

Министерство образования и науки РФ

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

А.К.Кондаков

# **ХУДОЖЕСТВЕННО – КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА ЛИЦЕВОЙ ПАНЕЛИ РЭС**

Методическое пособие  
по выполнению практического занятия:  
«Художественно – конструкторская разработка  
лицевой панели радиоэлектронного устройства»

2009

# **Художественно – конструкторская разработка лицевой панели радиоэлектронного устройства**

## **1. Цель работы**

Приобретение навыков эргономического и художественно – конструкторского проектирования лицевой панели управления радиоэлектронной аппаратуры технологического назначения.

## **2. Методические указания**

Высокие потребительские свойства РЭС определяются не только его техническими (тактико-техническими) характеристиками, но и эргономичностью его внешних элементов, их художественно – конструкторским решением, эстетической выразительностью формы изделия и т.д.

Лицевая панель является своеобразной «визитной карточкой» РЭС объекта управления и одновременно – объектом информационного и эстетического восприятия.

Основополагающим принципом художественного конструирования лицевой панели является её структурирование, т.е. формирование сенсорного поля (зоны индикации), моторного поля (зоны управления), зоны подсоединения к внешним устройствам (зоны коммутации).

Практическое занятие включает в себя практическое выполнение студентом индивидуального варианта задания, в котором перечислены элементы, составляющие структуру лицевой панели, т.е. перечислены те элементы, которые должны быть расположены на лицевой панели устройства. Состав структуры установочных элементов лицевой панели содержит три группы: индикаторы; органы управления; различные вспомогательные, присоединительные и прочие элементы (клеммы, гнезда, колодки и т.п.), обеспечивающие функционирование устройства данного назначения. Для определенности в каждой группе указаны позиционные обозначения элементов, типы индикаторов, названия, количество и обозначения фиксированных положений органов управления и элементов коммутации. Во втором столбце каждого варианта задания указано назначение и цель работы каждого устройства, что позволяет сформулировать наименование данного устройства и предусмотреть его выполнение на лицевой панели в виде шильдика или посредством трафаретной печати (допускается сокращенное обозначение).

Выполненная работа должна быть представлена студентом в виде изображения лицевой панели с размещенными на ней, согласно варианту задания, установочными элементами на формате А4 в альбомном исполнении. Допускается цветное исполнение работы. Выполнение лабораторной работы допускается в электронном виде. Спроектированная лицевая панель не сопровождается угловой надписью чертежа (штамп) и на ней не проставляются размерные отношения. Рядом с изображением лицевой панели в правом верхнем углу должны быть указаны фамилия и группа студента, а также номер выполненного варианта задания. Возле каждого элемента, представленного на лицевой панели, обязательно должно быть текстовое сопровождение,

с указанием назначения данного элемента, обозначения позиций у переключателей, кнопок, гнезд и т.д. Шрифт надписей только прописными буквами, допускается любое их сокращение, исходя из композиционного решения.

При выполнении работы можно представить несколько примеров решения композиции лицевой панели одного и того же варианта.

Исходя из опыта художественно – конструкторского проектирования лицевых панелей РЭС, следует оговориться, что нельзя дать готовых «рецептов», как сделать то или иное решение художественно совершенным, и жесткие рекомендации здесь недопустимы. Поэтому укажем только обоснованную последовательность работ при художественном конструировании и эргономической отработке лицевых панелей управления (ЛПУ).

Последовательность работ при художественном конструировании ЛПУ включает:

- Анализ исходных данных проектирования и подбор комплектующих элементов;
- Структурирование ЛПУ;
- Эргономическое обеспечение ЛПУ;
- Композиционная отработка ЛПУ;
- Цветовая проработка;
- Выбор варианта декоративного решения ЛПУ.

### **2.1 Анализ исходных данных для компоновки ЛПУ**

Художественно – конструкторская разработка ЛПУ возможна только после решения таких вопросов как:

- Распределение функций между человеком и РЭС;
- Согласование информационного потока сигналов с реальной информационной пропускной способностью человека;
- Выбор физического алфавита сигналов и их параметров и т.д.

После этого подбирают конкретные типы информационно - управляющих элементов (комплектующих панели) с учетом конкретных условий эксплуатации. Выбор комплектующих должен производиться комплексно по соответствующим конструктивным, электро- и светотехническим или другим характеристикам.

В связи с отсутствием конкретного технического задания (ТЗ) на выполнение лабораторной работы по художественному конструированию ЛПУ, где как раз и должны быть сформулированы вышеперечисленные требования к характеристикам элементов ЛПУ и условия эксплуатации РЭС, при выполнении контрольной работы основное внимание обращается только на композиционное решение ЛПУ. Таким образом, в нашем случае проектировщику ЛПУ предоставляется широкий простор выбора формы, типа, вида, конструкции и т.п. тех установочных элементов, указанных в соответствующем варианте задания. Такой подход в решении позволяет студенту творчески проявить максимальные возможности понимания задач художественного конструирования и методики компонования ЛПУ, для достижения основного

требования дизайна – создания высокохудожественного решения ЛПУ, отличающегося высокой степенью выразительности и гармоничностью.

Следуя теоретическим положениям дизайна, технической эстетики, художественного конструирования, теории композиции при проектировании лицевых панелей, необходимо соблюдать требования по масштабному и стилевому соответствию внешних установочных элементов индикаторов и органов управления, так как невыполнение этих требований отрицательно скажется на художественно – выразительном облике всего изделия. При подборе элементов ЛПУ или их оригинальном самостоятельном проектировании необходимо оценивать возможности их визуальной – композиционной сочетаемости и формально – стилистического единства.

При выборе средств отображения информации следует обратить внимание на существующие разновидности индикаторов. Индикаторы могут быть:

- Шкальные;
- Жидкокристаллические;
- Люминесцентные;
- Электроннолучевые;
- Накальные;
- Газоразрядные и т.д.

При выборе органов управления (ОУ) основные требования диктуются необходимостью обеспечения высокой надежности, точности и скорости оперативной деятельности оператора. Это зависит не только от особенностей исполнительных механизмов ОУ, но и в большой степени от удобства сенсомоторной части внешнего установочного элемента, т.е. кнопок, клавиш, ручек или рукояток управления.

Современная тенденция микроминиатюризации РЭС иногда некритически переносится на ЛПУ и ее информационно – управляющие элементы. Это вступает в серьезное противоречие с требованиями антропометрии человека и его психофизиологическими характеристиками. Поэтому нельзя бесконечно уменьшать размеры информационных знаков, а также кнопок и ручек органов управления.

Органы управления на ЛПУ должны быть легко различимы визуально или тактильно, кроме того, в их конструкции должны быть заложены рациональные усилия переключения, углы поворота, размеры, связанные с антропометрией руки, и высокие эстетические качества.

Как правило, панель ЛПУ и ОУ решаются в резком контрасте по цвету, фактуре, пластическому решению и материалу.

Органы управления для РЭС по характеру прилагаемых к ним рабочих усилий и конструктивным особенностям внешних установочных элементов делятся на несколько основных типов:

- Кнопки и клавиши;
- Рычажные переключатели (тумблеры);
- Поворотные переключатели и выключатели;

- Ручки плавной настройки;
- Маховички (для плавного динамического регулирования с большой точностью при больших сопротивлениях перемещений).

В связи с большой информационной насыщенностью ЛПУ современных РЭС имеется тенденция конструирования органов управления, совмещенных с индикаторами. Например, клавиши с подсветкой, кнопки с встроенным светодиодом, переключатель со шкалой и т.д.

При выполнении работы не запрещается использовать оригинальную форму ОУ, разработанную самостоятельно и композиционно обеспечивающую гармоничность восприятия всей ЛПУ.

## **2.2 Структурирование лицевой панели управления**

Основопологающим принципом организации ЛПУ является расчленение её на три функциональные зоны:

- индикации;
- управления;
- коммутации.

Расположение зон, подчиняясь эргономической закономерности, варьируется в зависимости:

- от насыщенности каждой зоны элементами;
- от ориентации элементов в пространстве;
- от соотношения сторон панели, т.е. от конкретного конструктивного варианта исполнения РЭС.

Число элементов индикации, коммутации и управления на ЛПУ РЭС может быть различным, но все они являются источниками информации. Известно, что психологические возможности человека по восприятию информации ограничены. Часто называют число одновременно успешно контролируемых человеком информационных объектов не превышающее  $7 \pm 2$  (ограничение объема оперативной памяти).

Учитывая это, а также свойство структурности восприятия, целесообразно производить предварительную группировку элементов ЛПУ, а затем размещение их по функциональным зонам. За счет этого происходит укрупнение единицы информации, облегчается ее восприятие, сокращается общее время регулирования, повышается надежность работы оператора.

Можно выделить три основных принципа структурирования ЛПУ:

- группировки;
- взаимосвязи;
- приоритета.

Принцип группировки включает следующее. При количестве установочных элементов на ЛПУ свыше 20...30 их следует разбивать на несколько визуальных отличных групп. Группировка информационно – управляющих элементов может осуществляться на логическом и формальном уровнях.

По логическому признаку объединению в функциональные группы подлежат элементы ЛПУ, связанные между собой:

- по общности выполняемых задач, функций и т.п.;
- по принадлежности к соответствующему обслуживаемому комплексу, системе, объекту и т.д.;
- по каналам и т.д.

Если подобное объединение невозможно, то элементы ЛПУ объединяются в функциональные группы по формальному признаку, т.е. по внешней однотипности элементов:

- группа клавиш;
- группа кнопок;
- группа лампочек;
- группа индикаторов;
- группа разъемов, клемм и т.д.

С позиций более эффективной работы оператора, лучшей его ориентации и более быстрого освоения ЛПУ логический принцип ценнее формального.

Принцип взаимосвязи имеет две стороны:

- Одна связана с функциональными взаимосвязями между органами управления и индикаторами внутри функциональной группы;
- Другая учитывает взаимосвязь этих элементов и функциональных групп с позиций последовательности их использования в процессе работы.

В большинстве случаев изменение положения органа управления должно отражаться на соответствующем индикаторе. При этом соблюдается следующее правило. Увеличению параметра на индикаторе должно соответствовать движение органа управления вверх, вправо или по ходу часовой стрелки. Это принцип так называемого совмещения стимула и реакции. В этом случае связанные органы управления и информации рекомендуется располагать в одной плоскости.

Для правильного и удобного размещения элементов и функциональных групп на ЛПУ надо учитывать алгоритм работы оператора с ЛПУ.

Принцип приоритета учитывает функциональную важность и значимость информационно – управляющих элементов и функциональных групп на ЛПУ.

Установление приоритета может осуществляться:

- По оперативной значимости показаний индикаторов, либо степени воздействия органа управления на работу системы в целом;
- По требуемой точности считывания показаний с индикатора, либо регулировочных операций органа управления;
- По частоте обращения к элементу управления или индикации в процессе работы.

Элементы и функциональные группы, получившие приоритет, размещаются в зонах, где имеются наилучшие условия для их восприятия и досягаемости.

Рассмотренные принципы не могут считаться абсолютными, зачастую они вступают в противоречие друг с другом. Однако их учет необходим в процессе работы над компонованием лицевой панели управления.

Помимо указанных принципов, существуют еще и композиционные принципы, которые также способствуют лучшей организации лицевой панели, но уже с эстетических позиций её восприятия.

После объединения информационно – управляющих элементов ЛПУ в функциональные группы, выявления взаимосвязи и приоритета между ними предварительно схематично намечается размещение основных функциональных зон на ЛПУ. Учитывая асимметрию человеческого организма, зона индикации должна смещаться влево, а зона управления – вправо. Зону коммутации предпочтительно оставлять в горизонтальном ряду снизу лицевой панели.

При большом количестве индикаторов, т.е. насыщенной зоне индикации, её целесообразно развивать, используя всю верхнюю часть ЛПУ по горизонтали, или же занимать всю левую часть панели.

### **2.3 Эргономическое обеспечение лицевой панели**

Эргономическое обеспечение ЛПУ сводится к нахождению такого оптимального варианта размещения всех комплектующих элементов ЛПУ, которое гарантирует оптимальный прием и переработку поступающей информации и обеспечивает максимальное удобство оперативного обслуживания оператором.

Особенности учета антропометрических параметров человека в процессе проектирования ЛПУ проявляется в правильном выборе размеров внешних установочных элементов органов управления и расстоянием между соседними органами управления на панели.

Структурирование и зональный принцип компоновки ЛПУ, что является собственно основным в выполнении лабораторной работы, позволяет условно говорить о формировании в процессе разработки ЛПУ информационного, коммутационного и моторного полей на плоскости ЛПУ. Каждое из них и все они вместе формируют для оператора информативное поле ЛПУ. Таким образом, в общем случае информационными элементами ЛПУ, к которым применим эргономический подход и требования эргономического обеспечения, являются:

- Ручки органов управления;
- Лицевые части средств отображения информации;
- Элементы информационного обеспечения, поясняющие значения сигналов индикаторов, регулировок органов управления, подключений, принадлежность к фирме (надписи, графические знаки и т.п.);
- Элементы внешней коммутации (разъемы, гнезда, клеммы);
- Конструктивные детали (приборные ручки, крепеж и т.п.);
- Вспомогательные (предохранители и др.) и декоративные элементы (шильдики, наклейки, планки с надписями и т.п.).

Практические рекомендации по расположению информационных элементов ЛПУ, учитывающие эргономическое обеспечение ЛПУ и правильное выполнение контрольной работы, заключаются в следующем:

- Основные индикаторы располагать в пределах оптимальной зоны видения;
- Под зону индикации предпочтительно оставлять верхнюю часть ЛПУ с тенденцией левого смещения;
- Если смена информации на индикаторах происходит часто их предпочтительнее размещать левее (увеличивается вероятность обнаружения сигнала);
- Если требуется высокая скорость и точность считывания информации, то индикаторы надо размещать в центре ЛПУ или правее;
- Если на одной ЛПУ имеются и стрелочно – шкальные индикаторы и индикаторы подсветки, то первые надо размещать правее, вторые – левее;
- При использовании шкальных устройств индикации надо стремиться к единой форме шкал, горизонтальному их расположению и единообразной ориентировки начала отсчета. Рекомендуется использовать для горизонтальных рядов «девятчасовую», а для вертикальных – «двенадцатчасовую» нулевую отметку шкалы;
- Количество индикаторов в одном ряду должно учитывать психофизиологический предел восприятия ( $7 \pm 2$ ).

Основные требования к надписям на ЛПУ:

- Надписи должны располагаться по горизонтали и читаться слева – направо;
- Должны быть лаконичными, краткими, с допустимыми сокращениями;
- Должны легко читаться на расстоянии зон досягаемости;
- Выполняться прямым шрифтом прописными знаками;
- Не допускать разнообразия каллиграфического исполнения.

Формирование моторного поля ЛПУ (расположение органов управления) во многом определяется особенностями информационного поля, но имеются также и принципиальные соображения:

- Функционально связанные органы управления и органы отображения информации должны располагаться вблизи друг друга. Как правило, органы управления располагаются снизу или справа относительно индикатора;
- Предпочтительным является расположение кнопок, клавиш, тумблеров в горизонтальном ряду. В исключительных случаях допускается вертикальное расположение, при этом промежутки между краями клавиш не менее 10 мм.

Итак, перечислим наиболее важные и общие соображения, которыми необходимо руководствоваться при выполнении контрольной работы при размещении установочных элементов на лицевой панели РЭС:



- Предпочтительна рядная расстановка любых компонентов панели. Для этой цели удобно вводить специальную координатную сетку с шагом 20 мм;

- Лампочку и тумблер (или клавишу с подсветкой), относящиеся к включению сети следует располагать вне оперативной рабочей зоны. Это же касается и всех вспомогательных элементов ЛПУ;

- На лицевой панели не должно быть ничего лишнего, не несущего информацию оператору. По возможности надо использовать такие элементы, которые не имели бы видимых снаружи крепежных деталей (рекомендуется применять фальшпанели);

- Элементы коммутации устанавливать в основном по нижнему краю лицевой панели.

## **2.4 Композиционная обработка лицевой панели**

Необходимо сознавать, что лицевая панель любого прибора является не только информационным элементом, орудием управления человека - оператора, но и объектом эстетического восприятия. Для достижения художественно – эстетического совершенства требуется применение специальных художественных средств, которые рассматриваются в лекционной части курса.

Художественно – конструкторская обработка ЛПУ влияет на степень внимания оператора. А от уровня внимания зависят чувствительность анализаторов, величина поля зрения, продуктивность запоминания, скорость двигательных реакций и др. характеристики человека.

Поэтому организацию сигналов, информационно – управляющих элементов на ЛПУ за счет цвета, яркости, размера следует выполнять так, чтобы повысить эффективность деятельности оператора.

Решение задач художественной композиции и цветовой проработки лицевой панели должно осуществляться не за счет снижения эргономичности или ухудшения технологичности прибора, а, напротив, путем их улучшения на завершающих этапах проектирования.

При композиционной обработке ЛПУ следует учитывать особенности нашего восприятия и использовать это в соответствующих средствах композиции, применяемых в работе над ЛПУ.

Перечислим некоторые закономерности зрительного восприятия:

- Зрительное восприятие происходит в направлении:
  - от больших по размеру элементов к меньшим;
  - от более контрастных к фону и насыщенным по цвету элементов композиции к менее контрастным и насыщенным;
  - от сгущенных к разряженным областям композиции;
  - по контуру к динамическим осям элементов композиции (динамическая ось – направление деформации фигур, тел, поверхностей).

- Свойство структурности человеческого восприятия, связанное с последовательным разворачиванием признаков, перекодировкой и укрупне-

нием единиц информации, проявляется в том, что наша зрительная система группирует элементы композиции:

- по размерам;
- по форме;
- по контрасту, цвету, фактуре;
- по плотности расположения;
- по направлению главных динамических осей.

• Движение глаз по наклонным направлениям осуществляется медленнее и менее точно, чем по горизонтали и вертикали.

Если элементы ЛПУ имеют сложную структуру, разбросаны по воспринимаемому полю, различаются по форме, то размещение их на **модульной основе (по сетке)** создает некоторое единство, что сокращает время поиска нужного прибора на ЛПУ или сигнала. Однако, будучи абстрактным выразителем порядка, модульная сетка может сделать композицию монотонной, лишить ее выразительности. Поэтому нельзя сводить композиционное построение элементов ЛПУ лишь к формальному использованию метода модульной координации и забывать о таких активизирующих внимание средствах композиции как контраст, цвет, ритм и др.

Одним из средств устранения монотонности на ЛПУ является асимметричное расположение элементов на лицевой панели. Если **симметричная композиция** создает ощущение компактности и подчеркивает статичность построения, то **асимметрия** придает динамический характер, что иногда является важным моментом с целью управления вниманием оператора.

Динамичность асимметричной композиции обычно возникает за счет неравенства величин и форм комплектующих ЛПУ элементов и их неравномерного распределения относительно осей координат и др. Во всех случаях движение «направлено» в сторону наиболее «активного» (резко выделяющегося из окружающих) элемента. Однако при этом должно сохраняться «зрительное равновесие» масс.

Чтобы асимметричная композиция не представляла собой хаотического нагромождения различных форм, их надо согласовывать по какой либо пропорциональной системе: арифметической (по модулю), геометрической (по подобию), «золотому сечению» и др.

Организуя композицию ЛПУ с учетом свойств **динамичности**, нужно добиваться, чтобы направление восприятия осуществлялось от краев к центру панели.

На ЛПУ с симметричным расположением главных элементов композиции (элементов больших размеров, контрастов и цветовой насыщенности) второстепенные элементы необходимо размещать симметрично относительно главных.

В РЭА часто возникает задача размещения большого числа сходных по форме, размерам элементов (сигнальные лампочки, клавиши, табло, приборы и т.д.). В теории композиции известно два вида закономерной повторяемости: метрическая и ритмическая.

Наиболее интересные композиционные возможности дает применение **ритма**. Он предполагает закономерное изменение либо расстояний между элементами, либо их числа в группах, либо свето – цветовых отношений. Ритмическое построение и акцентирование осуществляются легче, если число элементов в ряду нечетное. Ритмический ряд должен быть завершен и слева, и справа применением различных приемов, например, включением в крайние группы новых элементов, увеличением интервалов между крайними группами и др.

Одним из сложных вопросов композиционного построения является вопрос масштабного соответствия и масштабной соразмерности изделий. Прежде всего, **масштабность** обеспечивается за счет соразмерности изделия, его частей и элементов по отношению к человеку, которая базируется на данных антропометрии. Также она проявляется через масштабность изделия по отношению к предметному окружению интерьера или комплексу оборудования, в состав которого оно входит. Наконец, она определяется внутренней композиционной масштабностью элементов изделия между собой, между элементами и частями изделия, а также между ними и изделием в целом.

Усиление эстетических свойств композиции можно произвести использованием мощных средств – **контраста и нюанса**. Они, как правило, присутствуют одновременно в композиционном решении ЛПУ, придавая особую выразительность композиции в целом. Контраст проявляется в размерах, фактуре, яркости, цвете элементов ЛПУ и т.п. Нюанс (незначительное изменение признака) дополняет контраст и придает композиции в целом мягкость восприятия формы.

Проанализируем основополагающие принципы композиционного построения, соблюдение которых обязательно для каждой композиции (в нашем случае лицевая панель прибора).

Композиция должна строиться таким образом, чтобы в отдельных ее элементах был различим признак целого, чтобы большее повторялось в малом. Этот принцип носит название **принципа повторяемости**. Среди многих признаков композиции должен быть хотя бы один такой, который, во-первых, присущ всем элементам и, во-вторых, является характерным для композиции в целом.

Например, если для композиции в целом характерны прямолинейные очертания, то и отдельные элементы должны быть очерчены строго прямыми линиями. И наоборот, если основные очертания прибора плавные и округлые, то это должно также находить отражение в отдельных составляющих и частях изделия.

Часто ведущим признаком является геометрическое **подобие элементов, частей и целого** всей конструкции. Это выявляется совпадением или параллельностью динамических осей главных и второстепенных элементов и способствует впечатлению целостности композиции, что, как мы уже отмечали, и является основной задачей художественного конструирования.

При всем этом надо учесть, что при наличии общих признаков для большинства элементов они не должны быть слишком схожими между со-

бой, т.к. это приводит к монотонности и лишает композицию художественной выразительности.

Все элементы композиции должны быть упорядочены относительно композиционного центра (отправного пункта в маршруте восприятия формы). **Принцип соподчиненности** осуществляет упорядочение по признаку, который в разных элементах выражен с разной силой. То есть соподчиненность основана не на сходстве, а на различии свойств элементов. Причем это различие должно быть достаточно явным и легко воспринимаемым.

Важно найти оптимальное соотношение между главными и второстепенными элементами композиции.

Созданию определенной иерархии зон внимания способствует целенаправленное использование различных средств композиции и акцентировки: таких как пропорционирование, масштаб, ритм, контраст, светотень, фактура и др. В применении каждого средства композиции надо находить ту самую «золотую серединку», которая и наделяет проектируемое изделие высокими эстетическими качествами, отличающими его от аналогичных изделий по применению.

Важным в теории композиции является наличие **ядра композиции** проектируемого устройства, чаще всего им является смысловой центр изделия. Наиболее простыми способами выявления ядра (центра) композиции являются:

- членение рабочего поля таким образом, чтобы центр композиции являлся ее главным элементом;

- центральное расположение ядра композиции, особенно при небольших размерах элементов;

- выбор простой формы главного элемента центра композиции при усложненности окружающих, или наоборот, некоторая его усложненность при простоте окружающих элементов;

- компоновка деталей в определенной ритмической последовательности, направляющей маршрут восприятия и выделяющий центр композиции;

- выделение центра композиции цветом, размером и т.п.

При выборе определенной **системы пропорционирования** соразмерность частей и целого в ЛПУ обеспечивается отношениями линейных отрезков, подобных геометрических фигур и пространственных тел. Соразмерность может базироваться на различных системах пропорционирования.

Соразмерность обычно выявляется не сразу, требует тщательного анализа, но, будучи выявленной, облегчает восприятие композиции и делает ее более активной. Наоборот, рассогласование, неупорядоченность, бессвязность в размерах частей изделия тонко улавливается глазом и вызывает психологическое раздражение, неудовлетворительное эстетическое восприятие.

Впечатление композиционной завершенности базируется на зрительном равновесии относительно равномерной «загруженности» лицевой панели элементами. Это зависит от визуальной массы (размера, цвета, геометрической сложности), местоположения и направленности каждого из составляющих элементов. Особенно остро этот вопрос стоит для случаев асимметричных композиций.

**Принцип равновесия** требует, чтобы все части композиции и само целое были бы уравновешены относительно пространственных осей. Надо помнить, что вертикальная и горизонтальная оси неравноценны. Главную роль в композиции играет вертикальная ось (вследствие действия сил гравитации).

Равновесие оценивается не только относительно осей. Но и относительно композиционного центра. Очень важным является правильное согласование композиционного центра с центром тяжести изделия. Иначе конструкция может показаться зрительно неустойчивой, неуравновешенной. Второстепенные элементы следует размещать на динамических осях главного по отношению к ним элемента.

Для создания уравновешенной композиции необходимо учитывать особенности восприятия массы. В зависимости от соотношения размеров элемента по трем координатам максимальной массой будут обладать те, у которых размеры по всем координатам приближаются к равенству (куб, шар и т.п.). Минимальная масса будет у элементов, близких к линейным. Причем вертикальные формы воспринимаются более тяжелыми, чем горизонтальные и наклонные. Кроме того, масса зависит от положения этого элемента в композиции; она возрастает пропорционально расстоянию от центра композиции.

Придерживаясь принципа соподчиненности, соразмерности, повторяемости и равновесия, органично сочетая их с функционально - конструктивным построением изделия в целом можно добиться единства стилового решения.

**Принцип единства** является как бы суммирующим, итоговым. Стиль проявляется в устойчивых признаках формы, характеризующих сложившуюся общность средств и приемов художественной выразительности. Современный стиль в оформлении РЭС основывается на простоте и лаконизме форм, отсутствии элементов сложной конфигурации. Единое стиловое решение ЛПУ достигается за счет:

- единого способа декоративного оформления внешних конструктивных деталей;
- единой технологии нанесения покрытий и надписей;
- единой системы графических символов, обрамлений;
- однотипности комплектующих элементов, определенной цветовой гаммой окраски, фактурой материала и т.д.

Единство стилового решения, выполнение вышеперечисленных принципов обуславливает собой целостность и информативность композиции, без которых немислимо гармоническое решение лицевой панели управления.

## **2.5 Цветофактурная проработка лицевой панели**

Художественно – конструкторский уровень РЭС во многом зависит от качества поверхностей материалов и покрытий формообразующих элементов конструкций, в том числе и от качества лицевой панели изделия. К декора-

тивными свойствам, определяющим внешний вид изделия, относятся фактура, текстура и цвет.

Для современных РЭС, характеризующихся лаконизмом геометрической формы, особое значение приобретают вопросы внешней отделки и обработки поверхности, гармоничности цветового решения.

Разработку цветового и фактурного решения и правильный выбор декоративных материалов и покрытий можно осуществить лишь при учете комплекса требований, предъявляемых к изделию, а именно: эксплуатационных, эргономических, эстетических, технологических и т.п.

Выбор цветового решения ЛПУ, зоны сосредоточения основного внимания оператора, должен основываться на следующих принципах:

- функциональной целесообразности применения цвета;
- принципах цветовой гармонии;
- принципах достижения композиционной целостности панели, прибора, комплексов и систем оборудования.

Кроме того, подбор цвета ЛПУ должен производиться с учетом особенностей психофизиологического воздействия их на человека и объективных условий восприятия.

При использовании цветового зонирования ЛПУ, а также при поиске цветового решения индикаторов (фона шкалы, цвета подсветки), внешних установочных элементов органов управления и коммутации, необходимо помнить о роли цвета как средства кодирования (информации) и средстве композиции. Правильно подобранные цвета стимулируют внимание, вызывают положительные эмоции, компенсируют или снижают зрительное утомление, которое сказывается на остроте зрения, скорости восприятия, контрастной чувствительности и др.

Каждый цвет обычно определяют тремя характеристиками:

- цветовым тоном;
- насыщенностью;
- светлотой.

Они в основном и определяют характер и степень психофизиологического воздействия на человека. Следует заметить, что наиболее отчетливо проявляется влияние того или иного цвета при его максимальной насыщенности.

Эмоциональное воздействие цветов связано не только с характером психофизиологического влияния, но и, в частности, с символикой цвета, индивидуальным опытом человека и т.д. В деятельности оператора, характеризующейся высокой рациональностью, целеустремленностью и ответственностью, резко снижено влияние обычных ассоциаций, по-иному оцениваются и эстетические критерии.

При выборе цветового решения ЛПУ необходимо учитывать конкретные условия эксплуатации РЭС:

- особенность освещения рабочего места;
- дальность и ракурс наблюдения;

- цветовое окружение (т.е. цвет собственного кожуха, шкафа, стойки, комплекса оборудования, интерьера помещения и т.д.).

Для окраски ЛПУ стремятся брать тона из группы физиологически оптимальных. К ним относятся цвета средневолновой части спектра малой насыщенности (не более 40%) и относительно большого коэффициента отражения (50...70%). Их всего 27 оттенков: оранжевый, желтый, желто-зеленый, зеленый, зелено-голубой, голубой, сине-голубой и др.

Наиболее общим соображением при составлении цветовых схем является достижение одинаковой привлекательности всех цветов. Для этого более ярким и насыщенным цветам отводят меньшую площадь, менее ярким – большую, чтобы суммарный эффект при восприятии был выравнен. Стараясь не применять на больших поверхностях мрачные темные тона, которые поглощают свет и оказывают отрицательное эмоциональное воздействие.

На эмоциональное состояние человека и его эстетическое восприятие влияют не только отдельные цвета, но и их комбинации и сочетания. Они могут быть гармоничными, вызывающими приятные ощущения, и дисгармоничными, вызывающими неприятные чувства.

Принцип цветовой гармонии является одним из основных, обеспечивающих композиционную целостность формы. Для ее достижения необходимо использовать цвет, учитывая его основные характеристики (цветовой тон, насыщенность и светлоту) и определенные сочетания.

В основе систематизации цветов, как известно, лежит цветовой круг.

Сочетания цветов могут строиться по схеме трех основных гармоний:

- контрастной гармонии, основанной на сочетании взаимно противоположных цветов на цветовом круге, например, красного и зеленого, оранжевого и синего и т.п.

- нюансной гармонии, основанной на сочетании соседних или близко расположенных тонов на цветовом круге; для одинаковых цветов, обладающих разной насыщенностью, например, зеленого и сине-зеленого, желтого и оранжевого и т.п.

- гармонии «цветовой триады», основанной на сочетании трех цветов, равноотстоящих на цветовом круге, например, красного, синего и желтого.

Для гармонизации цветовых сочетаний необходимо наличие между цветовыми компонентами определенной взаимосвязи (контраст или сходство по цветовому тону, светлоте или насыщенности). Общность по тону дает более положительный результат в гармоничности при изменении насыщенности или светлоты.

Существует три схемы эквитональности сочетаний:

- одного тона и равной насыщенности, но разной светлоты;

- одного тона и равной светлоты, но разной насыщенности;

- одного тона, но разной светлоты и насыщенности.

Получаются гармоничные сочетания хроматических и ахроматических цветов при равной и различной светлоте. Особенным положительным эффектом обладают сочетания теплых тонов с черным, а холодных – с белым.

При цветовом решении ЛПУ часто отмечается целесообразность использования контрастов, хотя длительное восприятие таких ЛПУ вызывает чрезмерное напряжение и утомление зрительного анализатора. Однако отсутствие контрастов действует усыпляюще, расслабляя внимание оператора.

В последнее время часто используемый темно-серый (асфальтовый) цвет панелей приборов имеет под собой реальную основу: высвечиваемая информация, для которой находят широкое применение люминесцентные, оптоэлектронные, светоизлучающие индикаторы, требуют темного фона.

Количество цветов для окраски ЛПУ следует ограничивать. Для выделения группы элементов, зонирования, композиционного уравнивания рекомендуется двух - трехцветная окраска.

Чтобы не дезорганизовать внимание оператора, количество цветов ручек управления на лицевой панели должно быть минимальным и не превышать двух- трех цветов. Цвет внешних установочных элементов должен подчиняться общей цветовой гамме прибора, рекомендуется использовать черный, белый, коричневый цвета, а предпочтительнее – серый.

Приведенные положения дают лишь некоторые из основных приемов согласования цветов, это связано с тем, что цветовая гармония – очень сложное явление, зависящее от многих обстоятельств.

### **3. Рекомендуемый порядок выполнения лабораторной работы**

3.1. Подобрать комплектующие элементы индикации, регулировки и подсоединения, указанные в соответствующем варианте задания. Допускается самостоятельное оригинальное решение их формы и конструкции.

3.2. Выполнить размещение установочных элементов на поле проектируемой лицевой панели, руководствуясь принципами и положениями художественного конструирования и теорией композиции в технике. Выполнить компоновочный чертеж ЛПУ с детальной проработкой расположения и формы всех элементов и надписей (формат бумаги А4, вид спереди, масштаб 1:1). При размещении целесообразно пользоваться модульной сеткой.

3.3. Выполнить окончательный вариант чертежа лицевой панели, который будет представлен на проверку. На ней обязательно должно быть нанесено наименование прибора, обозначение всех индикаторов, органов управления, положений переключателей, элементов коммутации и вспомогательных элементов. Шрифт надписей прямой, прописными буквами. Все линии и изображение в целом должно быть выполнено с применением чертежных приспособлений или графических редакторов ЭВМ. Рекомендуется представление окончательного решения ЛПУ в цвете, что дает право на повышенную оценку.

### **4. Факторы, учитываемые при оценке лабораторной работы**

Лабораторная работа по выполнению художественно - конструкторского решения лицевой панели оценивается по итогам окончательного чертежа.

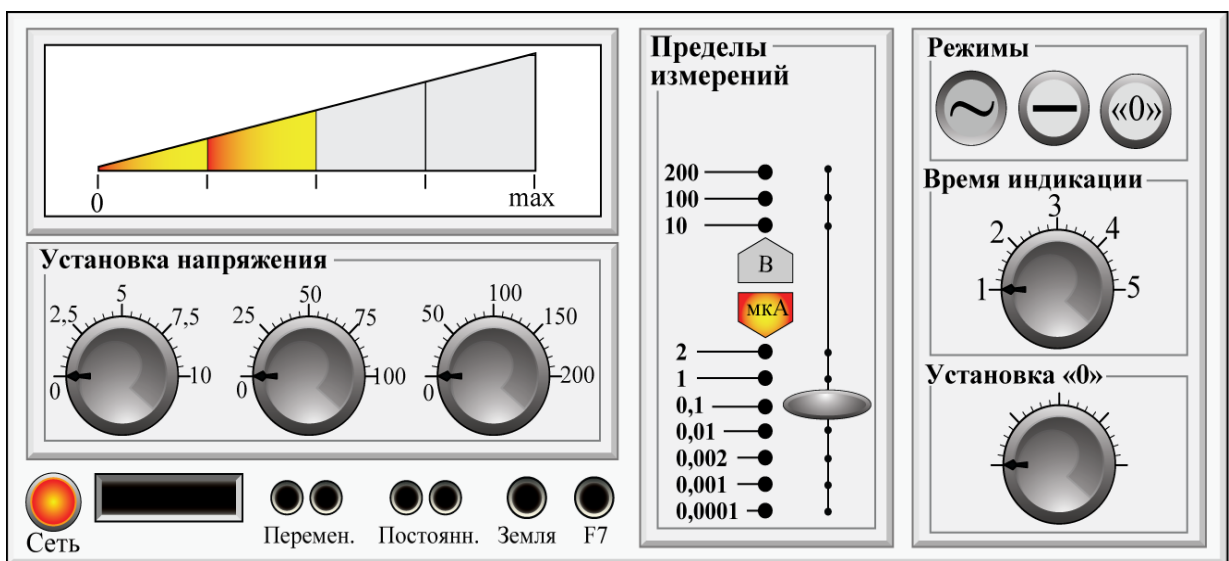
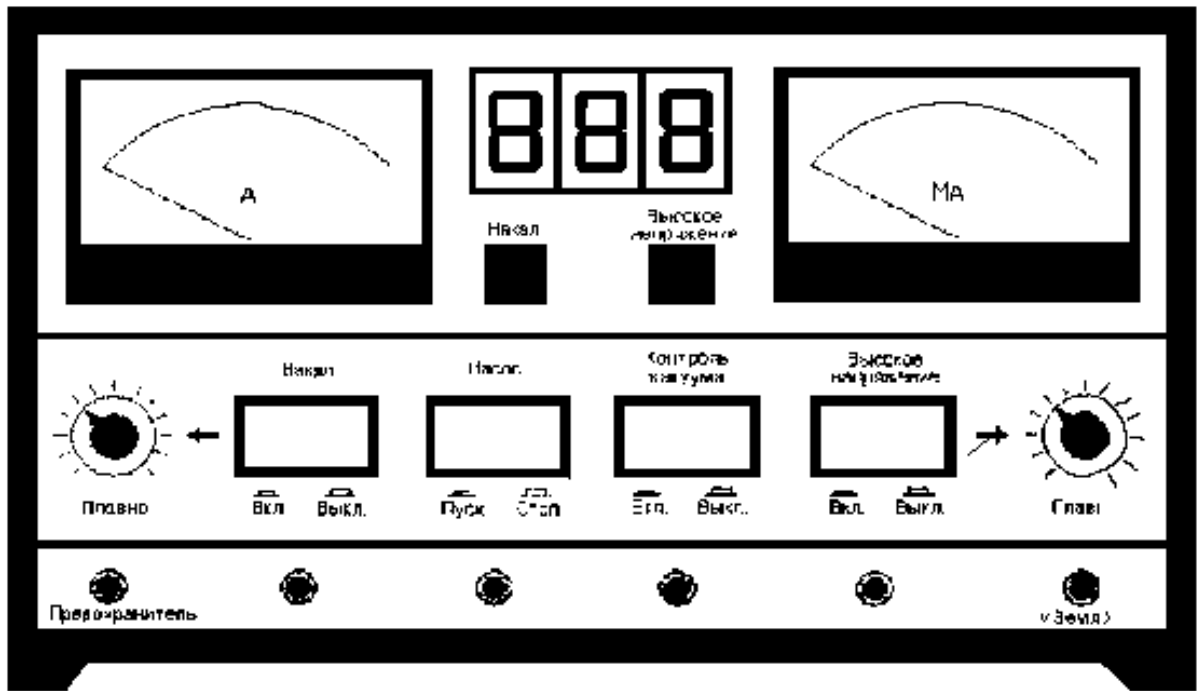
Принимается во внимание:

- уравновешена ли зрительно композиция элементов панели;



- выдержан ли пропорциональный строй элементов;
- традиционно или оригинально полученное решение;
- в чем проявляется характерность фирменного стиля;
- какими профессионально – художественными средствами достигается целостность восприятия лицевой панели и не наблюдается ли визуальное «распадение» ее на части.

Ниже приведен пример выполнения лабораторной работы «Художественно – конструкторская разработка лицевой панели радиоэлектронного устройства».





# Проверка работоспособности электродвигателей

**СЕТЬ**



Об/мин



Гц

