



ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЧСМ

Проектирование средств отображения информации

Для восприятия и обобщения информации оператору необходимы технические устройства, называемые средствами отображения информации. Различают в зависимости от органов восприятия визуальные, слуховые, тактильные и другие средства отображения.



Визуальные средства отображения

Важную роль при их проектировании играют вид предъявляемой информации, методы и формы кодирования и пространственного расположения.

При построении *кодовых знаков* учитывают следующие требования:

- при построении алфавитов знаков необходима чёткая и последовательная классификация символов внутри алфавита;
- основной классификационный признак объекта кодируется контуром знака, который должен представлять собой замкнутую фигуру;
- знак должен иметь не только контур, но и дополнительные детали;
- дополнительные детали не должны пересекать или искажать основной символ;
- предпочтительно использовать симметричные символы, поскольку они легче усваиваются и более прочно сохраняются в оперативной и долговременной памяти;
- предпочтительно использовать «натуральные» взаимоотношения между параметрами сигнала и кодируемыми характеристиками объекта, определённую «картинность».

При цветовом кодировании необходимо учитывать эмоциональную значимость цвета, что часто применяют при передаче сигналов об опасности.

Улучшению восприятия зрительной информации способствуют следующие свойства и способы её организации:

- заметность — сообщение должно привлекать внимание и располагаться в зоне наблюдения оператора. На внимание влияют заметность, новизна и релевантность (полезность) знака;

- выделение — наиболее важные слова могут быть подчёркнуты, усилены путём увеличенного размера или штриховки;

- чёткость — может быть усилена при увеличении контраста знаков по отношению к фону, введении шрифта с хорошей разборчивостью;

- вразумительность — необходимо дать ясно понять, в чём состоит опасность и что может произойти, если предупреждение будет проигнорировано. Сообщения должны быть предельно краткими, в форме точной инструкции к действию;

- видимость — знаки должны быть видимыми при любых условиях рабочего освещения;

- стандартность — целесообразно применять стандартные слова и символы.

Большинство конструктивных признаков, обеспечивающих эффективную работу зрительного канала восприятия информации, изложено в справочных руководствах и эргономических стандартах, которых следует придерживаться как основы для правильного инженерно-психологического проектирования.



Слуховые средства

Слуховые средства предъявления информации используются наряду со зрительными средствами в случаях:

- если сообщение простое;
- сообщение краткое;
- к сообщению не требуется возвращаться в дальнейшем;
- сообщение отображает события, распределённые во времени;
- сообщение призывает к немедленному действию;
- зрительная система оператора перегружена;
- работа оператора требует частых перемещений в рабочем пространстве.

При выборе предупреждающих звуковых сигналов необходимо учитывать:

- высоту сигнала, которую следует выбирать из диапазона 150-1000 Гц;
- сигналы должны иметь гармонические частотные компоненты;
- сигналы должны иметь не менее четырёх выраженных частотных компонент, что снижает риск маскировки другими сигналами;
- целесообразно введение модуляции основной частоты: это привлекает внимание оператора.

Необходимо предупредить резкое нарастание сигнала, так как это воспринимается как удар, сопровождаясь звуковым шоком.

В сигнале не должно быть дребезга и звона.

При использовании голосовых сообщений важны разборчивость и семантика речи.

Тактильные средства

Тактильные средства предъявления информации используются редко. Известны случаи их применения в качестве дополнительных каналов и при работе людей со зрительными и слуховыми нарушениями. Часто используют тактильное кодирование формой органов управления, которые можно различить на ощупь.



Проектирование органов управления

Органы управления представляют собой элементы интерфейса (связи) в СЧМ, с помощью которых оператор передаёт механическую энергию или информацию технической части системы для выполнения автоматических функций управления.

Различают *органы управления*:

- по назначению: для ввода информации, для установки режимов;
- по характеру движений: не требующие движений включения, требующие повторяющихся, дозированных движений;
- по характеру использования — оперативные, используемые периодически или эпизодически;
- по конструктивному исполнению: кнопки, тумблеры, переключатели, штурвалы, манипуляторы;
- по значению: главные, вспомогательные.

В конструкции органов управления необходимо учитывать сложившиеся у человека стереотипы движений

Действие на органы управления

Движение (состояние) управляемого объекта	Движение рычага	Поворот рукоятки маховика, штурвала	Нажатие кнопок, клавиш
«Включено» «Пуск» «Увеличение» «Подъём» «Открытие» «Вперёд» «Вправо» «Вверх»	Вверх от себя, вправо	По часовой стрелке	Верхних, передних, правых

Организация рабочего места

Размещение органов управления и средств отображения информации на рабочем месте оператора в значительной мере определяет эффективность его деятельности. Наиболее важные критерии, которые нужно учитывать при организации рабочего пространства:

- размеры моторного пространства;
- двигательльно-физиологические предельные условия (требования к точности, скорости, силе, вращающему моменту и т.д.);
- условия взаимодействия;
- частота и значимость входной информации;
- возможности зрительной и слуховой обратной связи;
- алгоритм управления (последовательность действий);
- пространственная совместимость с технической системой или дисплеями;
- гарантия против случайных действий;
- выполнение действий сидя или стоя.

Учитывается пол оператора, так как физические и психофизиологические возможности мужчин и женщин не одинаковы.

При большом количестве приборов на панелях управления используют методы группировки, учитывая при этом частоту обращения к тем или иным приборам во время выполнения рабочего алгоритма.

Часто используемые органы управления и индикации следует помещать в центральной зоне, редко — на периферии.

В центральной зоне также располагают аварийные средства отображения и управления, обеспечить пространственное и функциональное соответствие между органами управления и дисплеями.



Необходимо выдерживать дистанцию между определёнными типами органов управления и индикации для уменьшения явлений интерференции и перепутывания.

Динамические характеристики органов управления должны соответствовать скоростным характеристикам человека. СЧМ должна препятствовать возникновению случайных режимов работы с органами управления и индикации, ведущих к аварийным режимам. Реализуется так называемая защита от дурака.

Цветовое и эргономическое решения рабочего места не должны приводить к утомлению оператора, состояниям монотонии, гипнотическим фазам.

Надежность оператора

Оператор как элемент СЧМ характеризуется понятием надёжности — способностью сохранять требуемое качество в установленных условиях работы.

По В.Д. Небылицину «надёжность человека — оператора» обусловлена тремя основными факторами:

- степенью согласования техники и психофизиологическими возможностями оператора по решению возникающих задач;
- уровнем обученности и тренированности оператора;
- его физиологическими данными, в частности особенностями нервной системы, состоянием здоровья, порогами чувствительности, психологическими особенностями личности.



Надёжность оператора характеризуется показателями безошибочности, готовности, восстанавливаемости и своевременности.

Безошибочность определяется по вероятности безошибочной работы, которая зависит от психофизиологического состояния оператора и является переменной величиной в течение рабочего периода.

Готовность оператора представляет собой вероятность включения оператора в работу в любой произвольный момент времени.

Восстанавливаемость оператора связана с возможностью самоконтроля оператором своих действий и исправлением допущенных ошибок.

Одним из существенных психологических механизмов повышения надёжности оператора в профессиональной деятельности является самоконтроль, который позволяет своевременно предотвратить или обнаружить совершённые в процессе деятельности ошибки.



ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЧСМ

Профессиональная подготовка операторов

4 компонента профподготовки:

- профессиональный отбор,
- обучение,
- поддержание и совершенствование профессионального мастерства,
- формирование трудовых коллективов.



1й этап профподготовки

Профессиональный отбор — система мероприятий, направленных на выявление лиц, по своим психофизиологическим качествам и свойствам личности наиболее пригодных к обучению и выполнению конкретной профессиональной деятельности.

Задачи профотбора:

- отбор кандидатов из неограниченного контингента претендентов на ограниченное число специальностей (например, отбор в отряд космонавтов)
- рациональное распределения («профдифференциация») ограниченного контингента претендентов на ряд специальностей (например, распределение по профессиям молодых солдат, поступивших в воинскую часть).



Процедура:

психологическое тестирование и определение соответствия психологического профиля претендента профилю профессии.



Результат - уровень **профессиональной готовности**.

Понятие **профессиональной готовности** включает в себя наличие у оператора необходимого комплекса знаний, умений, навыков по управлению СЧМ и ряда личностных свойств (морально-психологической устойчивости, умения работать в коллективе, готовности к решению задач в условиях неопределённости), обеспечивающих в целом его эффективную профессиональную деятельность.

2й этап профподготовки

Обучение, цель которого - создать условия для усвоения обучаемым определённой совокупности знаний, умений и навыков, обеспечивающих его эффективную деятельность в СЧМ.

Выбор **методов** обучения зависит от типа задач, выполняемых в рамках профессии.

Задачи:

- простые - не требуют специализированного обучения и могут выполняться оператором без дополнительного обучения.
- сложные задачи не могут быть освоены без специального обучения (например, вождение автомобиля, управление самолётом, энергетической установкой).

Для обучения операторов человеко-машинных систем применяются имитационные и тренажёрные системы.

Имитаторы — технические устройства, реализующие отдельные элементы реального объекта, отражающие определённую степень подобия. Чаще всего это внешнее визуальное подобие. Имитатор внешнего вида объекта или его элементов называют «макетом».

Тренажёр - это техническая система, моделирующая с определённым уровнем подобия (вплоть до полного) элементы и условия применения реальной СЧМ в *обучающей среде*, деятельность в которой приводит к формированию и поддержанию у оператора требуемого уровня профессиональной готовности.

Понятие «**обучающая среда**» содержит в своей основе специально организованные с учётом психологии обучения и поведения человека искусственные миры, деятельность в которых активно формирует качества профессионала, которые могут быть перенесены на реальную деятельность.

Виды тренажеров в зависимости от решаемых задач:

- **парциальные тренажёры** — для формирования отдельных элементов деятельности операторов
 - по изучению материальной части СЧМ;
 - по формированию сенсомоторных навыков;
 - для формирования навыков работы с приборами управления;
 - по подготовке и развёртыванию системы;
 - решения задач работы в составе рабочей группы поиска и устранения неисправностей;
 - решения алгоритмических задач.
- **комплексные тренажёры** — реализующие целостную деятельность оператора.

В комплексных тренажёрах часто моделируются физические условия применения СЧМ, не связанные непосредственно с выполняемой задачей управления — механическая вибрация, рабочий объём, звуковые эффекты работы машин и механизмов и т.д.

Тренажёр — элемент системы профессиональной подготовки, имеет специфические элементы, позволяющие повысить его эффективность:

- систему объективного контроля;
- систему формирования и предъявления учебных задач;
- систему мотивирования.

Система объективного контроля осуществляет оценку действий оператора в учебной задаче, даёт обратную связь инструктору для корректировки управляющих действий, обеспечивает документирование результатов процесса обучения и тренировки. Основная проблема при проектировании систем контроля — выбор критериев оценки учебной деятельности.

Система формирования и предъявления учебных задач обеспечивает создание последовательности учебных задач для реализации учебного процесса. Основная проблема — выбор сложности учебных задач, которые должны иметь степень сложности, обеспечивающую реализацию принципа обучения «от простого к сложному».

Система мотивирования служит для обеспечения оптимального психического состояния оператора в процессе обучения и тренировки. Создаётся, например, при введении в тренировочные задачи игровых элементов, реализующих мотивацию достижения.

Поддержание и совершенствование профессионального мастерства

Поддержание и совершенствование профессионального мастерства операторов обеспечиваются периодической аттестацией и профессиональными тренингами. Используют системы непрерывного образования, в которых тренировочные модули встраиваются в реальные объекты управления.

В процессе реальной деятельности периодически имитируются внештатные и экстремальные ситуации, анализ деятельности в которых является источником корректирующей информации для операторов и тренеров.

Процесс подготовки оператора осуществляется в рамках системы профессиональной подготовки, состоящей из подсистем

- технических средств,
- организационно-методических,
- средств психолого-педагогического обеспечения.

Этот комплекс обеспечивает существование **обучающей среды**, в рамках которой происходит интерактивный процесс взаимодействия инструктора с обучаемым, направленный на **изменение свойств** последнего для придания ему **профессиональной готовности** к решению профессиональной задачи.



Групповая деятельность операторов

Особенности работы человека в сложноорганизованных системах связаны с

- появлением эффектов организационных систем,
- элементов социальной психологии,
- коллективного принятия решений.

Групповая деятельность предполагает наличие *организационной иерархической структуры*:

- наличие **руководителя**, осуществляющего координирующие и целеполагающие функции,
- **исполнителей**, решающих локальные задачи управления.

Цель групповой деятельности: обеспечить деятельность системы.

Управление группой предполагает наличие административной системы, которая осуществляется с помощью систем коммуникации и является дополнительным фактором, влияющим на поведение оператора в процессе выполнения задачи управления.

Наличие высокой концентрации власти у руководителя приводит к особым формам управления в форме приказа.

Задача руководителя сводится к созданию обстановки, в которой операторы системы строят своё поведение в наиболее рациональном виде. При этом разрешаются конфликты, возникающие в процессе деятельности, снимается неопределённость, связанная с недостаточной информацией, рационально распределяются ресурсы системы.



Эргономическая модель обеспечения безопасности СЧСМ

Безопасность включает проведение ряда мероприятий для предупреждения возможных ситуаций в работе системы, ведущих к несчастным случаям. Это комплексная задача, решаемая как на стадиях проектирования СЧМ, так и в процессе учёта личностного фактора.

Существует четыре основных подхода к учёту человеческого фактора для обеспечения безопасности:

- применение методов проектирования СЧМ, создающих рабочую обстановку, в которой квалификация операторов используется с максимальной эффективностью;
- планирование организационных структур, ведущих к безопасной работе;
- обучение специалистов распознавать факторы риска, работать в нештатных ситуациях;
- тренировка действий в нештатных ситуациях.

Поддержание качества функционирования человеческого звена включает комплекс методов по обеспечению условий труда и отдыха, психологической реабилитации, исключения монотонных и экстремальных условий деятельности.



СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ЗВЕНА В ЭРГОНОМИКЕ

Безотказность функционирования эргатической системы зависит от многих компонентов. Каждый из них обладает своей, весьма сложной структурой, взаимосвязан с другими компонентами. В системе обеспечения надежности деятельности можно выделить несколько составляющих.

Во-первых, соблюдение общих организационно-методологических правил и принципов работы операторов, исключающих нарушения в организации работы.

Во-вторых, деятельность по предотвращению невыполнения и срывов сеансов управления объектами, выявление и устранение неблагоприятных факторов операторской деятельности.

В-третьих, надежность системы "человек - машина - внешняя среда".



Эргономическая экспертиза

Важным инструментом эргономического проектирования является эргономическая экспертиза — комплекс научно-технических и организационно-методических мероприятий по оценке выполнения в проектной, технической и эксплуатационной документации, опытных и серийных образцах системы «человек — машина» (СЧМ) эргономических требований, изложенных в техническом задании, нормативно-технических и руководящих документах.

В процессе эргономической экспертизы разрабатываются меры по устранению выявленных несоответствий, даются предложения по дальнейшим шагам проектирования.

Цель экспертизы — повысить эффективность СЧМ и удобство работы с ней оператора.

Содержание эргономической экспертизы соответствует этапу проектирования.

Для эргономической экспертизы составляется программа, в которой детально описываются все работы, которые должны быть выполнены в процессе её проведения.

Конечная цель инженерно-психологического проектирования — создание человеко-машинной системы, выполняющей определённые функции, при максимальном учёте человеческого фактора. Степень соответствия параметров системы её конечным целям называется эффективностью системы «человек — машина». Эффективная система имеет наилучшие показатели использования ресурсов



Оценка эффективности системы заключается в её испытаниях и оценке с точки зрения человеческих факторов, в определении уровня соответствия системы инженерно-психологическим требованиям. Эти требования зафиксированы в инженерно-психологических и эргономических стандартах.

Проведение экспертизы на различных этапах процесса проектирования системы позволяет вести инженерно-психологическое проектирование.

Оценке при этом подлежат:

- соответствие уровня подготовки и квалификации работающих характеру выполняемой работы, инженерно-психологические характеристики техники,

- социально-психологические факторы деятельности, условия деятельности и их соответствие психофизиологическим возможностям человека — оператора.

Ряд специфических методов повышения эффективности систем, использующих психологические и инженерно-психологические знания:

- методы профессионального отбора и обучения,
- использование социологических и социально-психологических методов.



