

Методические принципы оценки вариантов компоновки панелей управления РЭС

Задача согласования устройств отображения информации радиоэлектронных систем (РЭС) и технологического оборудования с эргономическими параметрами человека-оператора является, безусловно, важнейшей в обеспечении качества. При этом важны не столько характеристики отдельных параметров восприятия или моторных действий оператора, сколько оптимизация его деятельности в целом.

**Вадим Федоров,
д. т. н., профессор
Ирина Епанешникова,
к. т. н., профессор**

Наиболее ответственные элементы спецтехнологического оборудования и аппаратуры — это устройства управления и отображения информации.

По сути дела, панели управления и отображения являются центральным звеном всей схемы структурного агрегатирования при оптимизации систем «человек – машина – среда», в нем отражаются и все проблемы, решаемые системой на всех этапах агрегатированного управления (рис. 1). В настоящее время, к сожалению, нет отработанных объективных методик оценки вариантов компоновки панелей управления и отображения.

Разработка объективных прикладных методик оценки вариантов компоновки панелей представляет собой серьезную научно-практическую проблему,

теснейшим образом связанную с решением компоновочных задач и задач инженерной психологии и композиции.

Панели управления и отображения информации — это основные компоненты искусственной (перцептивной) среды для человека-оператора. Они определяют компоновку всей системы РЭС в зависимости от структуры и содержания операторской деятельности, габаритов и принципов планировки и компоновки рабочего места. Очевидно, что усложнение, повышение степени автоматизации РЭС, выбор и компоновка устройств отображения информации и устройств управления позволяют принципиально менять решение рабочего места.

Известно, что между формообразованием и внутренней компоновкой современных РЭС существует весьма слабая связь: схемы РЭС обладают большой компоновочной гибкостью. Это отрицательно сказывается на разработках сложных компоновочных решений РЭС, так как во многом утрачены инженерные идеи «подражания», функционализма, техницизма, единства формы и функции, общего модульного подхода к конструированию.

Необходимо отметить, что и эстетические факторы (прежде всего композиционные) организации среды важны для работы оператора. Однако формирование композиционного решения в процессе проектирования не получается автоматически, само собой и происходит из компоновки: необходимы определенные, особые подходы, критерии и средства для его разработки и учета.

Естественно, что оператор при работе с системами РЭС в оценке образов перцептивной среды особое внимание обращает на панели управления и отображения информации. Оператор, даже выполняя конкретную работу, не перестает воспринимать структуры перцептивной среды. Восприятие структур в трудовом процессе оператора является побочным и подчас весьма вредным: они не дают оператору отчетливого ощущения состояния процесса управления (и его среды!) Тем не менее, эти неосознанные воздействия оказывают существенное влияние на пси-

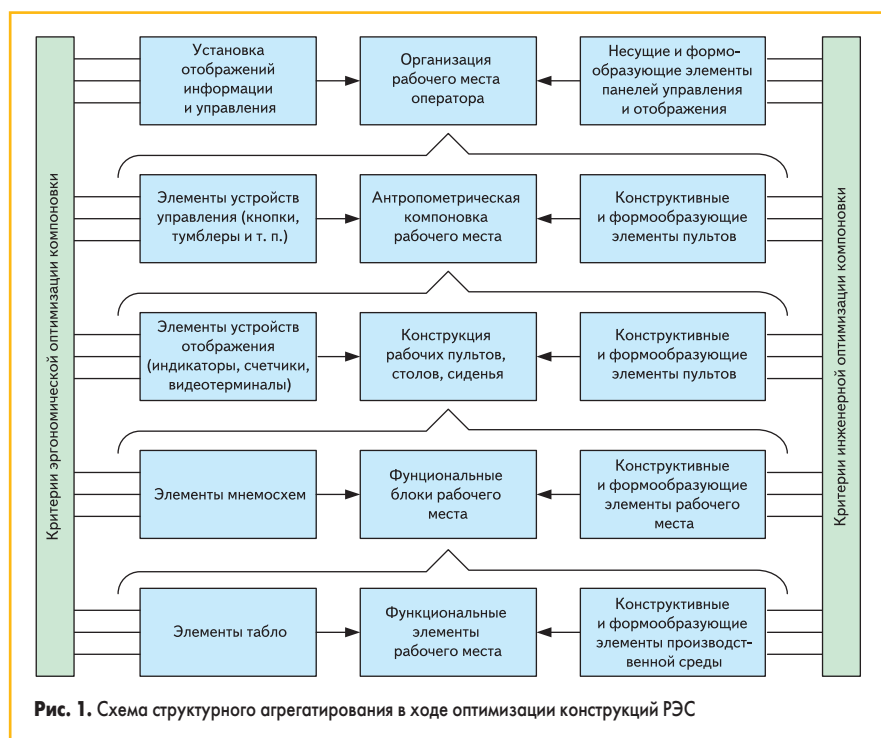


Рис. 1. Схема структурного агрегатирования в ходе оптимизации конструкций РЭС

хическую сферу человека-оператора. Незаметно для него эстетические восприятия суммируются и тонизируют его нервную систему. Это происходит и при физическом, и при умственном труде. Отмечено (что весьма важно), что активное влияние эстетических факторов больше всего проявляется на фоне начинающегося утомления.

Как мы отметили, панели управления и отображения информации являются основными согласующими элементами в системе «человек – машина – среда». Создание информационных моделей регулируемого объекта (системы) определяется в качестве главного предмета эргономики.

В эргономике уже давно обеспечен переход от знаний об отдельных сторонах и условиях протекания человеческой деятельности к созданию целостной теории проектирования деятельности, которая позволяет провести строгую классификацию эргономических факторов и гармонично объединить их в стройный и логичный научно-методический комплекс.

Критерии оптимальности, используемые в проективной эргономике, отражают степень эффективности системы (производительность, точность, надежность) и ее соответствия психофизиологии человека (уровень напряженности, утомление человека и т. п.). Эти критерии учитывают взаимосвязанное влияние на деятельность человека психологических, физиологических, антропометрических и гигиенических факторов, определяемых соответствующими параметрами системы «человек – машина – среда».

Анализ причин, вызывающих изменения функционального состояния оператора, показывает, что их можно разделить на две основных группы: причины, связанные с физическими характеристиками воздействующих факторов, и причины, обусловленные информационной структурой и содержанием сигналов. Очевидно, компоновка панелей управления и отображения информации как раз и дает возможность менять информационную структуру выполнения оперативных задач. Анализ психофизиологических сдвигов оператора позволяет считать, что физиологический показатель играет роль переменной состояния и уточняет условия поведения системы. Изменчивость показателя позволяет рассматривать его для оператора как индикатор стабильности.

Изучение характера изменчивости может осуществляться в различных масштабах времени и определяет время, необходимое для проведения психологического эксперимента:

- Малый масштаб времени требует изучения характеристик биологического фонового шума изучаемых систем. Анализ шумовых сигналов позволяет предсказывать психологическую изменчивость. Это существенно при анализе работы оператора, когда действует ряд факторов, воздействие которых необходимо оценить и выявить. Анализ шумовых сигналов может дать возможность выявить структуру деятельности оператора и те критические факторы, которые влияют на психологическую изменчивость или со временем будут давать другие сдвиги.

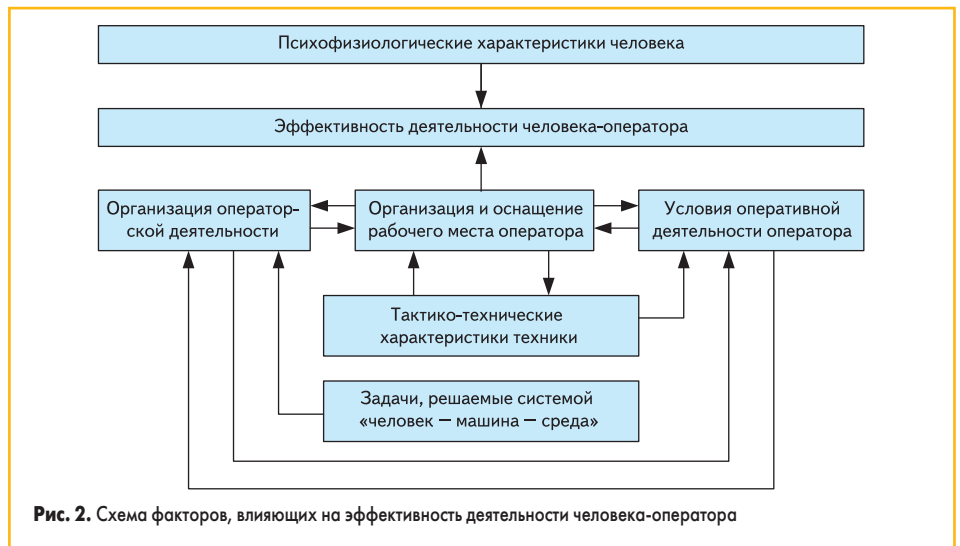


Рис. 2. Схема факторов, влияющих на эффективность деятельности человека-оператора

Анализ энцефалографического фонового шума позволяет прогнозировать деятельность оператора.

- Средний масштаб времени позволяет выявить медленные флуктуации состояния человеко-машинной системы управления. Колебания разных вегетативных показателей (они имеют стабильные индивидуальные характеристики) можно привести в соответствие с некоторыми поведенческими характеристиками — эмоциональной нестабильностью, двигательной импульсивностью, позотоническим утомлением и т. п.
- Длительный масштаб времени дает возможность учитывать характеристики изменчивости системы, которые дают основу возникновения профзаболеваний или патологических сдвигов. В этом случае могут учитываться также и адаптивные или возрастные факторы.

Применительно к проективной эргономике, в ситуации выполняемых человеком-оператором функций, лучше всего подходит малый масштаб времени. Это особенно проявляется при анализе энцефалограмм оператора во время выполнения им оперативных задач.

Схема факторов, влияющих на эффективность деятельности оператора, показана на рис. 2.

Эргономические показатели качества позволяют определить критерии оценки влияния этих факторов. Гигиенический, антропометрический, физиологический показатели можно оценить однозначно в качестве соответствия, а оценка психологического показателя требует комплексного подхода, так как он зависит от множества факторов и сложности выполнения оперативных задач.

Опыт разработки компоновочных решений панелей управления позволяет считать, что психологический показатель является основным, определяющим эргономическое качество прибора. Компоновка панелей управления позволяет менять сложность выполнения оперативных задач. Психологическая эффективность работы оператора с панелью управления в основном зависит от легкости принятия решения при выполнении оперативных задач, что определяет выразительность семантических функциональных связей между элементами панели.

Номенклатура эстетических (в том числе композиционных) показателей представляет большую специфику. Исходя из опыта проектирования мы сделали попытку определить номенклатуру эстетических показателей и процедуру эстетической проектной оценки изделия. Анализ эстетических качеств элементов панели и их влияния предложен по следующим критериям:

- функциональная важность элемента;
- соотношения элемента с общим композиционным ансамблем (пропорциональность);
- эстетическая выразительность элемента;
- гармоничность сочетания элемента с целым (плоской композицией панели);
- масштабность элемента;
- материал и качество исполнения элемента;
- форма и качество исполнения;
- цвет и качество исполнения.

Хотя эстетический показатель и является интегральным, отражающим целостность чувственного восприятия, поэлементный анализ позволяет наметить пути для совершенствования эстетического решения РЭС (рабочих мест оператора). Поиск единого критерия оценки приводит к понятию изучения процессов эстетических связей. Все процессы связи между оператором и панелью управления могут осуществляться путем визуальных коммуникаций посредством знаков, графических символов, сигналов, с помощью которых панель управления влияет на поведение или эмоциональное состояние человека-оператора и наоборот. Панель управления представляется в виде информационной модели, которая соответствует основному определению знака в семиотике, составляющую основу исследования и разработки информационных моделей.

Она, как известно, изучается на трех уровнях, представляющих различные типы абстрагирования (таблица).

Компоновку панели управления можно представить как кодирование информации на всех уровнях семиотики. Поэтому при компоновке и оценке панели управления следует соблюдать самые общие требования оптимальных случаев кодирования, что позволяет уменьшать энтропию выполнения оперативных задач, так как выразительность семанти-

Таблица. Структура уровней семиотики

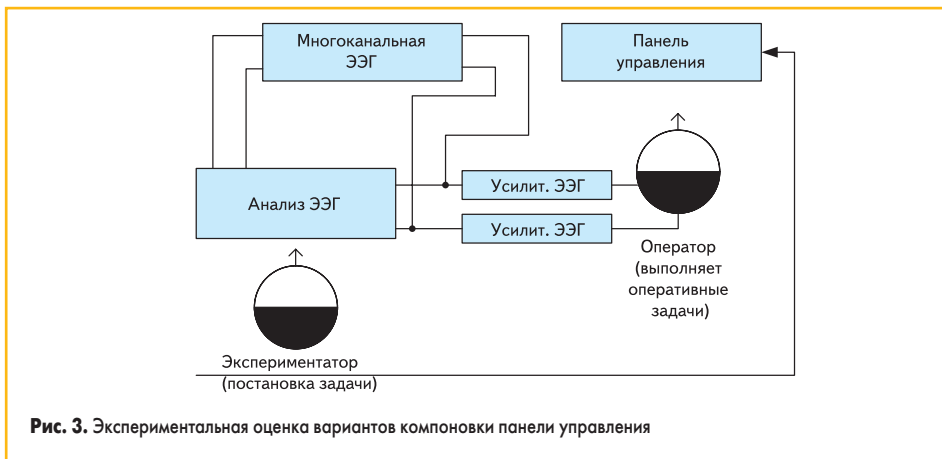
Синтаксический уровень	Семантический уровень	Прагматический уровень
Изучает знаки и отношения между ними	Изучает отношения между знаками и содержанием, то есть символы	Изучает отношения между символами и потребителем, то есть сигналы
Определяет		
Чувственное восприятие	Логическое восприятие	Эффективность деятельности
Соответствует		
Статистическая вероятность	Индуктивная вероятность	Субъективная вероятность
Творческий уровень		Потребительский уровень

ческих функциональных связей меняет вероятность.

Исследование и оценку вариантов компоновки можно провести с помощью экспериментальной установки, позволяющей ставить и решать оперативные задачи, оценивать время выполнения оперативных задач и психологические сдвиги оператора во время их выполнения (рис. 3).

Для оценки психофизиологических сдвигов оператора производится корреляционный анализ электроэнцефалограмм (ЭЭГ) в реальном масштабе времени. Сначала определяются психофизиологические качества оператора по общепринятым методикам. После этого оператор выполняет конкретные оперативные задачи.

Время выполнения задач и оценка психофизиологических сдвигов оператора позволяют судить о соответствии компоновки панели управления стереотипу деятельности оператора. Если параметры, различающие две компоновки друг от друга, незначительны, то вводится варьирование условиями внешней среды, степенью подготовки оператора или дефицитом времени, а компоновки оцениваются, исходя из принципа максимальной


Рис. 3. Экспериментальная оценка вариантов компоновки панели управления

стабильности. Чувствительность метода корреляционного анализа ЭЭГ позволила искать способы объективизации субсенсорного эстетического восприятия оператора.

Необходимо отметить, что при планировании экспериментов из-за большого количества факторов, связанных с присутствием человека-оператора, применялись психологические методы, что соответствует потребностям проектирования панелей управления. В качестве критерия достоверности результатов наиболее приемлем критерий χ^2 , сравнивающий вероятности появления события в двух различных сериях опытов.

Вычисляя в конкретном случае величину χ^2 и сравнивая ее с доверительной границей, можно принять или отбросить первоначальную гипотезу с вероятностью ошибиться в последнем случае 0,05. Тем самым дается ответ на вопрос, являются ли различия в полученных распределениях случайными или же достоверными, что, в свою очередь, дает возможность оценить изменения биоэлектрической активности мозга оператора.

Исследования компоновок панелей систем РЭС позволяет считать, что решающим фактором качества компоновки панели управления можно считать информационную функциональную структуру панели управления на всех уровнях семиотики.

При оценке панелей управления необходимо разделять оценки — эргономическую, которую определяет логическое восприятие, и эстетическую, которую определяет чувственное восприятие.

Корреляционный анализ ЭЭГ позволяет далее в процессе проектирования оценивать эффективность выполнения оператором оперативных задач.

Литература

1. Федоров В. К. Избранные труды в 5 томах. Т. 3. М.: Экономика и финансы, 1997.
2. Человеческий фактор / Под ред. Г. Салвенди. Пер. с англ. В 6 томах. Т. 4: Эргономическое проектирование деятельности и систем. М.: Мир, 1991.