

АСПЕКТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕХАНИКА-ОПЕРАТОРА В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ СУДОВОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ

Анализ перспектив автоматизации мирового флота свидетельствует, что преобладающей формой организации труда машинных команд на судах перспективного пополнения остаётся безвахтенное обслуживание силовой установки на ходу и при стоянке судна. В этом случае надежность работы каждого из механизмов должна обеспечивать его бесперебойную работу без обслуживания не менее 18 ... 24 часов в сутки. К таким судам в настоящее время относятся более 60 % всех автоматизированных судов мирового флота.

Надежность работы судовой эргатической системы (человек – машина) определяется показателями надежности силовой установки и вахтенного механика, особенно в экстраординарных ситуациях. Если в эргатической системе функционирует " n " технических звеньев, связанных между собой, то вероятность выхода из строя (отказ) этой системы по i -му техническому звену может быть определена по выражению:

$$F_i = P_i \cdot (1 - r_i) + (1 - P_i) \cdot r_i \cdot f_i, \quad (1)$$

где F_i - вероятность отказа эргатической системы по i -му техническому звену; P_i - вероятность безотказной работы i -го технического звена за время работы t ; r_i - условная вероятность своевременного обнаружения вахтенным (дежурным) механиком отказа i -го звена в случае его возникновения; f_i - условная вероятность своевременного устранения вахтенным механиком отказа i -го звена в случае его возникновения и своевременного обнаружения.

Вероятность безотказной работы судовой эргатической системы с учётом вероятности отказа i -го технического звена

$$\bar{F}_i = 1 - F_i,$$

если вероятности P_i , r_i , f_i независимы. В противном случае в (1) будут фигурировать условные вероятности соответствующих событий.

Предположим, что в рассматриваемой технической системе с последовательными звеньями оператор способен своевременно устранить отказы, возникающие в " k " звеньях из " n ". В этом случае надёж-

ность системы "человек-машина" \bar{F} , с учетом надежности оператора P_0 , определится соотношением:

$$\bar{F} = P_0 \cdot \prod_{i=1}^k \{1 - [P_i \cdot (1 - r_i) + (1 - P_i) \cdot r_i \cdot f_i]\} \cdot \prod_{i=k+1}^n P_i \quad (2)$$

где \prod – знак произведения.

Из выражения (2) следует, что надежность судовой эргатической системы обусловлена надёжностью оборудования и возможностями вахтенного механика своевременно парировать его отказы в процессе контроля и управления в рассматриваемом промежутке времени.

Под отказом механика-оператора можно подразумевать потерю способности правильно, точно и своевременно воздействовать на техническую систему в ситуации обслуживания для достижения желаемой цели. Отказ механика-оператора может наступить вследствие перегрузки или болезни, либо из-за недостаточной практической и теоретической подготовки. При этом имеет место снижение эффективности его работы, выражающееся в пропуске или искажении сигналов, задержке в передаче сигналов, в фильтрации потока информации, в снижении полноты в различии и опознании сигналов, в отказе от решения задачи, т.е. в прекращении деятельности. Величина каждого из упомянутых эффектов изменяется с возрастанием скорости входной информации, причём неравномерно и непараллельно друг другу.

Содержательная деятельность механика-оператора в ЦПУ заключается преимущественно в следующем.

1. Выявление необходимого и достаточного состава осведомительной и командной информации для успешного осуществления процесса контроля и управления силовой установкой.

2. Осуществление приёма, переработки информации и адекватная реакция на дальнейшее изменение алгоритмов управления и контроля.

3. Определение "оперативного алфавита" осведомительной и командной информации, т.е. выявление видов сигналов, которые превагируют в принятии решений.

На основе качественного анализа деятельности судового оператора могут быть достаточно точно отработаны качественные требования к средствам индикации, органам управления и их взаимной компоновке в центральном посту управления (ЦПУ) судовой энергетической установкой (СЭУ).

По способу использования различные средства индикации целесообразно разделить на такие виды:

а) для количественного чтения (эти индикаторы передают информацию в виде численных значений управляемых величин);

б) для качественного чтения (индикаторы, дающие информацию о направлении изменений параметров, т.е. увеличение или уменьшение; к какому классу или категории принадлежит наблюдаемое событие и т.п.);

в) для проверочного чтения (по показаниям приборов оператор решает простую задачу – по типу "да" или "нет", т.е. работает ли машина, нормален ли режим её работы, включен или отключен какой – то потребитель и т.д.).

В качестве элементов алфавита при кодировании сигналов целесообразно использовать цифры, буквы, геометрические фигуры, конфигурации и цвета. Исследования свидетельствуют, что при опознании на первом месте по точности является цифровой код, а цветовому коду следует отвести лишь четвертое место из перечисленных выше способов кодирования информации. В то же время для определения местоположения следует признать наилучшим цветовой код. Визуальные цветовые блоки контроля в ЦПУ СЭУ составляют 83 ... 92 %. Исследования на теплоходах Черноморского морского пароходства таких, как "Михаил Светлов", "Туполев", "Зоя Космодемьянская", "Герои Панфиловцы", "Пионер Одессы", "Белоруссия", "Одесса", подтверждают существенное превалирование визуальных цветовых блоков контроля над остальными. Это позволяет сделать вывод о том, что при выборе системы кодирования информации для контроля следует отдавать предпочтение цветовым визуальным блокам контроля, так как информационные возможности зрительного рецептора судового оператора можно использовать значительно лучше, чем других органолептических. Этот вывод не противоречит ОСТ 5.6025 – 72 [Цвета сигналов (мнемознаков) и их условное обозначение].

Психофизиологическими исследованиями установлено, что способности операторов, даже хорошо натренированных и имеющих практический опыт работы, принимать и правильно реализовывать информацию весьма ограничены 2 ... 8 бит/с. Поэтому с целью снижения утомляемости и увеличения пропускной способности оператора следует при проектировании судовых систем отображения информации (СОИ) выполнять такие мероприятия:

за счет рационального размещения звуковых и световых сигналов на информационных панелях СОИ снизить затраты времени на предварительные (приём вахты) и периодические (во время вахты) обходы машинного отделения;

не допускать информационного фона, т.е. разнотипности нормального состояния информационных устройств;

создавать такие алгоритмы управления, чтобы в процессе принятия решений участвовало возможно минимальное количество информации;

расположение приборов и преобразователей информации выполнять по группам наибольшей статической связанности;

уменьшение количества одновременно используемых приборов;

широкое использование мнемосхем, которые следует считать средством дополнительной стимуляции памяти оператора;

избыточность информации оператору не должна превышать 5 %.

В свою очередь недогрузка вахтенного механика вызывает ослабление его внимания, что приводит в конечном итоге к потере нормального ритма работы и ошибкам. Для уменьшения недогрузок целесообразно сократить до минимума время от запроса до воспроизведения информации СОИ и время формирования изображения от начала до окончания процесса. Интенсивность потока информации следует ограничить до 10 сигналов в час. При меньшем, чем 1 ... 2 сигнала в час наблюдается почти полное отсутствие внимания вахтенного. Поэтому следует обеспечить при проектировании повышенную "заметность" вновь появляющейся информации.

В судовых системах управления и контроля из года в год растет применение компьютерной техники. Однако это явление еще не позволяет утверждать о существенном снижении роли человека как индивидуума. Сокращение обслуживающего персонала СЭУ привело к повышению роли человека в управлении, не говоря уже о функциях обслуживания.

Одной из актуальных проблем создания эргатических систем является организация "диалога" между человеком и автоматами. С помощью различных судовых ЭВМ в настоящее время решают около 0,5 % потенциально возможных задач, что зависит от структурных и функциональных особенностей СОИ, которые совершенствуются из "поколения к поколению".

СОИ первого поколения представляют собой общеизвестные щиты контроля и управления, несущие в совокупности оператору много избыточной информации. Они остались на неавтоматизированных судах ранних построек.

СОИ второго поколения оснащены многофункциональными приборами, обслуживающими целые группы параметров. Они начали применяться на судах, автоматизированных на классы А2 или А1. Совместно с СОИ функционируют макро – и микропроцессоры.

СОИ третьего поколения включают в себя экранные устройства-дисплеи, позволяющие оператору вызывать или представлять на мониторе нужную информацию по механизмам и системам.

В настоящее время предпринимаются попытки создания СОИ четвертого поколения, позволяющие звуковой "диалог" между оператором и монитором. Параллельно решается задача создания "темного щита", на котором появляется информация либо в случае срабатывания АПС, либо по вызову оператора.

В заключение можно сделать следующие выводы.

1. В экспериментальной психологии накоплено множество данных, свидетельствующих, что выполняя самые элементарные операции, человек допускает ошибки, цена и величина которых может быть измерена. Анализ ошибок оператора в режимах наблюдения, слежения показал, что они не являются постоянными, а изменяются в зависимости от характеристик предъявляемых сигналов, степени сложности выполняемых задач, от условий обитаемости, функционального состояния нервной системы, степени его обученности, профессиональной интуиции и ряда других факторов. Многофакторность и их сложная иерархическая структура, а также степень взаимодействия этих факторов обуславливают случайность допускаемых оператором ошибок.

2. Среднесуточная трудоёмкость выполняемых в ходовом режиме работ по СЭУ не превышает 9 ... 12 человеко-часов, что подтверждает возможность и технико-экономическую целесообразность эксплуатации СЭУ автоматизированного судна без постоянной вахты в ЦПУ.

3. Применение дисплеев в ЦПУ позволяет существенно повысить надежность эргатического комплекса, в том числе и эффективность использования зрительного образа в представлении информации механику – оператору, что, в свою очередь, будет способствовать динамическому формированию концептуальных моделей ситуаций для принятия оперативных решений.

4. Трудовая деятельность судовых механиков-операторов в автоматизированных системах включает функции, связанные в основном с обменом и обработкой информации. Исходя из этого, проблему взаимодействия человеческого и технических звеньев следует прежде всего рассматривать с точки зрения оптимизации связей между составляющими эргатической системы. Поскольку к механику- оператору следует подходить как в значительной мере неизменному фактору, то приспособлять надо главным образом техническую систему, включающую автоматический контроль и управление СЭУ. Важной предпосылкой для осуществления упомянутого мероприятия является дальнейшее изучение способностей и производительности судового механика в роли оператора, специфических способностей к восприятию, переработке и представлению информации в конкретных условиях трудовой деятельности. Для того, чтобы можно было соответ-

вующим образом информировать найденные при этом закономерности, необходимо использовать критерии, пригодные для психофизиологической оценки деятельности судового механика – оператора, а также разработать градацию допустимых степеней его загрузки в зависимости от реальных условий работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ОСТ 5.6025 – 75. Цвета сигналов (мнемознаков) и их условное обозначение.
2. Петухов И.В. К вопросу обеспечения надёжности эргатических систем управления // Мехатроника, автоматизация, управления. – 2011. №21(118) – С. 25 – 30.