но с возможностью вмешательства в управление при возникновении запросов от автоматика (в непредвиденных ситуациях). Автоматика и/или искусствен-	5+

		ный интеллект (ИИ) решает стратегические задачи полета, которые оперативно могут быть изменены пилотом, который формирует миссию полета и определяет момент ее завершения	
5	Автоматическое управление, самолет-робот	Автоматическое управление самолетом и решение всех задач полета вплоть до выполнения миссии без вмешательства человека	6

На третьем и четвертом уровнях автоматизации, достигаемых в самолетах 5-го и 5+ поколений, использование технологий искусственного интеллекта позволяет реализовать рассматриваемые в настоящей статье возможности адаптивной автоматизации в рамках концепции адаптивных внутрикабинных интерфейсов.

Адаптивная автоматизация (АА) – это подход к удержанию рабочей нагрузки пилота на соответствующих уровнях, чтобы избежать как недогрузки, так и перегрузки, тем самым повышая общую производительность и безопасность человеко-машинной системы. Основная проблема использования АА заключается в выборе решения, не влияющего на оперативную задачу.

В этом отношении пассивные системы интерфейса мозг-компьютер являются хорошими кандидатами для активации и выбора уровня автоматизации, поскольку они способны собирать информацию о скрытом поведении (например, умственной нагрузке) пилота путем анализа его нейрофизиологических показателей, не вмешиваясь в текущую операционную деятельность.

Система интерфейса мозг-компьютер, способная запускать решения АА, интегрированные в симулятор

управления воздушным движением, разработана и размещена в Национальной школе гражданской авиации Тулузы, Франция. Результаты экспериментов продемонстрировали эффективность предложенной системы интерфейса. Она позволила решать задачи адаптивной автоматизации в условиях повышенных требований к пилоту, за счет снижения умственной нагрузки, с которой работали диспетчеры систем управления воздушным движением.

В исследовании сотрудников *Delft University of Technology* (Нидерланды) рассматривается применимость адаптивного человеко-машинного интерфейса (*Adaptive Human-Machine Interface - AHMI*) в кабине современного самолета. Основная гипотеза, лежащая в основе адаптивных интерфейсов, заключается в том, что различные конфигурации дисплея более подходят для конкретных ситуаций. Хорошо разработанный адаптивный интерфейс, способный предоставлять нужную информацию в нужном формате и в нужное время, может помочь пилоту в управлении летательным аппаратом. В результате исследования были сделаны выводы о том, что адаптивный человеко-машинный интерфейс способен повысить безопасность полетов, помогая летному экипажу в приобретении и поддержании ситуационной осведомленности. Для того чтобы пилот принял интерфейс и доверял ему, должны быть выполнены два условия: 1) пилот всегда должен контролировать ситуацию и 2) пилот всегда должен быть в состоянии понять адаптацию.

В настоящее время авиационная *ИМА* в значительной мере типизирована, но при этом не обладает рядом желательных свойств: многозадачностью, открытой архитектурой, независимостью программного обеспечения и оборудования. Причина этого отсутствие процесса и отлаженных методов проектирования, учитывающих в полной мере особенности построения бортового оборудования *ИМА*, так как для процесса проектирования на принципах независимой и федеративной архитектур характерно наследование технических решений, а при разработке

комплекса, создаваемого на принципах *ИМА*, использование принципов организации бортового оборудования предыдущих типов оказывается неэффективным. Отмечена проблема варьирования параметров типовой структуры бортового оборудования, так как поверхность изменений исследуемой характеристики носит сложный нелинейный характер.

В работе Н. Н. Макарова разработана системная методология построения, теории и методов проектирования алгоритмических аппаратных и программных средств, методик моделирования, экспериментального исследования и оценки эффективности применения информационно-управляющих систем обеспечения безопасности функционирования элементов бортового эргатического комплекса в контуре управления ЛА. На основе предложенных *информативных функций опасности* разработаны методы анализа каналов информационно-управляющей системы контроля и диагностики общесамолетного оборудования, включающего различные по принципу действия и динамическим характеристикам агрегаты и системы.

Основные направления дальнейших исследований и перспективы развития информационно-управляющих систем обеспечения безопасности функционирования элементов бортовых эргатических комплексов самолетов и вертолетов и других воздушных транспортных средств связаны с совершенствованием средств электронной индикации, использованием виртуальной приборной доски и футуристической кабины, сенсорных панелей управления и трекболов, многофункциональных пультов управления и интеллектуальных средств поддержки пилота в подготовке и принятии решений, использования для передачи информации не только виртуального, но и других сенсорных каналов пилота, мультимодального интерфейса и виртуальной кабины, наשלемной индикации и датчиков виртуальной реальности. Для повышения эффективности предлагается использование методов теории распознавания образов, использования аппарата и приложений вектор-

ных функций Ляпунова, экспертных систем и нейросетевых технологий.

Основным потенциальным преимуществом адаптивного интерфейса является его простота, удобство использования, ориентация на пилота. Система управления самолётом с адаптивным интерфейсом позволяет экипажу быстро и эффективно выполнять различные задачи в условиях временных ограничений. Это особенно важно в условиях аварийных ситуаций, когда каждая секунда имеет значение.

Другим важным преимуществом адаптивного интерфейса является его простота. Он не требует от пилотов особой подготовки и обучения. Более того, адаптивный интерфейс позволяет пилотам сосредоточиться на выполнении своих задач, не отвлекаясь на поиск нужных функций в интерфейсе, рискуя сделать ошибочные действия.

В силу снижения нагрузки на пилотов система управления самолетом с адаптивным интерфейсом обеспечивает высокую степень безопасности полета. Она позволяет пилотам быстро реагировать на изменения среды и принимать необходимые меры для предотвращения аварийных ситуаций.

Адаптивные внутрикабинные интерфейсы управления самолетом с искусственным интеллектом могут стать отличным инструментом для повышения безопасности полетов и улучшения эффективности работы пилотов. Они позволят автоматизировать часть рутинной работы, освобождая время для более сложных задач, а также будут способны организовать действия пилота на основе различных сценариев в случае нештатной ситуации.

Основные типовые модули авиационных внутрикабинных интерфейсов, охватывающие различные системы и элементы отображения информации и управления, используемые в современной авиации:

Операционные панели:

- Пилотская операционная панель – используется пилотами для управления системами самолета, такими

как система автопилота, системы освещения, коммуникационные системы и другие.

- Панель управления механизированными элементами – служит для контроля механизированных элементов самолета, таких как поворотные рули, закрылки, элероны и другие.
- Панель управления двигателем – содержит элементы управления двигателями.

Дисплеи:

- Пилотская информационная система – отображает основные данные о полете.
- Навигационно-информационная система – предоставляет информацию о навигации (карты, маршруты, навигационные точки и другие).
- Многофункциональный дисплей – обеспечивает пилотам доступ к различным системам самолета, включая системы управления, электронные карты, системы радиосвязи и другие.

Клавиатуры и селекторы:

- Клавиатура – используется для ввода данных и команд пилотами и членами экипажа.
- Селекторы – позволяют выбирать определенные режимы работы или функции систем самолета.

Джойстики, ручки управления, тачскрины:

- Штурвал – используется летчиками для управления направлением самолета и высотой.
- Ручка управления – позволяет пилоту управлять углами тангажа и крена самолета.

Индикаторы и органы управления:

- Индикаторы – предоставляют информацию о состоянии различных систем самолета, такую как: давление жидкостей и газов, температура, скорость и другие параметры.
- Органы управления – кнопки, переключатели и рычаги, используемые для управления различными системами и функциями самолета.

Это лишь некоторые из основных элементов внутрикабинных интерфейсов, применяемых в авиации. С развитием технологий и авиационной эргономики могут появляться новые системы и модификации существующих интерфейсов.

Адаптивные внутрикабинные интерфейсы управления можно классифицировать по следующим критериям:

Типы информации, представленной на экране:

- отображение параметров полета, топлива, двигателя и т. д.;
- отображение тактической информации о полете (расположение других объектов воздушного пространства, цели, сектора покрытия и т. д.);
- отображение информации о состоянии боевого вооружения (количество и тип снарядов, летящие цели, доступность функций и т. д.).

Способы и средства взаимодействия пилота с интерфейсами и системой управления:

- клавиатура, джойстик, трекбол;
- голосовое управление;
- тачскрин;
- ручка управления самолетом (РУС);
- сайдстик;
- штурвал.

Уровень автоматизации:

- ручное управление или автоматическая система;
- полуавтоматическое управление, где пилот или система могут контролировать полет;
- полностью автоматизированное управление, где система полностью контролирует и выполняет все фазы полета и применения бортового оборудования.

В общем случае использование элементов адаптивных внутрикабинных интерфейсов в контексте применения технологий ИИ представлено в таблице 2. Конкретные реализации модулей являются объектами отдельного обсуждения. Тем не менее следует отметить активное разви-

тие и внедрение в авионику и интерфейсы технологий машинного обучения и методы обработки больших данных.

Адаптивные пользовательские интерфейсы могут предоставить выгодные решения для широкого спектра авиационных приложений с искусственным интеллектом. Их способность адаптироваться к разным моделям взаимодействия с пилотом (экипажем) и достигать более персонализированное взаимодействие может привести к повышению эффективности и производительности авиационного комплекса в целом. Благодаря использованию методологии машинного обучения возможны: анализ в реальном времени форм и особенностей взаимодействия разных операторов с одной и той же машиной, формирование индивидуального портрета и почерка пилота; выбор наиболее репрезентативных режимов адаптации; генерация набора временных правил адаптации.

Последовательности взаимодействий оператора с машиной могут быть использованы для выбора наиболее репрезентативных последовательностей, чтобы предотвратить информационную перегрузку и обеспечить ситуационную осведомленность в адаптивном интерфейсе.

Перманентная полипараметрическая мультимодальная адаптация автоматики кабинного интерфейса позволяет поддерживать рабочую нагрузку пилота в оптимальном диапазоне, уменьшая возникновение опасного уровня утомления.

Реализация новых функций в комплексах бортового оборудования и функциональности кабины экипажа связана с разработкой и внедрением следующих функций и алгоритмов:

- алгоритмов обработки измерительной информации с целью обнаружения взлетно-посадочной полосы (ВППО, препятствий на ВПП и объектов аэродромной инфраструктуры;

- алгоритмов автоматической взаимной привязки и визуального комплексования измерительной и геопространственной информации;

- алгоритмов получения, передачи и синтетического отображения пространственных данных в едином информационном пространстве “борт-земля”. Весьма важным вопросом является разработка функции расширенных режимов наблюдения и управления, в том числе на территории аэропорта, для совершенствования и автоматизации взаимодействия служб организации и управления воздушным движением и самолетов с целью повышения безопасности и обеспечения регулярности полетов:

- алгоритмов бортовой системы управления конфликтными ситуациями для выдерживания согласованной 4-мерной бесконфликтной траектории;

- реализация процедуры автоматической прокладки альтернативного маршрута;

- реализация процедуры независимого близкопараллельного захода на посадку;

- обеспечение ситуационной осведомленности экипажа об обстановке на поверхности аэродрома.

Новая функция реконфигурации системы управления полетом самолета при отказах и повреждениях информационных и исполнительных устройств включает:

- разработку алгоритма реконфигурации системы управления в случае отказа исполнительных устройств (элронов, стабилизаторов и т. д.);

- разработку алгоритма реконфигурации системы управления в случае отказа информационных устройств;

- обеспечение осведомленности экипажа об оставшихся ресурсах управления;

- построение оптимальных профилей полета при заходе на аэродром посадки с учетом ограничений на отклонение управляющих поверхностей.

Необходимо осуществлять оптимизацию интерфейса “экипаж-оборудование кабины” с целью:

- расширения условий организации воздушного движения;
- совершенствования способов предупреждения конфликтных ситуаций для исключения авиационных происшествий по причинам потери пространственного положения, неадекватного восприятия основных параметров движения летательного аппарата, неоднозначного восприятия информации от бортовых и внешних источников;
- рационального распределения функций между экипажем и системами ВС для создания предпосылок перехода на пилотирующий экипаж, состоящий из одного пилота;
- совершенствования способов информационного обеспечения экипажа и управления информационным полем, системами ВС;
- повышения качества информационного обмена “воздух-земля-воздух”;
- стандартизации новых технических решений. Реализация указанного объема функций обеспечения полета и деятельности экипажа вполне возможна при использовании сетевых алгоритмов машинного обучения и генеративного ИИ.

Перспективно при создании адаптивных внутрикабинных интерфейсов использование технологий компьютерного айтирекинга. Функции слежения за взглядом могут обеспечить дополнительный канал управления с высоким уровнем чувствительности к действиям оператора и его когнитивному состоянию. Кроме того, область интереса, связанная с местоположением взгляда, может использоваться, например, для решения задач наведения и поражения противника.

В качестве возможных в будущем направлений развития авиационных интерфейсных систем можно выделить: создание управляющих сред, использование интеллектуальной глобальной сети интернет, систем генеративного искусственного интеллекта.



4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА

Для получения эффективного результата разработки ПИ интерфейса используют различные подходы к проектированию:

1. *Подход, ориентированный на пользователя (User Centered)* — основным содержанием этого подхода является ориентация на пользователя, т. е. в первую очередь необходимо узнать, что хочет пользователь получить от проектируемого интерфейса. Далее в процессе проектирования полученные требования реализуются в продукте. При сборе информации используются методы наблюдения за работой пользователя, проводятся интервью.

2. *Системный подход (System)*. Пользователь рассматривается как маленькая интеллектуальная часть системы «человек – программный продукт».

3. *Деятельностный подход (Activity Centered)*. Изучается деятельность пользователя в целом, и постепенно оптимизируются её отдельные моменты.

4. *Итеративный подход (Agile)* — метод последовательных приближений. Суть итеративного подхода заключается в создании изначально самого простейшего прототипа с целью показать заказчику и затем постепенно дорабатывать прототип, основываясь на реакции заказчика после каждого шага доработки.

5. *Экспертный подход (Genius)*. Заключается в следующем: эксперт собирает важную, по его мнению, информацию, ведёт переговоры с заказчиком, задаёт нужные вопросы. На основе полученной информации создаётся интерфейс.

6. *Целеориентированный подход* проектирования (*Goal Centered Design*). Разработка интерфейса ориентируется на цель, которая будет достигаться данным программным продуктом.

7. *Средоориентированный подход*. Разрабатывается среда интерфейса как место деятельности оператора.

При разработке интерфейса целесообразно гибко пользоваться указанными подходами, учитывая при выборе методов: назначение разрабатываемого продукта, целевую аудиторию, время и бюджет разработки.

4.1. Этапы эргономического проектирования интерфейса

Проектирование интерфейса представляет собой довольно сложный и многоэтапный процесс, каждый этап которого состоит в свою очередь из отдельных ступеней. В общем случае весь процесс можно представить в виде четырёх этапов (Рис. 10), направленных на решение основной задачи – обеспечить оптимальное взаимодействие пользователя с системой.

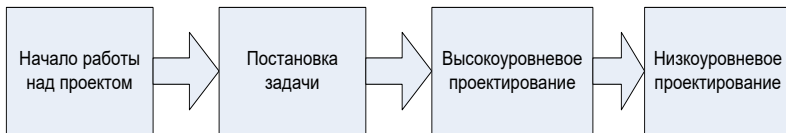


Рис. 10. Этапы эргономического проектирования пользовательского интерфейса

При решении данной задачи нельзя рассматривать составляющие её части отдельно друг от друга. В системе “человек – машина” главным звеном является человек, а система, являясь подчиненным звеном, должна реагировать на его действия, а не наоборот. В связи с данным положением, возникает задача *проектирования опыта взаимодействия*.

Проектирование опыта взаимодействия или проектирование взаимодействия — это новая область научно-практической деятельности, которая в последние годы выделяется как самостоятельная дисциплина, сосредоточенная на проектировании поведения пользователя продукта.

Проектирование взаимодействия — это описание возможного поведения пользователя и определение того, как система будет реагировать на его поведение, и приспосабливаться к нему.

Потребовалось немало времени, прежде чем разработчики пришли к мысли, что нужно перейти от разработки программного обеспечения, хорошо работающего с точки зрения машины, к созданию программ, хорошо работающих с точки зрения человека.

Проектирование взаимодействия касается не столько эстетических аспектов, сколько понимания потребностей пользователей и принципов их познавательной деятельности. Форма и эстетическая привлекательность продукта должны работать в гармоничной связке при достижении

целей пользователей посредством правильно спроектированного поведения продукта.

Именно опыт взаимодействия с программным продуктом формирует у пользователя впечатление о товарах или услугах, предлагаемых компанией, именно опыт взаимодействия отличает компанию от её конкурентов, определяет – будет ли пользователь в дальнейшем работать с нашим продуктом или предпочтёт конкурента.

Положительный опыт взаимодействия является результатом множества крупных и мелких проектных решений о том, как продукт выглядит, как себя ведёт, и какие действия позволяет совершать пользователям. Эти решения, опирающиеся друг на друга, формируют опыт взаимодействия и влияют на все его аспекты.

С переходом на каждый последующий уровень вопросы, на которые разработчики ищут ответы, становятся всё более конкретными. На нижнем уровне мало кто думает об окончательном внешнем виде продукта. Волнует лишь то, насколько разрабатываемый продукт впишется в стратегию проектирования, при этом удовлетворяя потребности пользователей. От этапа к этапу (уровня к уровню) решения становятся более конкретными и обретают новую степень детализации.

Каждый уровень зависит от уровней, расположенных ниже: поверхность зависит от компоновки, которая зависит от структуры, которая зависит от набора возможностей, которые в свою очередь зависят от стратегии.

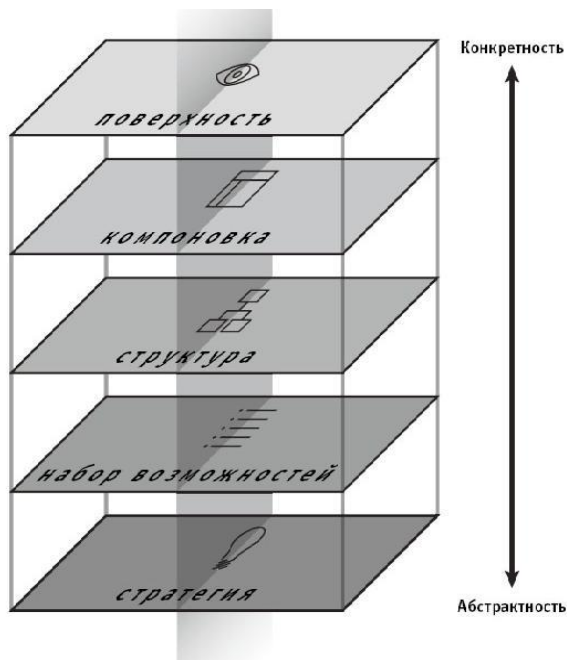


Рис. 11. Основные уровни проектирования взаимодействия

Данный подход представлен в виде этапов (Рис. 11). Обобщая всё вышесказанное, рассмотрим каждый из них более детально.

4.2. Начало работ над проектом

На этом этапе определяются объёмы работ, планируются затраты и т. п. Длительность этого этапа, как правило, не превышает 5–8% от общего времени разработки. Для адекватной оценки ресурсов (времени, денег, количества специалистов) требуемых для разработки (переработки) интерфейса, необходимо хорошо представлять себе объём информации, с которой следует ознакомиться. К ней относится информация о предметной области и прототипах. Она получается из литературных источников и

опросов экспертов. Результатом этой работы является количественная оценка ресурсоёмкости проекта.

Чтобы предлагать адекватные интерфейсные решения, необходимо иметь ясное представление о предметной области системы. Предметная область изучается по литературе, кроме того, весьма полезны беседы с опытными пользователями, другими сотрудниками (экспертами) для выяснения всех деталей и характеристик предметной области. Вместе с «жалобами» заказчика на текущую версию системы результаты этого этапа составляют основное содержание работы над проектом (экспертная оценка часто обнаруживает проблемы, которые заказчику не видны, маскируясь под другими). Проблемы, выявленные на данном этапе, должны быть решены в новом интерфейсе. Удачные решения желательно сохранить, чтобы имеющимся пользователям не пришлось переучиваться (и чтобы сократить затраты на переделку). По сути, этот этап завершается созданием перечня удачных и неудачных интерфейсных решений (основное внимание уделяется решениям неудачным). На этом этапе проводится юзабилити тестирование текущей версии интерфейса, и составляются краткие протоколы и перечень выводов исследования.

4.3. Постановка задачи. Сбор информации о разрабатываемом продукте

На этой стадии анализируют данные о пользователях, формализуется функциональность и определяются критерии оценки проекта.

Залогом успешного проектирования пользовательского интерфейса является наличие наиболее полной информации об аудитории пользователей: их целях, задачах, предпочтениях, привычках и представлениях, и о заказчиках. Чем более полная информация о продукте будет собрана и передана проектировщикам, тем более чёткое и правильное представление о его качествах будет у них

сформировано и, соответственно, тем эффективнее будет проходить процесс разработки на всех последующих стадиях.

Данные о пользователях и о проекте должны содержать следующие позиции:

- характеристики пользователей: их опыт работы с компьютером, знание предметной области, мотивы, размер/важность групп пользователей, примеры (типичные ситуации) использования;
- цели и задачи пользователей;
- задачи проекта: что послужило причиной создания проекта, этапы создания проекта, какие результаты должны быть получены, какая информация необходима и когда;
- технология разработки и платформа, на которой будут работать пользователи;
- среда, в которой будет создаваться и использоваться проект (программная, физическая, рыночная, организационная и культурная).

Эта работа предполагает доступ к имеющимся и потенциальным пользователям системы, экспертам и проектной документации. На этом этапе разрабатываются пользовательские профили, модели пользователей. Обязательно должна присутствовать информация о субъективных ожиданиях пользователей системы. Без этого трудно или невозможно предугадать отношение пользователей к будущей системе. Поэтому должны быть описаны свойства, которым должен отвечать интерфейс для повышения субъективного удовлетворения, приведён перечень значимых для пользователей характеристик системы. Завершается эта часть работы описанием среды, в которой используется система, и основных характеристик ПИ. Характеристики ПИ отражаются в версии прототипа ПИ, которая на данном этапе будет, скорее всего, бумажной. Проводится юзабилити тестирование этой версии прототипа, и определяются скорость работы, количество человеческих оши-

бок, скорость обучения, субъективная удовлетворенность пользователей и т. д.

Иными словами, на данном этапе конкретизируются действительные цели проектирования нового интерфейса.

Необходимо чётко понимать, что пользователям не нужны инструменты сами по себе, нужны лишь результаты их работы. Никому не нужна программа обработки изображений — нужны уже обработанные изображения. Это значит, что пользователям просто нужно средство, делающее возможным выполнять определенную работу, достигнуть требуемого результата.

Формализация действий пользователей начинается с описания различных типовых сценариев. Для этого формализуются данные, необходимые пользователям для выполнения работы, последовательность самой работы, критерии завершенности этой работы. В результате должно появиться словесное описание взаимодействия пользователя с системой, не конкретизируя, как именно проходит взаимодействие, но уделяя возможно большее внимание всем целям пользователей. Количество сценариев может быть произвольным, главное, что они должны включать все типы задач, стоящих перед системой, и быть сколь угодно реалистичными. Сценарии очень удобно различать по имени существующих в них вымышленных персонажей.

Необходимо также на этом этапе проанализировать интерфейсы конкурирующих систем. Большая часть пользователей любой системы обладают навыками использования нескольких конкурирующих систем; если разрабатываемый интерфейс полностью отличен от конкурентов, то пользователям придется переучиваться. Кроме того, конкурирующие системы часто содержат эффективные решения, которые полезно перенять (или, по меньшей мере, учесть при проектировании интерфейса). Как и в случае экспертной оценки текущего интерфейса системы, отчет по выполнению этого этапа работ содержит перечень удачных и неудачных интерфейсных решений, фокусируясь более на удачных решениях.

Рассмотрим основные способы сбора нужной в процессе разработки пользовательского интерфейса информации.

4.4. Исследование целевой аудитории

Оценивать результат проектирования в конечном итоге следует исходя из того, насколько успешно он отвечает требованиям пользователей и компании — инициатора разработки. Если у проектировщика нет ясного представления о пользователях, для которых выполняется проектирование, если у него отсутствует понимание имеющихся ограничений, организационных задач и бизнес целей, которые являются движущей силой разработки, то шансов на хороший результат очень мало — неважно, насколько при этом хороши навыки и творческие способности проектировщика.

Наиболее популярные методы сбора данных используют количественные методы. Эта группа методов даёт ответ на вопрос “Сколько?”, а информация, получаемая в результате применения количественных методов, обрабатывается с использованием статистических методов анализа. Типичный результат использования количественных методов сбора информации — получение процентного распределения, какая часть выборки потребляет тот или иной продукт, знает данную марку, алгоритмы использования, свойства продукта и т. п.

В основе методик количественных исследований лежат чёткие математические и статистические модели, что позволяет в результате иметь не мнения и предположения, а точные количественные (числовые) значения изучаемых показателей. Особенность этой группы методов заключается в их высокой степени формализованности. Используемый инструментарий состоит из переменных, заданных исследователем заранее, он достаточно «жёсткий» и практически не меняется в рамках проекта. Высокая степень формализации количественных методик соче-

тается с их ориентацией на массовый сбор первичных данных и их статистическую обработку. При использовании количественных методов сбора информации исходной позицией является выборочная совокупность (выборка) и принцип репрезентативности.

Вместе с тем необходимо отметить, что настоящего понимания в изучаемых областях невозможно достичь, изучая только многочисленные отчёты, полученные в результате количественных исследований, хотя для ответов на другие вопросы эти данные могут оказаться крайне важными. Глубокое знание вопроса можно получить, лишь дополнив количественные данные качественными моделями и интерпретациями. Существует много видов качественных исследований, и каждое из них может сыграть важную роль в формировании общей картины проектируемого продукта.

4.4.1. Качественные исследования

Качественные методы сбора данных позволяют получить информацию, которая отвечает на вопрос “Почему?” и не может быть обработана при помощи статистических методов анализа. Иными словами, из информации, собранной с использованием какого-либо из качественных методов, нельзя вывести какие-либо проценты и распределения, она позволяет лишь понять различные факторы и мотивы определенных действий, выявить модели поведения и т. п. Качественные (неформализованные) методы ориентированы не на массовый сбор данных, а на достижение углубленного понимания исследуемых явлений. Отсутствие формализации делает невозможным массовый охват обследуемых объектов, в результате чего число единиц обследования часто снижаются до минимума. Отказ от широты охвата компенсируется “глубиной” исследования, т. е. детальным изучением явления в его целостности и непосредственной взаимосвязи с другими явлениями.

Качественные исследования позволяют получить глубокую, развернутую информацию о предмете исследования. В отличие от количественных, качественные исследования фокусируются не на статистических измерениях, а опираются на понимание, объяснение и интерпретацию эмпирических данных и являются источником формирования гипотез и продуктивных идей. В качественных исследованиях широко используются проективные и стимулирующие техники – неструктурированные, не директивные способы задавать вопросы, которые помогают исследователю раскрыть мотивы, верования, установки, отношения, предпочтения, ценности, степень удовлетворенности, проблемы респондентов и прочее относительно разрабатываемого продукта или брендов. Проективные техники способствуют преодолению таких трудностей коммуникации, как вербализация чувств, отношений и т. п., а также выявлению латентных мотивов, неявных установок, вытесняемых чувств.

Качественные исследования помогают понять предметную область, контекст и ограничения продукта, более действенным способом, чем количественные исследования. Они также помогают выявить шаблоны поведения потенциальных пользователей продукта быстрее и проще по сравнению с количественными методами. Качественные методы позволяют изучить:

- поведение, взгляды, склонности потенциальных пользователей продукта;
- предметную область – технический, экологический, и деловой контексты разрабатываемого продукта;
- используемый лексикон и прочие социальные аспекты предметной области;
- способы применения существующих продуктов.

Качественные исследования способствуют ходу проектирования, поскольку:

- обеспечивают доверие и уважение к команде проектировщиков;

- объединяют команду общим для всех пониманием особенностей предметной области и проблем пользователей;

- дают руководителям возможность принимать решения по тем или иным вопросам проектирования продукта на основе данных – вместо догадок и личных предпочтений.

Значение качественных исследований не ограничивается поддержкой процесса проектирования. Время, потраченное на подробное изучение пользовательской аудитории, способно принести плоды в виде важных для бизнеса решений, к которым невозможно прийти средствами традиционных исследований рынка.

4.4.2. Методы качественных исследований

Существует множество методов и приёмов проведения качественных исследований, но сосредоточим внимание на методиках, которые хорошо зарекомендовали себя в международной практике разработки пользовательских интерфейсов в течение последних десяти лет.

Перечень основных методов качественных исследований:

- интервьюирование заинтересованных лиц;
- интервьюирование экспертов в предметной области (ЭПО);
- интервьюирование пользователей и покупателей;
- наблюдение за пользователями;
- обзор литературы;
- аудит продукта/прототипа и конкурирующих решений.

Интервьюирование заинтересованных лиц

Перед проектированием любого нового продукта должно проводиться исследование, с помощью которого получают представление о техническом окружении и бизнес контексте продукта. Практически всегда продукт проектируется для достижения одной или нескольких кон-

кретных бизнес-целей. Обязанность проектировщиков — создавать решения, не теряя из виду это бизнес цели, и поэтому крайне важно, чтобы команда проектировщиков начинала работу с изучения возможностей и ограничений, стоящих за краткой спецификацией проекта.

В общем случае *заинтересованное лицо* — это любой человек, обладающий полномочиями в отношении проектируемого продукта или несущий ответственность за какой-либо его аспект. Говоря более конкретно, заинтересованные лица — это ключевые члены организации, иницирующей работы по проекту; как правило, в этот круг входят высшие должностные лица, менеджеры и представители отделов разработки, производства, маркетинга, юзабилити, дизайна.

Интервьюирование заинтересованных лиц должно проводиться до начала любых исследований пользовательской аудитории, поскольку возникающие обсуждения нередко задают способы проведения пользовательских исследований. Обычно более эффективно интервьюировать заинтересованных лиц поодиночке, а не в группах, объединяющих несколько отделов.

От заинтересованных лиц важно получить информацию по следующим вопросам:

- предварительное видение продукта;
- бюджет и график проекта;
- технические возможности и ограничения;
- потребности бизнеса;
- представления заинтересованных лиц о пользователях.

Обсуждение этих тем важно для выработки общего языка и взаимопонимания между группами проектировщиков, руководителей и разработчиков. Работа проектировщика — создать видение продукта, в которое верит вся команда. Участники проекта вряд ли увидят в предлагаемых решениях отражение своей системы ценностей, если не потратить достаточное время на то, чтобы понять их взгляды.

Интервьюирование экспертов в предметной области (ЭПО)

На ранних стадиях проектирования неопределимый вклад даёт выявление и интервьюирование нескольких экспертов в предметной области — людей, сведущих в предметной области, на которую ориентирован проектируемый продукт. Как и заинтересованные лица, ЭПО способны представить продукт и его пользователей под интересным углом зрения, однако проектировщикам следует проявлять осторожность и понимать, что точка зрения ЭПО в определенном смысле искажена.

Интервьюирование заказчиков

Заказчики — это лица, принимающие решение о приобретении продукта. Заказчиками зачастую оказывается не конкретный пользователь, а кто-либо из руководства компании или соответствующий менеджер, имеющий свои цели и потребности, отличные от пользовательских. Чтобы сделать продукт жизнеспособным, важно понимать заказчиков и их цели. Не менее важно осознавать, что заказчики редко сами пользуются продуктом, а когда все же делают это, то совсем не так, как пользователи.

В интервью с заказчиками необходимо понять:

- каковы их цели в контексте приобретения продукта;
- что их не устраивает в существующих решениях;
- каков процесс принятия решений при покупке продуктов подобных проектируемому продукту.
- их роль в установке, обслуживании и управлении продуктом.
- проблемы предметной области и особенности используемой терминологии.

Интервьюирование пользователей

Пользователи продукта в процессе проектирования должны находиться в центре внимания. Именно эти люди лично пытаются добиться каких-либо результатов с помощью продукта. При перепроектировке или улучшении существующего продукта, важно общаться не только с ны-

нешними, но и с потенциальными пользователями, то есть с людьми, которые пока не пользуются продуктом, однако являются хорошими кандидатами на его использование в будущем, поскольку имеют потребности, удовлетворяемые продуктом, и входят в его целевую аудиторию. Интервьюирование обеих категорий позволяет выявить влияние, которое оказывает на поведение и образ мысли пользователя опыт работы с существующей версией продукта.

Проектировщики заинтересованы в том, чтобы получить от пользователей следующую информацию:

- контекст интеграции продукта в жизнь или рабочий процесс пользователей – когда, почему и каким образом применяется продукт;
- уровень осведомленности в предметной области с точки зрения пользователя – что необходимо знать пользователю, чтобы использовать предлагаемый продукт в процессе своей работы;
- существующие задачи и виды деятельности – как те, которые выполняются при помощи данного продукта, так и те, которые не поддерживаются им;
- цели и мотивы использования продукта;
- ментальная модель – как пользователи думают о своей работе и деятельности, а также чего они ожидают от продукта;
- проблемы и сложности при работе с продуктом.

Наблюдение за пользователями

Большинство людей не способны точно описать собственное поведение, особенно когда находятся в контексте своей деятельности. Также многие люди, из-за боязни показаться некомпетентными или невежливыми избегают обсуждать поведение программ, которое кажется им проблемным и непонятым. Из этого следует, что интервью, проводимое вне контекста ситуации, которую стремится понять проектировщик, даст менее полные и менее точные данные. Можно обсудить с пользователями их представление о собственном поведении, а можно непосред-

ственно наблюдать это поведение. Второй вариант даёт лучшие результаты.

Для фиксации того, что говорят и делают пользователи, многие специалисты применяют технические средства, такие как аудио- и видеозапись. Следует проявлять осторожность и не пользоваться такими устройствами слишком бесцеремонно по отношению к пользователям, в противном случае они будут отвлекаться и вести себя не так, как в отсутствие записывающих устройств.

Обзор литературы

Параллельно с интервьюированием заинтересованных лиц команде проектировщиков следует изучить какую-либо литературу, касающуюся продукта или его предметной области. Сюда могут и должны быть включены маркетинговые планы, стратегия бренда, исследования рынка, опросы пользователей, технические спецификации и информационные материалы, статьи в деловых и технических журналах, связанных с предметной областью, сравнительный анализ конкурентных решений и т. п.

Команда проектировщиков должна собрать эту литературу и использовать её как основу для формирования списка вопросов к заинтересованным лицам и ЭПО, а затем в качестве источника дополнительных данных о предметной области и терминологии, а также для сравнения с уже собранными данными о пользователях.

Прочие виды исследований. Фокус-группы

В последнее время особенно популярен метод сбора пользовательских данных посредством фокус-групп, в котором группа пользователей, отобранных из репрезентативной выборки по заранее выявленным демографическим параметрам, собирается в одной комнате и отвечает на структурированный набор вопросов или выбирает ответы из предложенных вариантов. Встреча записывается на диктофон или видеокамеру для последующего анализа. Фокус-группы – это стандартный приём в маркетинге традиционных продуктов. Они полезны для оценки непосредственных реакций на форму продукта, его внешний вид

или технический дизайн. Фокус-группы также позволяют оценивать реакции на продукт, которым респонденты уже пользовались в течение определенного времени.

Метод фокус-групп во многих случаях малоприменим в качестве инструмента проектирования. Фокус-группы хороши, когда нужно получить информацию о продуктах, которыми люди владеют или желали бы приобрести, но не очень подходят для сбора данных о том, что люди делают с этими продуктами, а также как и почему они это делают. Кроме того, фокус-группы в силу своей коллективной природы имеют свойство приходить к консенсусу: мнением группы становится мнение, высказанное большинством или озвученное громче других. Это в корне противоречит сути процесса проектирования, поскольку проектировщикам необходимо уловить все особенности поведения, чтобы учесть их при разработке продукта. Фокус-группы, как правило, выхолащивают то разнообразие поведения и мнений, которое как раз и должны приниматься в расчёт проектировщиками.

4.5. Высокоуровневое проектирование

Схематично работу на данном этапе можно представить, как показано на Рис. 12, в виде трёх взаимосвязанных блоков.

Основной задачей разработки является преобразование потребностей потенциальных пользователей и целей конечного продукта в конкретные требования к контенту и функциональности разрабатываемого продукта.

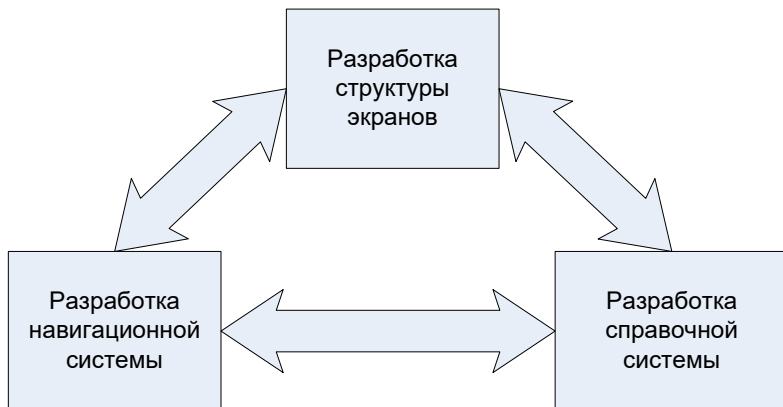


Рис. 12. Этапы высокоуровневого проектирования

Точное описание набора возможностей разрабатываемого объекта позволит всем участникам проекта сформировать более точное представление конечного результата, а также поможет эффективнее распределить обязанности между всеми участниками процесса разработки.

На уровне набора возможностей осуществляется переход от абстрактного вопроса: “Зачем мы делаем этот продукт?” к новому вопросу: “Что мы собираемся создать?”

На этапе разработки набора возможностей следует выделить два основных направления:

1. Функциональная спецификация. Документ, содержащий требования по функциональности разрабатываемого продукта.

2. Требования к контенту.

Функциональная спецификация — документ, который включает в себе информацию о том, как будет работать продукт с точки зрения пользователя.

Функциональная спецификация обычно содержит в себе:

1. Сценарии пользователей.
2. Краткий обзор разрабатываемого продукта.

3. Набор возможностей продукта.

4. Перечень того, что не должен содержать продукт.

Необходимо помнить о том, что функциональная спецификация должна быть доступна всем участникам процесса разработки, и по мере продвижения процесса, она может корректироваться в связи с выявлением новых значимых возможностей и особенностей разрабатываемого продукта.

Первым шагом при создании функциональной спецификации является написание сценариев пользователей.

Сценарий пользователя — краткое, простое описание того, как пользователь пытается удовлетворить потребности с помощью разрабатываемого продукта. Представив процедуру, через которую могли бы пройти потенциальные пользователи, можно более точно выработать требования к программному продукту.

Сценарии создаются на основе информации, собранной в ходе определения проекта. Обычно в ходе интервью и непосредственного наблюдения за пользователями удается много узнать об их задачах. Цели стабильны и неизменны, задачи же неустойчивы, подвержены изменениям и часто оказываются ненужными в компьютеризованных системах. В процессе разработки сценариев следует находить и вычеркивать задачи, существование которых обусловлено лишь исторической необходимостью.

Эффективность сценария определяется в большей степени его охватом, чем глубиной. Иначе говоря, важнее, чтобы сценарий описывал процесс от начала до конца, чем чтобы он описывал каждый шаг в исчерпывающих подробностях.

Важно развивать лишь те сценарии, которые позволяют продвигаться вперёд в процессе проектирования. Достаточно разработать лишь два вида сценариев, хотя сценариев каждого вида может быть и несколько.

На основе выявленных сценариев работы осуществляется *разработка структуры экранов*, т. е. определяется количество экранов, функциональность каждого из них,

навигационные связи между ними, формируется структура меню и других навигационных элементов.

По сути, на этом этапе выделяются отдельные функциональные блоки. Под функциональными блоками будем понимать функцию или группу функций, связанных по назначению или области применения – в случае программы, и группу функций/фрагментов информационного наполнения – в случае сайта.

Существует три основных вида связи между блоками:

- логическая связь;
- связь по представлению пользователей;
- процессуальная связь.

Логическая связь определяет взаимодействие между фрагментами системы с точки зрения разработчика. Полученные связи очень существенно влияют на навигацию в пределах системы (особенно когда система многооконная). Поэтому, чтобы не перегружать интерфейс, стоит избегать как слишком уж отдельных блоков (их трудно найти), так и блоков, связанных с большим количеством других.

Связь по представлению пользователей важна, потому что пользователи имеют своё мнение о системе, и это мнение должно быть отражено в интерфейсе. Известно, что самый распространенный способ поиска, а именно поиск по классификации признаков, работает только в том случае, когда пользователи согласны с принципами этой классификации. Многие понятия не могут быть достаточно чётко классифицированы из-за большого количества значимых признаков. Кроме того, проблема состоит в том, что субъективный классификационный признак может отличаться от общепринятого. Из этой ситуации существует простой выход – способ *карточной сортировки*. Все понятия, которые требуется классифицировать, пишутся на карточках из расчета “одно понятие – одна карточка”. После чего группе пользователей из целевой аудитории предлагается рассортировать эти карточки (при этом каждый субъект получает свой набор карточек). Получившие-

ся стопки из карточек нужно разобрать на составляющие и свести результаты от разных субъектов в один способ классификации.

Процессуальная связь описывает взаимодействие, не обязательно логичное, но естественное для процесса. Установление процессуальной связи обычно довольно трудная задача, поскольку единственным источником информации является наблюдение за пользователем. В то же время установление такой связи дело исключительно полезное. Жёстко заданная связь позволяет также уменьшить количество ошибок.

На основе разработанной структуры экранов на этом этапе выбирается наиболее адекватная *навигационная система* и разрабатывается её детальный интерфейс. Навигационная система показывает механизм распределения функций и задач между окнами программы. Навигационная система основывается на информационной архитектуре и связана с созданием организационных и навигационных схем, обеспечивающих экономичное и эффективное перемещение, как между различными задачами, так и внутри отдельной задачи. Информационная архитектура имеет прямое отношение к вопросам информационного поиска – проектированию систем, позволяющих пользователям легко находить нужную информацию. Однако архитектура *web*-сайтов, как отдельного вида информационных систем, часто призвана решать более широкие задачи, чем просто помощь в поиске информации: во многих случаях сайтам приходится обучать, информировать и убеждать пользователей.

Обычно решение задач информационной архитектуры требует создания классификационных схем, соответствующих целям разрабатываемого продукта, потребностям пользователей и его контенту. Существует два подхода к разработке такой классификации: нисходящий и восходящий.

Нисходящий подход к созданию информационной архитектуры заключается в её построении непосредствен-

но на основе целей продукта и потребностей пользователей. Начиная с самых общих категорий будущего контента и функциональных возможностей, необходимых для достижения этих стратегических целей, проводится логическое разбиение категорий на подкатегории. Получившаяся иерархическая структура служит пустой оболочкой для контента и функциональности.

Восходящий подход к построению информационной архитектуры также состоит в выделении категорий и подкатегорий, но при этом в основу ложится анализ контента и функциональных требований. Начиная с имеющегося исходного материала, группируются элементы в категории низшего уровня, а эти категории – в более крупные, чтобы выстроить структуру, отражающую цели проектируемого продукта и потребности пользователей.

Для достижения наиболее эффективного результата целесообразно достичь баланса между нисходящим и восходящим подходами.

Структура разрабатываемого программного продукта, как и весь опыт взаимодействия в целом, опираются на понимание его целей и потребностей пользователей. Если изменились цели, которых собирались достичь разработчики с помощью данного ПО, или потребности пользователей, которые мы стремились удовлетворить, следует быть готовым к соответствующей переработке структуры.

Организационные принципы, которым следуют на верхних уровнях, тесно связаны с целями разрабатываемого продукта и потребностями пользователей. На более низких уровнях архитектуры, применяемые организационные принципы в большей степени подвержены влиянию специфики контента и функциональности.

Определить основные разделы будущего продукта помогают такие способы исследования пользовательской аудитории как: анализ задач, создание персонажей и сценариев пользователей. Когда основные разделы определены, следующим важным этапом идет разработка иерархии и наполнение основных разделов проектируемого ПО.

Результаты данного этапа обязательно отражаются в презентационных, а возможно, и в псевдореальных версиях прототипа, по которым и проводится юзабилити-тестирование. В соответствии с результатами последнего осуществляются корректировки ПИ.

Интуитивно понятная навигация и положительные ощущения пользователя обусловлены не чем иным, как правильным расположением и представлением информации.

Структура *справочной системы* должна не просто описывать интерфейс, но и помогать пользователю решать его задачи. После разработки структуры экранов и навигации по ним составление соответствующей справочной системы обычно не вызывает трудностей.

4.6. Низкоуровневое проектирование

Низкоуровневое проектирование заключается в детальной проработке поставленных задач и в проверке качества разработанных решений (рис. 13).

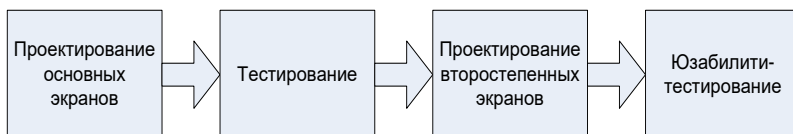


Рис. 13. Этапы низкоуровневого проектирования

Концептуальная структура придает грубую форму массе требований, которые возникают из наших стратегических целей. На уровне компоновки проводится дальнейшее уточнение этой структуры, выделяя специфические аспекты дизайна интерфейса и навигации, а также информационного дизайна, которые сделают неосязаемую структуру вполне конкретной.

Этап разработки структуры определяет, как будет работать разрабатываемый продукт. На этапе компоновки

определяется форма, которую примет эта функциональность. Кроме конкретизации представления информации, на этапе компоновки осуществляется переход к вопросам, принципиально требующим более глубокой детализации. Если на уровне структуры оперируют крупномасштабными понятиями архитектуры и взаимодействия, то на уровне компоновки рассмотрение сконцентрировано практически исключительно на отдельных страницах и составных частях.

При *проектировании основных экранов* производится полное описание их интерфейса (без обработки исключительных ситуаций), организация информации на экранах. К отчёту прилагаются макеты экранов с описаниями функциональности каждого интерфейсного элемента. Разрабатывается презентационный или псевдореальный прототип ПИ, а в конце этого этапа прототип вполне может быть и реальным. При юзабилити-тестировании на основе критериев оценки ПИ и сценариев действий пользователей разрабатываются тестовые задания, которые выполняются пользователями на прототипе с фиксацией всех значимых характеристик деятельности (таких, как производительность труда, количество человеческих ошибок). После этого выполняется подсчет соответствующих показателей и сравнение их с заданными (или желаемыми). На основании полученных данных интерфейс либо дорабатывается, либо считается разработанным. К *второстепенным экранам* относятся диалоговые окна и всевозможные сообщения. Их интерфейс полностью описывается, равно как описываются и исключительные ситуации, влияющие на интерфейс. При финальном юзабилити-тестировании на какой-то версии прототипа разрабатываются и выполняются тестовые задания, оставшиеся после предварительного тестирования. На основании полученных данных интерфейс либо дорабатывается, либо считается разработанным, т. е. это итерационная процедура (как и юзабилити-тестирование в целом).



5. ЮЗАБИЛИТИ-ТЕСТИРОВАНИЕ ВНУТРИКАБИННЫХ ИНТЕФЕЙСОВ

5.1. Основные понятия

Юзабилити-тестирование — это набор методов, позволяющих измерить характеристики взаимодействия пользователя с продуктом с целью оценки уровня пользовательских свойств продукта. Как правило, в ходе юзабилити-тестирования изучается, насколько хорошо пользователи выполняют конкретные стандартные задачи и с какими проблемами они при этом сталкиваются. Результаты такого тестирования часто помогают выявить как проблемы, затрудняющие понимание и использование продукта, так и удачные решения.

Для проведения юзабилити-тестирования требуется, чтобы предмет тестирования обладал относительной завершенностью и внутренней согласованностью. Смысл тестирования состоит в проверке качества интерфейса продукта – независимого от того, тестируется ли готовое про-

граммное обеспечение, минимально функциональный макет или же вовсе бумажный прототип. Следовательно, юзабилити-тестирование должно проводиться на поздних стадиях цикла проектирования, когда уже существует связанная концепция и имеется достаточное число деталей, чтобы можно было создать такого рода макет или прототип.

Можно привести определенные доводы в пользу уместности юзабилити-тестирования на ранних стадиях переработки интерфейса существующего продукта. В ряде проектов эта методика позволяет выявить стороны продукта, нуждающиеся в улучшении. Однако, крупные недостатки продукта можно обнаружить посредством *качественных исследований*, и, если бюджет проекта не позволяет выполнить более одного юзабилити-тестирования, то полезнее использовать его как средство проверки конкретных элементов нового дизайна, когда будет готово решение – кандидат версия.

Поскольку результаты пользовательского тестирования обычно измеримы и поддаются количественному выражению, юзабилити исследования продукта особенно ценны при сравнении конкретных вариантов дизайна с целью отбора наиболее эффективного решения. Собранные в ходе юзабилити-тестирования отзывы потребителей наиболее полезны в случае, когда планируется проверить либо усовершенствовать механизмы взаимодействия или форму и реализацию определенных элементов продукта.

Юзабилити-тестирование особенно эффективно при оценке следующих элементов и атрибутов продукта:

- *Наименование*

Осмысленны ли названия разделов и подписи на кнопках? Возможно, какие-то из этих слов воспринимаются легче, чем другие?

- *Архитектура*

Осмысленно ли информация разбита на категории? Расположены ли информационные элементы в тех местах, где их ожидают найти потребители?

- *Первое знакомство и доступность*

Легко ли новые пользователи находят базовые элементы интерфейса? Понятны ли инструкции? Есть ли в них необходимость?

- *Эффективность*

Могут ли потребители эффективно решать конкретные задачи? Ошибаются ли они? При выполнении каких шагов? Как часто?

Из вышесказанного видно, что юзабилити-тестирование сосредоточено преимущественно на оценке первого опыта использования продукта. Зачастую очень сложно и всегда трудоемко измерять эффективность решения при многократном использовании продукта. Мешают эффекты обучения пользователя и влияние старого опыта. Один из методов преодоления этих трудностей носит название *дневниковые исследования*: испытуемые ведут дневники с подробными записями о своём взаимодействии с продуктом.

Наконец, при проведении юзабилити-тестирования следует убедиться, что вы тестируете то, что можно измерить, что тестирование выстроено корректно, что результаты будут полезны для выявления проблем проектирования и у вас есть ресурсы, необходимые для исправления этих проблем.

В ходе проектирования взаимодействия зачастую бывает желательно оценить, насколько качественными являются те решения, которые появились на свет. Для этого требуется выйти за пределы персонажей и проверочных сценариев и предложить решения реальным пользователям. Делать это следует тогда, когда решение обрело достаточную степень детализации, чтобы пользователи могли реагировать на него как на что-то вполне конкретное, но при этом есть еще достаточно времени, чтобы внести исправления исходя из результатов тестирования.

Юзабилити тесты и сеансы, направленные на получение отзывов пользователей, хорошо подходят для выявления крупных проблем с инфраструктурой взаимодей-

ствия и для улучшения таких вещей, как надписи на кнопках, порядок и приоритет действий. Они также важны для настройки, например, таких аспектов поведения, как скорость прокрутки экрана в качестве реакции на поворот ручки управления. К сожалению, сложно создать тест, оценивающий что-либо, кроме простоты освоения решения новичками. Существует ряд методов для оценки удобства продукта в использовании средним пользователем или экспертом, но такие методы отнимают много времени и дают в лучшем случае не очень точные результаты.

Есть множество способов проверить интерфейс на реальных пользователях. Их диапазон широк – от неформальных сеансов обратной связи, когда поясняются идеи и выслушиваются соображения пользователя, до более строгого *юзабилити-тестирования*. Каждый подход имеет свои преимущества. Более неформальные методы могут применяться спонтанно и требуют меньшей подготовки. Минус такого подхода в том, что проектировщик часто оказывается виновен в “подсказках свидетелю”. В целом подход сеансов обратной связи приемлем для технической аудитории, которая способна домысливать немногочисленные рисунки, представляющие интерфейс продукта. Он может быть достойной альтернативой юзабилити-тесту, если у команды проектировщиков нет времени для формального юзабилити-тестирования.

Если же времени достаточно, необходимо отдать предпочтение более формальному методу юзабилити-тестированию. Юзабилити тесты определяют, насколько хорошо найденное решение позволяет пользователям решать свои задачи. Если область тестирования достаточно широка, вы узнаете также, насколько хорошо решение помогает пользователям в достижении конечных целей.

Юзабилити-тестирование по сути своей есть средство анализа, а не синтеза. Оно служит для оценки эффективности существующих идей в качестве инструмента их улучшения, а не для изучения свойств пользователя. Изу-

чение пользовательской аудитории должно проводиться до генерации идей, а юзабилити-тестирование после.

Более того, известно, что когда проектные ограничения заставляют выбирать между этнографическими исследованиями и юзабилити-тестированием, то время, потраченное на исследования, даёт больше возможностей для создания привлекательного продукта. Точно так же, если время и бюджет ограничены, то время, потраченное на проектирование, имеет большую ценность, нежели тестирование. Лучше проводить больше времени, принимая взвешенные, основанные на серьёзном исследовательском фундаменте решения в области проектирования, чем тестировать сырые решения, не пользуясь преимуществами прозрачных и удобных моделей пользователей, их потребностей и целей.

5.2. Полное и промежуточное тестирование

Различают *полное тестирование*, когда тестируются завершённые продукты, и *промежуточное тестирование*, проводимое в ходе проектирования как часть итерационного процесса. Это важное различие.

Полное тестирование применяется для сравнения продуктов, для выявления проблем перед перепроектированием, для расследования причин возвратов продукта и определения источника запросов на обучение и поддержку. Общие исследования, как правило, проводятся независимыми профессионалами и подробно документируются. В некоторых случаях, особенно при конкурентном анализе, общие исследования строятся таким образом, чтобы получить количественные данные, которые можно проверить на статистическую значимость.

К сожалению, полное тестирование часто используется в составе процесса обеспечения качества ближе к завершению разработки. В этот момент уже обычно слишком поздно вносить осмысленные изменения в проектные решения: поезд ушёл. Оценку пользовательского интер-

фейса следует проводить до того, как начнется создание кода (или, по крайней мере, достаточно рано, чтобы было время изменить реализацию сообразно внесенным дополнениям). Однако если требуется убедить заинтересованных лиц или программистов в том, что проблема юзабилити в имеющемся продукте явно присутствует, то ничто не заменит наблюдения за реальными пользователями, сражающимися с программным продуктом.

Промежуточное тестирование предназначено как раз для этого. Эти быстрые качественные тесты проводятся в ходе проектирования, обычно на этапе детализации. Продуманное и контролируемое промежуточное тестирование открывает окно в разум пользователя, позволяя проектировщикам видеть, как их целевая аудитория реагирует на информацию и инструменты, предоставленные им для решения задач.

Хотя у полного тестирования, безусловно, есть своя область применения, всё же оно относится к сфере информационной поддержки планирования жизненного цикла продукта. Промежуточное тестирование проводится во благо проектирования в ходе процесса проектирования.

5.3. Проведение промежуточного юзабилити-тестирования

Существуют различные мнения относительно того, как правильно проводить юзабилити-тестирование и интерпретировать его результаты. К сожалению, мы обнаружили, что многие из подходов либо метят на место проектирования, либо имеют перекося в сторону количественных метрик и дают бесполезные данные вроде “времени выполнения задачи”. Работа Кэролин Снайдер *“Paper Prototyping”* (Snyder, 2003) — хороший справочник по методам юзабилити-тестирования, совместимый с методами целеориентированного проектирования. Хотя в ней описаны далеко не все методы тестирования и не затронуты отношения между тестированием и проектированием, но

достаточно подробно рассмотрены основы и даются некоторые относительно простые методики для юзабилити-тестирования.

Основные советы по успешному промежуточному юзабилити-тестированию:

- Проводите тестирование достаточно поздно, когда уже существует конкретное решение проектирования, но и достаточно рано, чтобы можно было успеть скорректировать проект и реализацию.
- Тестируйте задачи и аспекты опыта пользователя, связанные с конкретным продуктом.
- Набирайте участников из аудитории целевых пользователей, используя персонажей в качестве фильтра.
- Чётко ставьте перед участниками задачи и просите при их решении размышлять вслух.
- Дайте участникам возможность напрямую взаимодействовать с низкотехнологичным прототипом.
- Управляйте ходом сеансов, чтобы выявить проблемы и изучить причины их возникновения.
- Минимизируйте предвзятость, введя в эксперимент модератора, который ранее не принимал участия в проекте.
- Сосредоточьтесь на поведении и образе мысли участников.
- По завершении тестов проведите разбор вместе с наблюдателями, чтобы выявить причины наблюдавшихся проблем.
- Вовлекайте в процесс исследования проектировщиков.

5.4. Вовлеченность проектировщика в юзабилити

Недопонимание между проектировщиком и пользователем – распространенная причина проблем юзабилити. Персонажи помогают проектировщикам понять цели пользователей, их потребности и их точку зрения, форми-

руя фундамент эффективных коммуникаций. Юзабилити-исследование, открывая дополнительное окно в понимание мышления пользователя, позволяет проектировщикам увидеть, как доносятся их вербальные, визуальные и поведенческие решения, узнать намерения пользователей при взаимодействии со спроектированными ожидаемыми назначениями.

Проектировщики (или лица, принимающие решения по проектированию) – основные потребители результатов юзабилити-исследований. Редкие проектировщики способны моделировать сеанс тестирования, сохраняя нейтралитет, однако их вовлечение в планирование исследований и прямое наблюдение за сеансами тестирования, а также участие в анализе и решении проблем крайне важно для успеха исследования.

Проектировщиков важно привлекать к следующим видам деятельности:

- Планирование исследований – для формулирования важных с точки зрения проектирования вопросов.
- Определение критериев отбора участников с помощью персонажей и их атрибутов.
- Использование сценариев для выбора тестовых задач.
- Наблюдение за сеансами тестирования.
- Совместный анализ результатов исследований.

Следует заметить, что как бы ни совершенны были соображения, приведшие к созданию интерфейса, всегда остается вероятность того, что интерфейс получился плохой, либо, что более вероятно, не таким хорошим, каким бы он мог быть. Необходимо иметь какие-либо подтверждения его работоспособности. Всё, что для этого нужно, это несколько пользователей средней квалификации, плюс прототип (разумеется, при наличии основательного бюджета можно развернуться, например, купить прибор, фиксирующий направление взгляда пользователя и длительность зрительных фиксаций).

Юзабилити-тестирование представляет собой постановку экспериментов с целью выявления информации, касающейся эргономики и дизайна ПИ. Самый адекватный перевод слова “*usability*” – это “потребительские качества продукта”. Существование идеологии юзабилити-тестирования – придать ПИ максимально высокие потребительские свойства (удобство, продуктивность, легкость понимания, легкость обучения). Короче говоря – “все во имя пользователя и на благо пользователя”. Юзабилити-тестирование – стержень эргономической экспертизы ПИ.

Существует распространенное мнение, что с помощью тестирования можно решить все проблемы интерфейса. Это не верно. С помощью тестирования можно определить только слабые места интерфейса, но почти невозможно обнаружить сильные, поскольку они пользователями просто не замечаются, и совсем уж невозможно определить новые способы улучшения разрабатываемого продукта.

Юзабилити-тестирование производится на протяжении всего цикла разработки ПИ. На ранних этапах разработки тестирование предыдущей версии или конкурирующих продуктов позволяет наметить контрольные точки, которые необходимо достигнуть в процессе разработки. В середине работы над проектом тестирование предоставляет обратную связь, сообщая места, где ПИ нуждается в улучшении. На заключительных этапах тестирование удостоверяет, что продукт соответствует (или не вполне соответствует) тем целям, для которых был спроектирован.

5.5. Подготовка к тестированию

Прежде всего, надо очень ясно поставить вопрос тестирования, причём в терминах, позволяющих однозначно ответить, является ли полученный результат ответом на этот вопрос.

Перед тестированием надо отчетливо понимать характеристики потенциальных пользователей, которые и

должны стать участниками тестирования. Это необходимо, потому что, когда вы займетесь непосредственно подбором участников, очень важно будет знать, кто именно вам нужен: новички, эксперты или опытные пользователи, мужчины, женщины, или же вы нуждаетесь в представителях обоих полов; также важен возраст пользователей.

Следует определить структуру тестирования, его, так сказать, композицию, которая описывает, как вы будете проводить отдельные тесты, в каком порядке они будут выстроены, чтобы исключить из рассмотрения и дальнейшего анализа все переменные, не представляющие интереса

Разрабатываются задания, которые будут предложены участникам тестирования. Эти задания, несомненно, должны быть основаны на тех задачах, которые пользователи решают с помощью вашего продукта в процессе его нормального использования. Следует указать все, что понадобится вам для того, чтобы определить сценарий теста: состояние автомата, машины или компьютера, экраны, документацию, другие средства помощи и подсказки, которые должны присутствовать. Также следует указать, каким образом определяется успешное завершение выполнения каждого задания.

Перед тестированием надо также определить какой вспомогательный инструментарий вам нужен и приобрести его. Инструментарий может включать в себя устройства, используемые в процессе проведения тестов:

- видеокамеры для записи поведения пользователей;
- преобразователи развертки для записи того, что происходит на экранах мониторов;
- диктофоны и записывающая аудиоаппаратура для протоколирования вербального общения и записи вербальных протоколов;
- односторонние зеркала, позволяющие наблюдателям и экспериментатору оставаться невидимым для участников тестирования и так далее.

Можно собрать много полезной информации, пользуясь простыми любительскими видеокамерами, или вообще обойтись без видеозаписей.

Необходимо составить список пользователей, из которого будут подбираться участники для каждого теста. Количество пользователей должно быть достаточным, чтобы создать выборку в требуемой для теста пропорции характеристик пользователей (скажем, опыта, навыков и демографических характеристик), поскольку в противном случае неучтенные факторы могут повлиять на полученные данные. Профили пользователей, которые вы определили ранее, помогут вам создать модель типового пользователя вашего продукта. Например, приборной доской реактивного истребителя могут пользоваться не только сами пилоты, но и обслуживающие рабочие, механики, инструкторы и диагностирующий персонал. Тем не менее, для тех целей, которые преследуете вы (“Позволяет ли использование дисплея радара ближайшего окружения самолёта избежать столкновений в процессе полета на спине?”), вы можете быть заинтересованы в рассмотрении только одного сегмента всей выборки – в нашем примере – только пилотов.

5.6. Проведение тестирования

Многие люди чувствуют себя неуютно, когда попадают в лабораторию, где им приходится выполнять задания, зная, что время выполнения замеряется и все их ошибки записываются для дальнейшего анализа, поэтому очень сложно сделать так, чтобы пользователь чувствовал себя комфортно и спокойно. Важно подчеркнуть, что тестированию подвергается ПИ, а не пользователи, и им не стоит чувствовать себя под давлением. Обязательно следует поблагодарить пользователей за участие в тестах. Надо объяснить участникам, что они могут в любой момент остановить тест, отлучиться в туалет или сделать перерыв, если это кому-либо потребуется.

Нередко тестирование требует от участников предварительного соглашения о неразглашении информации и подтверждения их согласия на производство записей. В качестве части этой “бумажной работы” вы можете провести участников через анкетирование для того, чтобы идентифицировать знание предметной области, их позиции и отношения или чтобы получить еще немного информации о характеристиках пользователей.

Необходимо понять, какие ожидания возникают у пользователей на каждом шагу и насколько программа соответствует этим ожиданиям. Если пользователь говорит: “Я не знаю, что делать дальше”, — вам нужно спросить: “А как вы думаете, что бы вы могли сделать?” или “А что бы вы сделали, если бы были дома?” Когда пользователь уже готов щёлкнуть мышью, можно спросить у него, что он ожидает увидеть. После того как он щёлкнет мышью, узнайте, действительно ли результат оправдал его ожидание.

Трудность состоит в том, что нельзя отвлекать пользователей или оказывать на них влияние, но в то же время необходимо выяснить, что они в действительности думают (чего, кстати, они и сами могут не до конца понимать).

После каждого тестирования полезно делать короткие записи о том, что вам запомнилось. Если вы не сделаете этого до начала следующего теста, то потом вам будет очень трудно вспомнить важные детали.

Пользователи часто подсказывают решения какой-либо проблемы. Очень часто такие подсказки наводят на идеи, о которых вы раньше думали, но по каким-то причинам отклонили.

5.7. Анализ полученных данных

После того как задания выполнены, и тестирование завершено, следует обсудить тест с его участником. Это необходимо для того, чтобы получить дополнительную информацию, касающуюся того, о чём думал пользователь

во время тестирования. Одним из путей анализа событий является их восстановление и обсуждение с участником тестирования. Кроме этого, можно просто спросить участника, что из случившегося во время теста показалось ему заслуживающим внимания.

После тестирования каждый наблюдатель и помощник должен как можно быстрее написать небольшой отчёт об основных проблемах, которые были замечены во время тестирования, а также изложить свои мысли по поводу способов их устранения. Не надо писать полных и развернутых отчётов. Пусть это напоминает скорее резюме. В идеале, все участники группы по разработке должны прочитать эти отчёты (или хотя бы пробежать их глазами), поэтому они не должны по объёму превышать 1–2 страницы.

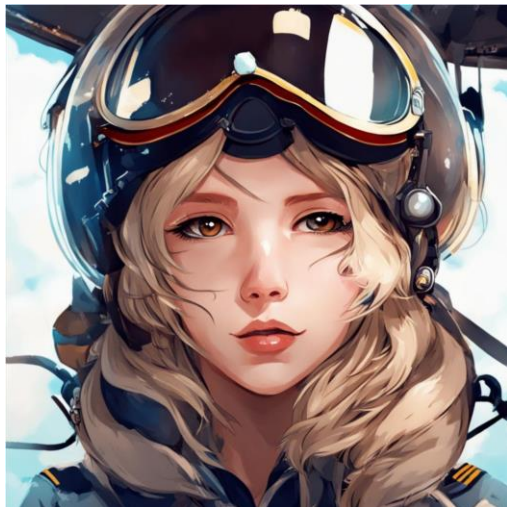
На последующем собрании рабочей группы следует обсудить два вопроса:

- Каковы проблемы, с которыми сталкивались пользователи, и какие из них должны быть исправлены?
- Каковы возможные решения отобранных проблем?

При анализе полученных данных в первую очередь следует искать крупные проблемы. Найти такие проблемы проще, поскольку они становятся заметны ещё при просмотре заметок, сделанных во время наблюдения за пользователями. Если каждый участник сталкивался с проблемами при использовании определённого пункта меню, очевидно, что дизайн этого пункта нуждается в пересмотре.

Данным, касающимся производительности, таким, как частота ошибок и времена выполнения заданий, оценка даётся с помощью статистического анализа. Большая часть такого анализа сводится к нахождению среднего значения и стандартного (среднего квадратичного) отклонения, а также к проверке достоверности полученных данных.

Наблюдения за действиями пользователей и запись их мнений как во время теста (используя метод записи “мыслей вслух” или задавая вопросы), так и до или после теста проводятся с использованием анкет и опросных листов. Большинство таких опросников имеют строение, позволяющее количественно измерить мнения, используя численную шкалу, и полученные количественные данные могут анализироваться также с помощью статистических методов.



6. ВИЗУАЛЬНЫЙ ДИЗАЙН

На самом последнем этапе разработчики концентрируются на тех аспектах продукта, которые будут замечены пользователями в первую очередь, а именно на визуальном дизайне. Человечество живет в некой искусственной визуальной среде, дизайн, как искусство, формирует её. Разрабатываемый продукт должен проектироваться так, чтобы стать частью, элементом окружающей визуальной среды.

На этапе проектирования визуального дизайна контент, функциональность и эстетика объединяются, чтобы породить законченный продукт, соответствующий всем целям, сформулированным на предыдущих этапах.

6.1. Определение поверхности

На уровне компоновки мы работали преимущественно с организацией элементов. Дизайн интерфейса – это организация элементов, облегчающая взаимодействие, дизайн навигации – организация элементов, упрощающая

передвижение по ПП, а информационный дизайн – организация элементов для донесения информации до пользователя.

Поднявшись на уровень поверхности, мы имеем дело с визуальным представлением логического порядка элементов, образующих компоновку программы. Например, занимаясь информационным дизайном, мы задаем группировку и организацию информационных элементов страницы, а занимаясь визуальным дизайном, мы определяем, как эта организация будет представлена визуально.

Вместо оценки предложений по визуальному дизайну исключительно в терминах эстетической привлекательности следует сосредоточить внимание на результате, который они дают. Насколько эффективно дизайн поддерживает цели, определенные на каждом из нижележащих этапов? Не подрывает ли внешний вид его структуру, размывая различия между архитектурными компонентами и делая их неоднозначными? А может быть, наоборот, визуальный дизайн подкрепляет структуру, однозначно поясняя, какие опции доступны пользователям? Например, трансляция бренда посетителям является типичной стратегической целью *web*-сайта. Идентичность бренда передается разными способами – и с помощью языка, которым вы пользуетесь, и с помощью опыта, который посетители приобретают при обращении к возможностям вашего сайта. Но одним из основных инструментов передачи идентичности бренда служит визуальный дизайн. Если ваш бренд тяготеет к технологичности и внушительности, то использование ярких красок и шрифта из комиксов вряд ли будет уместным. Это вопрос не только эстетики – это вопрос стратегии.

6.2. Визуальное оформление

Одна из основных функций системы – предоставлять пользователю информацию адекватную текущему положению дел, предоставление ему *информационной модели*

(ИМ). ИМ – это организованная по определенным правилам совокупность информации о состоянии и функционировании объекта управления и внешней среды. ИМ является для пользователя источником информации, на основании которой он формирует конкретную задачу управления, проводит анализ и оценку сложившейся ситуации, принимает решения, планирует управляющие воздействия и оценивает результаты их выполнения.

Как правило, информация предъявляется пользователю в закодированном виде. Для кодирования информации используются зрительная, слуховая и вибротактильная модальности. Из них наиболее эффективна зрительная модальность, поскольку зрительный анализатор принимает информацию очень быстро в образной форме, а слуховой последовательно с некоторой задержкой.

Визуальное оформление играет основную роль и его можно разделить на три условных части:

- дизайн интерфейса – это организация элементов, облегчающая взаимодействие;
- дизайн навигации – организация элементов, упрощающая управление;
- информационный дизайн – организация элементов для донесения информации до пользователя.

Визуальное оформление отвечает не только за эстетическое восприятие информации оператором, но и еще за эффективность поддержки целей, определенных на каждом из нижележащих уровней, за целостность всей структуры системы, и должен подкреплять структуру, однозначно поясняя, какие опции доступны пользователям, а какие нет. На визуальное оформление в основном ложится основная задача системы по удовлетворению пользователя, созданию комфортных для него условий выполнения профессиональных обязанностей.

Основными характеристиками визуального оформления являются: цвет, анимация, форма, графика, текст и расположение представляемой информации, дополнительной характеристикой может являться звук. Все приве-

денные характеристики главным образом влияют на зрительное восприятие информации человеком.

Одними из главных свойств зрительного восприятия человека являются последовательность и избирательность зрения. Из курса физиологии известно, что зрачок при рассмотрении объектов окружающего мира находится в непрерывном движении, причём в каждый момент времени глаз распознает только один образ. Человеческое зрение сначала как бы “выхватывает” основные части объекта, а уж потом все остальное. Исходя из этого, основные характеристики визуального оформления определяют направление движение зрачков, выделяя при этом доминирующие элементы. Исследования в данной области показывают, что движение глаз у разных людей происходит по практически одинаковым траекториям – ведь это движение автоматическое. Оно бессознательно и инстинктивно. Если дизайн ПИ удачен, то траектория движения взгляда по странице обладает двумя важными характеристиками:

- во-первых, она плавная. Когда люди говорят, что дизайн “тяжёлый” или “громоздкий”, они в действительности реагируют на тот факт, что дизайн не ведёт их плавно по странице. Их взгляд перескакивает с одного элемента на другой, поскольку все элементы настойчиво требуют внимания;

- во-вторых, она предлагает пользователю своего рода “экскурсию” по странице, раскрывая имеющиеся возможности, но не перегружая его подробностями. Естественно, эти возможности должны соответствовать целям, стоящим перед пользователем, и задачам, которые он хочет решить. Что еще более важно, они не должны отвлекать пользователя от информации или функций, необходимых ему для достижения своих целей.

Отсюда следует, что неудачные решения в данной области приведут к скачкообразному движению глаз, что в свою очередь приводит к быстрому утомлению глаз, к

снижению работоспособности оператора и различным заболеваниям глаз.

Следующей характеристикой, на которую влияет визуальный дизайн, является внимание. Основным инструментом привлечения внимания пользователя является контраст. Дизайн без контраста воспринимается как серая невыразительная масса, по которой взгляд пользователя бесцельно блуждает, ни на чём не останавливаясь. Контраст важен для привлечения внимания пользователя к существенным аспектам интерфейса, он помогает пользователю разобраться в отношениях между навигационными элементами, и, наконец, контраст служит основным средством обозначения концептуальных групп в информационном дизайне.

Контраст привлекает пользователя к объекту, заставляя его быстрее реагировать на изменение ситуации и принимать необходимые решения. Ослабление внимания оператора может привести к чрезвычайным аварийным ситуациям.

Единообразии в дизайне существенно помогает выстроить эффективную коммуникацию с оператором, не запутывая и не перегружая их. Оно проявляется во многих аспектах визуального дизайна. Например, единый размер элементов облегчает их комбинирование и реорганизацию при необходимости. Единообразие элементов помогает повышать толерантность операторов к системе, обеспечивая формирование у него стереотипов деятельности, а также даёт чувство контроля над системой, повышая процент интуитивно выполняемых действий.

Зачастую единообразие элементов помогает решить проблемы внутренней рассогласованности системы. Объекты должны образовать систему, работающую как непротиворечивое единое целое.

Кодирование информации об объекте влияет на два таких свойства как ассоциативность и целостность. Известно, что человек не только разделяет все цвета на теплые и холодные, но и подсознательно наделяет каждый

цвет определенными свойствами и ассоциациями, соответственно используя данный факт, можно не только побуждать оператора к каким-либо действиям, но также и оказывать влияние на его психоэмоциональное и психофизиологическое состояние.

Существует две главных цели, для достижения которых используют кодирование информации при создании ИМ:

- кодирование для расширения возможности распознавания пользователем событий, содержащихся в изображении;

- кодирование для снижения объёма информации, который пользователь должен воспринять в данное время.

Прежде чем приступить к кодированию информации на втором уровне, следует рассмотреть кодирование информации на первичном уровне (высшем) для определения возможностей улучшения деятельности оператора путём изменения представления информации за счёт её кодирования на первом уровне.

Выбор оптимального способа кодирования с использованием вторичных признаков для каждого данного случая применения обусловлен ограничениями, продиктованными самим форматом (размер изображения может ограничивать использование кодирования размером или местоположением), условиями эксплуатации (изменение освещённости может ограничивать использование яркости или цвета), представлением информации (цвет и яркость трудно различать при маленьких размерах элементов).

Объём кодирования первичными и вторичными признаками должен соответствовать способности оператора к распознаванию или идентификации информации, чтобы обеспечить наиболее адекватное её представление и понимание. При кодировании информации должна быть минимизирована необходимость в её перекодировании, замене или интерпретации.

Расположение или компоновка предоставляемой оператору информации, а также элементов управления

определенным образом служит механизмом уменьшения нагрузки на память пользователя. ПИ должен защищать память от излишней загруженности. При этом учёт перцептивных и когнитивных закономерностей восприятия и переработки информации позволил сформулировать правила графического расположения информации на экране интерфейса, адекватного структуре действий субъекта труда. Снижение нагрузки на память происходит с помощью механизмов распознавания, использовании долговременной памяти, вместо кратковременной, ассоциаций, структуризации объектов, понятным для пользователя способом.

Как уже отмечалось первостепенная цель создания ПИ – разработка средств, с помощью которых оператор может осуществлять контроль и управление системой, интерфейс которой ему представлен. В настоящее время количество информации, которое может быть представлено оператору одновременно, далеко превосходит способность оператора интерпретировать её. Поэтому для снижения нагрузки на органы восприятия и переработки информации, она должна подаваться, подразделяясь по уровням и группам. Способ представления информации в основном определяется характером взаимодействия пользователя с системой.

При неудачном визуальном представлении ПИ зачастую вместо ожидаемого облегчения трудовой деятельности за счет её автоматизации новые виды ПИ увеличивают психологическую напряжённость труда, что является причиной возникновения ошибок, снижения скорости выполнения задач, низкой удовлетворённости трудом пользователя.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем пособии даны общие начальные сведения о методах и способах проектирования внутрикабинного пользовательского интерфейса для маневренного самолета позволяющие создать основу для эргодизайна интерфейсов авиационных систем.

Создание эффективного интерфейса представляет собой системную многоуровневую междисциплинарную задачу. Нельзя создать универсальный интерфейс, решающий все задачи пользователя. Это поиск паллиатива — суммы компромиссов. Интерфейс должен быть оптимизирован под определенные категории задач. Его ситуативные вид и свойства определяются выбором пользователя. При этом учитывается деятельность оператора, его опыт и контент окружающей среды. Интерфейс меняет свой вид в зависимости от содержания задачи и контекста окружающей обстановки. Каждая новая форма интерфейса сопровождается появлением новых объектов, отображающих

параметры обстановки и средства манипуляции с ними для достижения поставленной целевой задачи. Такой интерфейс с адаптивными по отношению к задаче свойствами отличается от традиционных систем отображения и представления информации, которые реализуют главным образом функции визуализации и манипуляции. Высокая степень интерактивности, реализуемая в интерфейсе, не должна отождествляться с высокой визуальной и детальной насыщенностью среды, которая должна соответствовать решаемой задаче. Чрезмерная перегрузка зрительного канала подробностями визуальной сцены может снизить скорость и качество деятельности оператора.

К сожалению, приоритет технического проектирования над инженерно-психологическим всё еще традиционен в российских КБ. В результате этого практикуется слабая, в основном инженерная, эргономическая проработка систем автоматизации и интеллектуальных функций интерфейса самолетов. Это серьезная проблема, перерастающая из области традиций проектирования в сферу потенциального стратегического отставания отечественных авиационных технологий от передовых западных стран.

Чисто инженерными методами нельзя решить задачи проектирования внутрикабинного интерфейса. Требуются специальные знания из области технической эстетики, инженерной психологии и эргономики. В новых авиационных системах должно быть отведено самое серьезное внимание решению вопросов повышения эффективности и качества деятельности человеческого звена.

СПИСОК САЙТОВ ПО ЭРГОДИЗАЙНУ И ИНЖЕНЕРНОЙ ПСИХОЛОГИИ

1. Human Factors and Ergonomics – English URL: <http://www.usernomics.com/hf.html> - Ресурсы Интернет по человеческим факторам и эргономике.

2. Ergoworld – English URL: <http://www.interface-analysis.com/ergoworld/> -

Обеспечивает информацией об эргономике, промышленной эргономике, проектировании интерфейсов и юзабилити.

3. Bad Human Factors Designs – English URL: <http://www.baddesigns.com/> Альбом иллюстрированных примеров вещей, которые трудно использовать, потому что они не учитывают человеческий фактор.

4. Юзабилити в России <http://usability.ru/> - Эргономика, инженерная психология, usability engineering. Статьи, библиотека, глоссарий, форум.

5. Хроники Юзабилити <http://www.gui.ru> - Юзабилити и дизайн интерфейсов: события, идеи, методы, обсуждения.

6. HCI, эргономика <http://www.hci.ru> – статьи и библиография по исследованиям в области человеко-компьютерного взаимодействия (Human - Computer Interaction (HCI)).

7. Межрегиональная эргономическая ассоциация <http://www.ergo-org.ru/>. – Объединение российских специалистов по эргономике.

8. <http://www.usability.gov> - портал по Web-usability (США).

9. Human Factors and Ergonomics Society (HFES) <http://www.hfes.org/web/Default.aspx> - Крупнейшая в мире ассоциация эргономистов. Новости, публикации, общение, трудоустройство, образование.

10. Ресурсы по HCI:

<http://oldwww.acm.org/perlman/service.html> - подборка информационных и обучающих материалов по HCI, профессиональный сервис от Гарри Перлмана (Gary Perlman).

11. Проектирование интерфейсов <http://uidesign.ru/> - корпоративный сайт компании UIDesign Group.

12. The Usability Professionals' Association (UPA)
<http://upassoc.org> – сайт профессиональной юзабилити ассоциации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Баканов А. С.* Проектирование пользовательского интерфейса: эргономических подход / А. С. Баканов, А. А. Обознов. М.: Изд-во “Институт психологии РАН”, 2009.
2. *Бондаровская В. М.* Эргономика периферийного оборудования для систем диалогового взаимодействия // Приборы и системы управления. 1981. № 7.
3. *Войненко В. М.* Эргономические принципы конструирования / В. М. Войненко, В. М. Мунипов. Киев: Техника, 1988.
4. *Вудсон У.* Справочник по инженерной психологии для инженеров и художников-конструкторов / У. Вудсон, Д. Коновер. М.: Мир, 1968.
5. *Гаррет Дж.* Веб-дизайн: книга Джесса Гаррета. Элементы опыта взаимодействия. СПб: Символ-Плюс, 2008.
6. *Житомирский Г. И.* Конструкция самолётов. М.: Машиностроение, 1995.
7. *Инженерная психология в применении к проектированию оборудования:* пер. с англ.; под ред. Б. Ф. Ломова и В. И. Петрова. М.: Машиностроение, 1971.
8. *Квалификационные требования.* Часть 178А. Требования к программном обеспечению бортовой аппаратуры и систем при сертификации авиационной техники. 1997.
9. *Купер А.* Алан Купер об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия / А. Купер, Р. Рейман, Д. Кронин. Пер. с англ. СПб.: Символ-Плюс, 2009.
10. *Кучерявый А.А.* Авионика: учебное пособие для вузов. СПб.: Лань, 2022.

11. *Ломов Б. Ф.* Справочник по инженерной психологии. М.: Машиностроение, 1982.
12. *Левин Д. Н.* Введение в методологию научных исследований в авиастроении. Научные исследования сложных человеко-машинных систем: учебное пособие. М.: Изд-во ВВМ, 2024.
13. *Левин Д. Н., Пономаренко А. В., Сильвестров М. М.* Концептуальный облик и особенности построения диалоговых моделирующих комплексов и действующего макета кабины для эргономического сопровождения разработки эргатического информационно-управляющего комплекса перспективного многофункционального маневренного самолета // Мехатроника, автоматизация, управление. 2009. № 12. С. 52–59.
14. *Раскин Д.* Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем. СПб.: Символ-Плюс, 2007.
15. *Сергеев С. Ф.* Обучающие и профессиональные иммерсивные среды. М.: Народное образование, 2009.
16. *Сергеев С. Ф.* Инженерная психология и эргономика: Учебное пособие. М.: НИИ школьных технологий, 2008. 176 с.
17. *Сергеев С. Ф.* Курс лекций по инженерной психологии и эргономике. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2008.
18. *Сергеев С. Ф.* Эргономика объектов вооружения: Курс инженерной психологии для конструкторов управляемого оружия. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009.
19. *Сергеев С. Ф.* Введение в проектирование интеллектуальных интерфейсов: Учебное пособие / С. Ф. Сергеев, П. И. Падерно, Н. А. Назаренко. СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. 108 с.

20. *Сергеев С. Ф.* Введение в инженерную психологию и эргономику иммерсивных сред: Учебное пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. 258 с.
21. *Сергеев С. Ф.* Разработка пользовательских интерфейсов. Юзабилити-тестирование интерфейсов информационных систем: учеб. Пособие / С. Ф. Сергеев, А. В. Речинский. СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 145 с.
22. *Сергеев С. Ф.* Методы тестирования и оптимизации интерфейсов информационных систем: учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО, 2013. 117 с.
23. *Сергеев С. Ф.* Методы тестирования и оптимизации интерфейсов информационных систем: Учебное пособие. СПб: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2015. 150 с.
24. *Сергеев С. Ф.* Эргономика и инженерная психология. Учебное пособие. СПб.: Изд-во ВВМ, 2020. 192 с.
25. *Сергеев С. Ф.* Эргономика и инженерная психология. Учебное пособие. СПб.: Изд-во ВВМ, 2020. 192 с.
26. *Сергеев С. Ф.* Введение в когнитивную эргономику и инженерную психологию: учебное пособие. Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2024.
27. *Трешнев Е. Г.* Эргономические принципы формирования рабочих зон операторов АСУ // Эргономическое обеспечение проектирования средств вычислительной техники и АСУ. М.: ВНИИТЭ, 1985.
28. *Человек и дисплей* / Г. М. Романов [и др.]. Л.: Машиностроение, 1986.
29. *Шмид М.* Эргономические параметры. М.: Мир, 1980.
30. *Document NO. RTCA/DO-178B.* Software considerations in airborne systems an equipment certification. 1992.

Учебное издание

Сергеев Сергей Фёдорович
Левин Дмитрий Николаевич

**Основы эргодизайна внутрикабинных
интерфейсов авиационных систем**

Учебное пособие

В авторской редакции

Дизайн, верстка и дизайн обложки С. Ф. Сергеев
Использованы изображения, созданные
в системе Fusion Brain

Подписано в печать 09.04.2024. Формат 60 × 84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Georgia. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 7,32. Тираж 100 экз. Заказ № 2261.

Отпечатано в Издательстве ВВМ.
198095, Санкт-Петербург, ул. Швецова, 41.