

Н. Данилик, студент каф. КСУП
Научный руководитель А.Е. Карелин, доцент каф. КСУП, к. т. н.
Разработка прикладного программного обеспечения телемеханики
инженерных систем для электромеханической службы
г. Томск, ТУСУР,

ЧЕЛОВЕКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТЕЛЕМЕХАНИКИ В МЕТРОПОЛИТЕНЕ

Рассматриваются принципы построения графических интерфейсов автоматизированных рабочих мест дежурного по станции метрополитена с позиций человеко-ориентированного проектирования. Проанализированы цветовое кодирование состояний, структура мнемознаков и их влияние на ситуационную осведомлённость оператора.

Ключевые слова: телемеханика, метрополитен, визуализация, мнемознак, цветовое кодирование, ситуационная осведомлённость.

1. Ситуационная осведомлённость и когнитивные ограничения оператора

Взаимодействие оператора с технической системой осуществляется на трёх уровнях: сенсорном (восприятие сигнала), когнитивном (осмысление) и моторном (ответное действие). Человеко-ориентированное проектирование направлено на минимизацию вероятности ошибок путём адаптации интерфейса к психофизиологическим особенностям человека.

Ключевым понятием является ситуационная осведомлённость — способность оператора воспринимать текущее состояние объекта, понимать его значение и прогнозировать развитие событий. Выделяют три уровня осведомлённости: восприятие, понимание и прогнозирование. Для поддержки высокого уровня осведомлённости критически важны визуальные характеристики интерфейса: цвет, форма и логическая группировка элементов.

Эргономические требования к рабочим местам операторов предписывают такое размещение элементов управления, при котором наиболее важные и часто используемые функции находятся в зоне немедленной досягаемости. В интерфейсах автоматизированных рабочих мест дежурного по станции (АРМ ДСП) это реализуется через статичную верхнюю панель навигации, представленную на рисунке 1.



Рисунок 1 - Верхняя панель навигации АРМ ДСП с кнопками вызова основных технологических разделов.

2. Цветовое кодирование состояний оборудования

Цвет является наиболее быстрым каналом передачи информации о состоянии объекта. В интерфейсах автоматизированных рабочих мест дежурного по станции применяется жёстко регламентированная цветовая схема, основанная на устойчивых ассоциациях. (таблица 1).

Таблица 1 — Цветовое кодирование состояний оборудования

Цвет	Состояние
Зелёный	Норма, работа, открыто
Красный	Авария, отказ, закрыто
Жёлтый	Предупреждение
Синий/серый	Потеря связи, недостоверность

Применение ограниченной палитры позволяет оператору одним взглядом оценить общую обстановку на мнемосхеме, не вчитываясь в цифровые значения. Красный цвет используется исключительно для аварийных сигналов, что исключает привыкание и сохраняет его привлекающую внимание силу. Дополнительно для критических событий применяется мигание, которое ещё сильнее акцентирует внимание.

3. Структура типового мнемознака

Основной единицей отображения оборудования является мнемознак — графический символ, заменяющий текстовое описание. Человек обрабатывает визуальный образ в несколько раз быстрее текста, поэтому использование мнемознаков существенно ускоряет восприятие информации. Типовой мнемознак имеет стандартизированную структуру, единую для всех типов управляемого оборудования. Пример такой структуры для задвижки приведён на рисунке 2.

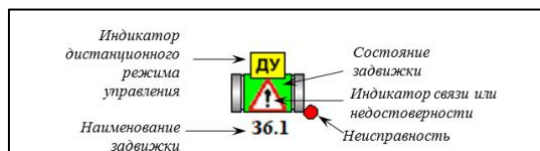


Рисунок 2 – Структура мнемознака задвижки

В состав мнемознака входят:

— **Состояние** — цветовое поле, отражающее текущее положение или режим работы устройства (зелёный — норма/открыто, красный — авария/закрыто).

— **Наименование** — текстовая метка устройства.

— **Индикатор дистанционного режима** — показывает готовность к приёму команд.

— **Индикатор неисправности** — сигнализирует о технической проблеме (синий восклицательный знак).

— **Индикатор связи** — появляется при потере связи или недостоверности данных (знак вопроса).

Наличие индикатора потери связи предохраняет оператора от принятия решений на основе устаревшей информации. Видя на экране зелёный мнемознак с вопросительным знаком, дежурный понимает, что реальное положение оборудования неизвестно, и не будет полагаться на эти показания.

4. Группировка информации и навигация

Информация на экране разделена на блоки, соответствующие технологическим подсистемам станции (вентиляция, дымоудаление, водоснабжение и др.). Переход между блоками осуществляется через панель навигации (см. рис. 1). Кнопки разделов имеют фиксированное расположение и размер.

Если в неактивном разделе возникает аварийная ситуация, соответствующая кнопка начинает мигать красным цветом. Это гарантирует, что оператор не пропустит критический сигнал. Звуковое оповещение дублирует визуальный сигнал.

5. Визуализация измерений и система оперативных сообщений

Для контроля технологических параметров (температура, давление, расход, уровень) в интерфейсе АРМ ДСП используются аналоговые мнемознаки замерных станций. Они отображают текущие числовые значения измеряемых величин. При нажатии на такой мнемознак открывается окно с графиком (трендом) изменения параметра во времени. Пример тренда температуры приведён на рисунке 3.

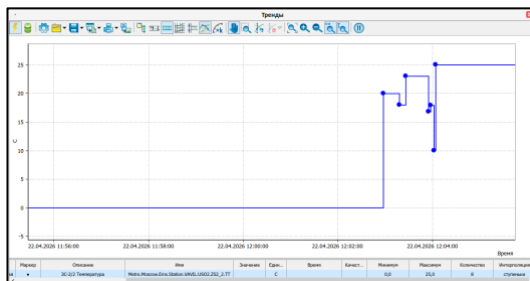


Рисунок 3 - Окно тренда аналогового параметра замерной станции.

Наблюдая за трендом, дежурный может заметить негативную динамику (например, постепенный рост температуры) задолго до достижения аварийной уставки и своевременно принять меры.

Оперативные сообщения (алармы) выводятся в нижней части экрана в виде цветных строк. Цвет фона сообщения соответствует его типу согласно таблице 1: аварийные сообщения выделяются красным, предупредительные — жёлтым, информационные — зелёным, сигналы неисправности — синим, снятие сигнала — белым. Аварийные сообщения требуют обязательного подтверждения (квитирования) нажатием специальной кнопки на панели навигации и сопровождаются звуковым сигналом. Пример области оперативных сообщений показан на рисунке 4.

Время генерации	Сообщение
22.04.2026 12:07:55.117	Станция Вавельская, КТБС1, Пожар (установлен)
22.04.2026 12:07:54.665	Станция Вавельская, КТБС1, Воскрытие ширфа (установлен)
22.04.2026 12:07:54.114	Станция Вавельская, КТБС1, Пожар ДР (установлен)
22.04.2026 12:07:53.764	Станция Вавельская, КТБС1, Открыто (установлен)
22.04.2026 12:07:53.454	Станция Вавельская, КТБС1, Закрыто (установлен)
22.04.2026 12:07:53.064	Станция Вавельская, КТБС1, Неисправность (установлен)

Рисунок 4 - Окно сообщений

Такая система позволяет оператору быстро оценить важность события и приоритизировать действия.

Единообразие визуальных компонентов на разных станциях метрополитена сокращает время обучения персонала и облегчает адаптацию при переводе сотрудников. Интерфейс автоматизированного рабочего места дежурного по станции соответствует базовым принципам человеко-ориентированного проектирования. Структурированные мнемосхемы, стандартизированное цветовое кодирование, визуализация трендов и система оперативных сообщений обеспечивают снижение когнитивной нагрузки на оператора и поддержание необходимого уровня ситуационной осведомлённости.

ЛИТЕРАТУРА:

1. ГОСТ Р ИСО 9241-210-2012. Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 210. Человеко-ориентированное проектирование интерактивных систем. – М.: Стандартинформ, 2013.
2. Стешина Л.А., Петухов И.В. Концепция человеко-ориентированного проектирования сложных технических систем. Современные наукоемкие технологии. – 2023. – № 7. – С. 92-96.
3. Человеко-ориентированный подход при проектировании систем визуализации автоматизированных объектов. Промышленные контроллеры и АСУ. – М.: Прософт, 2015.