

Эргономические задачи, решаемые в системе «человек – машина– производственная среда».

Прием информации оператором. Хранение и переработка информации оператором. Принятие решения в деятельности оператора. Управляющие действия оператора. Общие задачи эргономики, решаемые в системе «человек – машина». Факторы, влияющие на состояние человека – оператора. Эргономические основы организации рабочего места. Рабочее место, организация рабочего места, рабочего пространства. Рабочие позы, положение тела работника. Общие эргономические требования к рабочим местам, помещениям. Зоны досягаемости и углы обзора на рабочем месте.

Эргономические основы проектирования техники . Оптимизация средств и систем отображения информации, оптимизация рабочих движений и органов управления. Эргономические основы организации рабочего места. Учет факторов среды при оптимизации системы «человек-машина». Эргономическая оценка систем «человек-машина». Общие понятия об эргономической оценке. Проведение измерений в ходе эргономической оценки. Оценка соответствия техники. эргономическим требованиям. Надежность деятельности человека в системах управления техникой. Надежность и система деятельности. Профессиональная надежность. Функциональная надежность. Классификация ошибок человека-оператора. Обеспечение надежности при создании и эксплуатации систем управления.

Ряд особенностей деятельности оператора, определяемых тенденциями развития производства:

 увеличение числа объектов, которыми необходимо управлять;

 с развитием дистанционного управления человек все более удаляется от управляемых объектов. При этом он получает необходимую информацию в закодированном виде (т.е. в виде показаний измерительных приборов), что обуславливает необходимость декодирования и мыслительного сопоставления полученной информации с состоянием реального объекта;

 увеличение сложности и скорости течения производственных процессов, увеличение нагрузки на нервно-психическую деятельность человека, именно она становится критерием тяжести операторского труда;

 для деятельности оператора характерно ограничение двигательной активности; от оператора требуется высокая готовность к экстренным действиям. т.е. резкий переход от монотонного наблюдения и контроля к переработке большого количества информации, принятию и осуществлению принятого решения.

Этапы операторской деятельности

Деятельность оператора в системе может быть представлена в виде четырех этапов:

Прием информации - обнаружение сигналов, выделение из их совокупности наиболее значимых, их расшифровка и декодирование.

Оценка и переработка информации – осуществляется сопоставление заданных и текущих режимов работы системы, производится анализ и обобщение информации, выделяются критические объекты и ситуации и на основании заранее известных критериев важности и срочности определяется очередность обработки информации.

Принятие решения – решение о необходимых действиях принимается на основе проведенного анализа и оценки информации, возможных способах действия, последствиях правильных и ошибочных решений и т.д.

Реализация принятого решения – осуществляется приведение принятого решения в исполнение: перекодирование принятого решения в машинный код, поиск нужного органа управления, движение руки и (или) ноги к органу управления и манипуляция с ним.

На качество и эффективность выполнения каждого действия влияет целый ряд факторов.



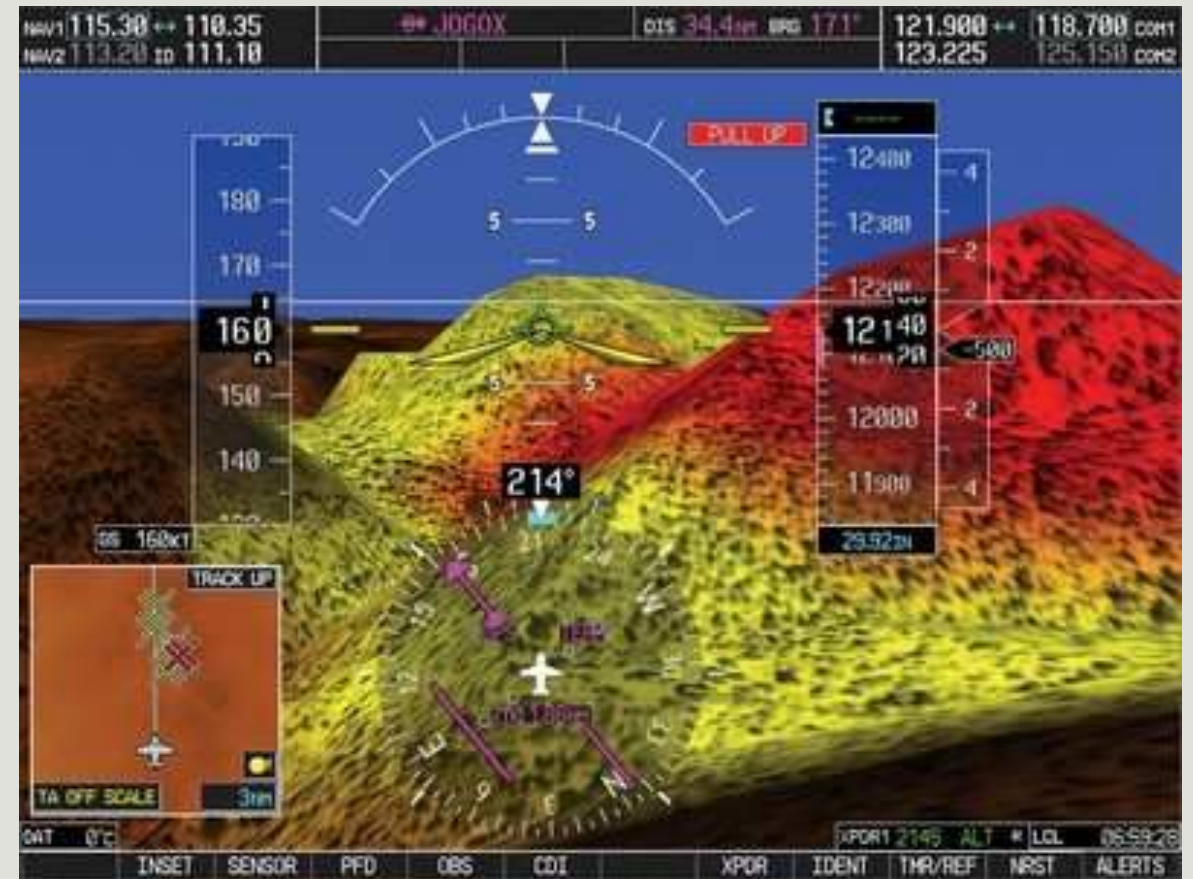
Факторы, влияющие на прием информации.

- вид и количество приборов;
- организация информационного поля;
- психофизиологические характеристики информации (размеры изображений, цвет, контраст и т.д.).



На оценку и переработку информации влияют:

- способ кодирования информации;
- объем ее отображения;
- динамика смены информации;
- соответствие ее возможностям памяти и мышления оператора.



Эффективность принятия решения определяется:

типом решаемой задачи;

числом и сложностью проверяемых логических условий;

сложностью алгоритма и количеством возможных вариантов решения.

Выполнение управляющих движений зависит:

от числа органов управления;

от их типа и способа размещения;

а также от большой группы характеристик, определяющих степень удобства работы с отдельными органами управления.

Роль анализаторов в операторской деятельности

Анализатор — термин, введенный И.П. Павловым для обозначения функциональной единицы, ответственной за прием и анализ сенсорной информации какой-либо одной модальности (от лат. *modus* — размер, способ, образ) .

Существуют: зрительный, слуховой, обонятельный, вкусовой, кожный, вестибулярный, двигательный анализаторы, анализаторы внутренних органов.

В анализаторе выделяют три отдела:

1. Воспринимающий орган или рецептор, предназначенный для преобразование энергии раздражения в процесс нервного возбуждения;
2. Проводник, состоящий из афферентных нервов и проводящих путей, по которому импульсы передаются к вышележащим отделам центральной нервной системы;
3. Центральный отдел, состоящий из релейных подкорковых ядер и проекционных **отделов коры больших полушарий**. Кроме восходящих (афферентных) путей существуют нисходящие волокна (эфферентные), по которым осуществляется регуляция деятельности нижних уровней анализатора со стороны его высших, в особенности корковых, отделов.

Любой анализатор состоит из:

- рецептора;**
- проводящих нервных путей;**
- центра в коре больших полушарий головного мозга.**

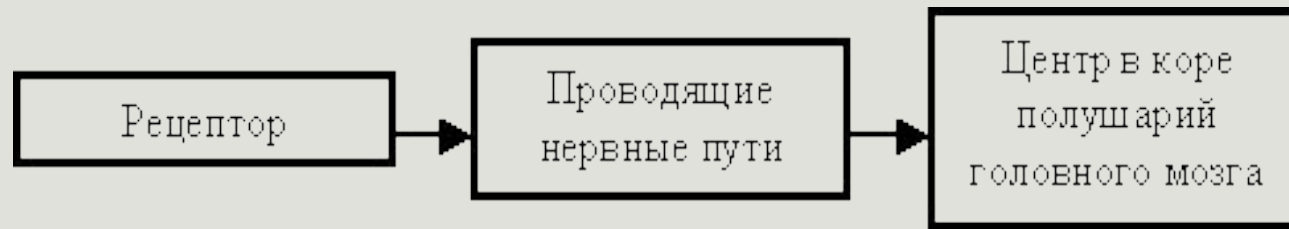


Рис. Структурная схема анализатора

Информация, поступающая через анализаторы, называется сенсорной (чувственной), а процесс ее приема – сенсорной деятельностью или сенсорным восприятием.

Основная функция рецептора – превращение действующего раздражителя в нервный процесс.

Вход рецептора приспособлен к приему сигналов определенной модальности (вида) – свет, звук, вибрация и т.п.

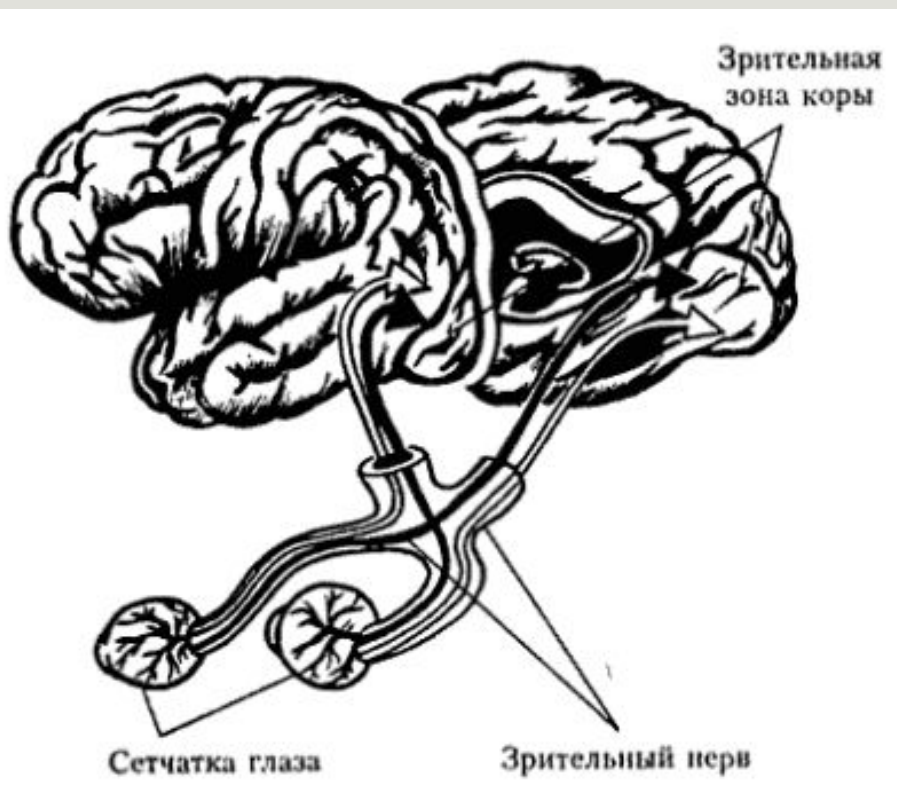
Его выход посылает сигнал, по своей природе единый для любого входа нервной системы. Это позволяет рассматривать рецепторы как устройства кодирования информации.

Проводящие нервные пути осуществляют передачу информации в кору головного мозга.

Информация подвергается определенной переработке и снова возвращается в рецепторы.

Наибольшее значение для деятельности оператора имеет зрительный анализатор – 90% всей информации поступает к оператору именно через зрительный анализатор.

Зрительный анализатор



Возможности зрительного восприятия определяются энергетическими пространственными, временными и информационными **характеристиками сигналов**.

Объем зрительного восприятия ограничен с одной стороны **объемом оперативной памяти**, а с другой — пространственными **характеристиками зрения**.

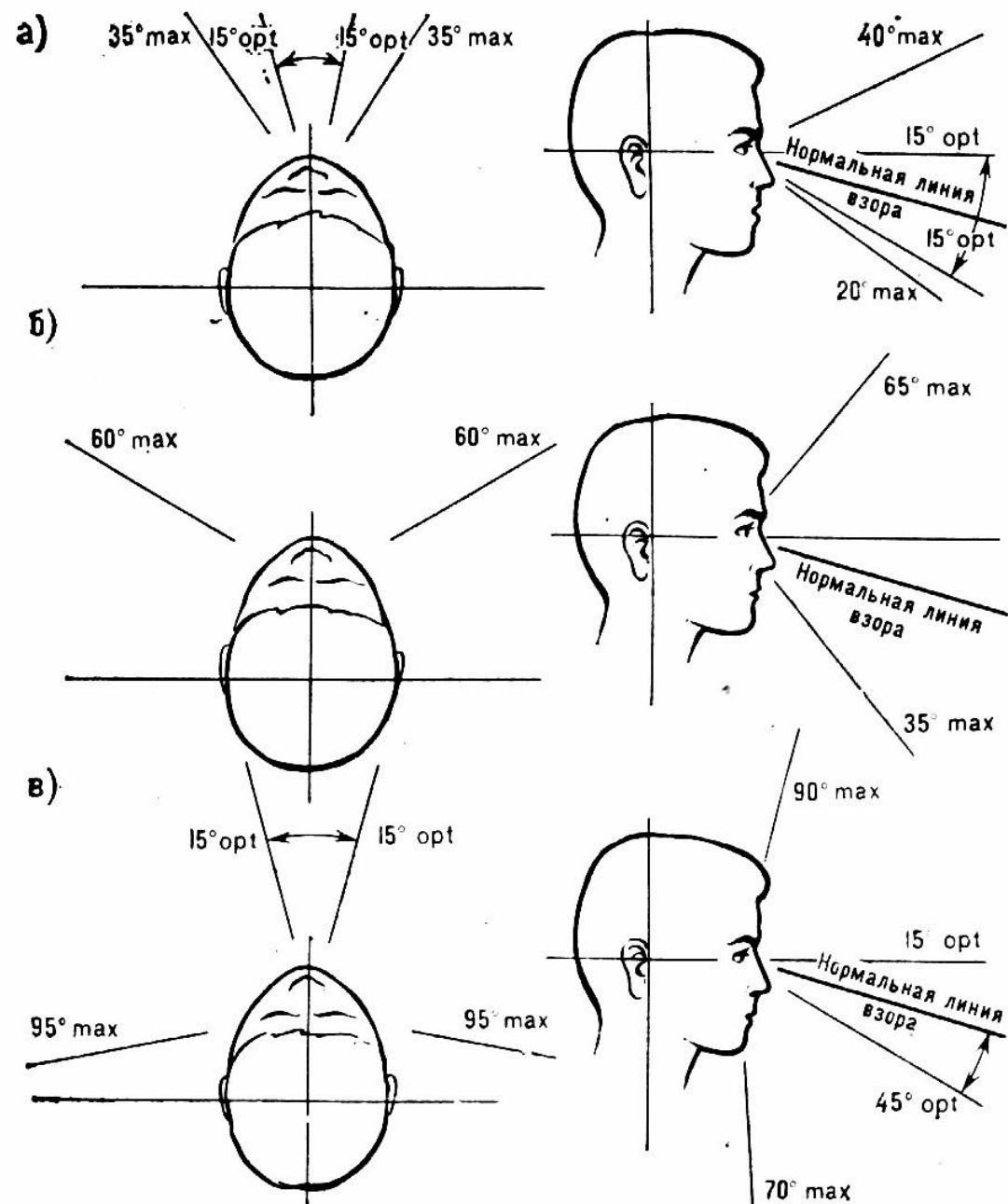
Зоны видимости в вертикальной и горизонтальной плоскостях:

а – при повороте только глаз;

б – при повороте головы;

в – при повороте головы и
глаз.

Оптимальная (нормальная) линия
взгляда соответствует минимальной
активности мышц затылка и,
следовательно, наименьшей
утомляемости человека при данной
рабочей позе.



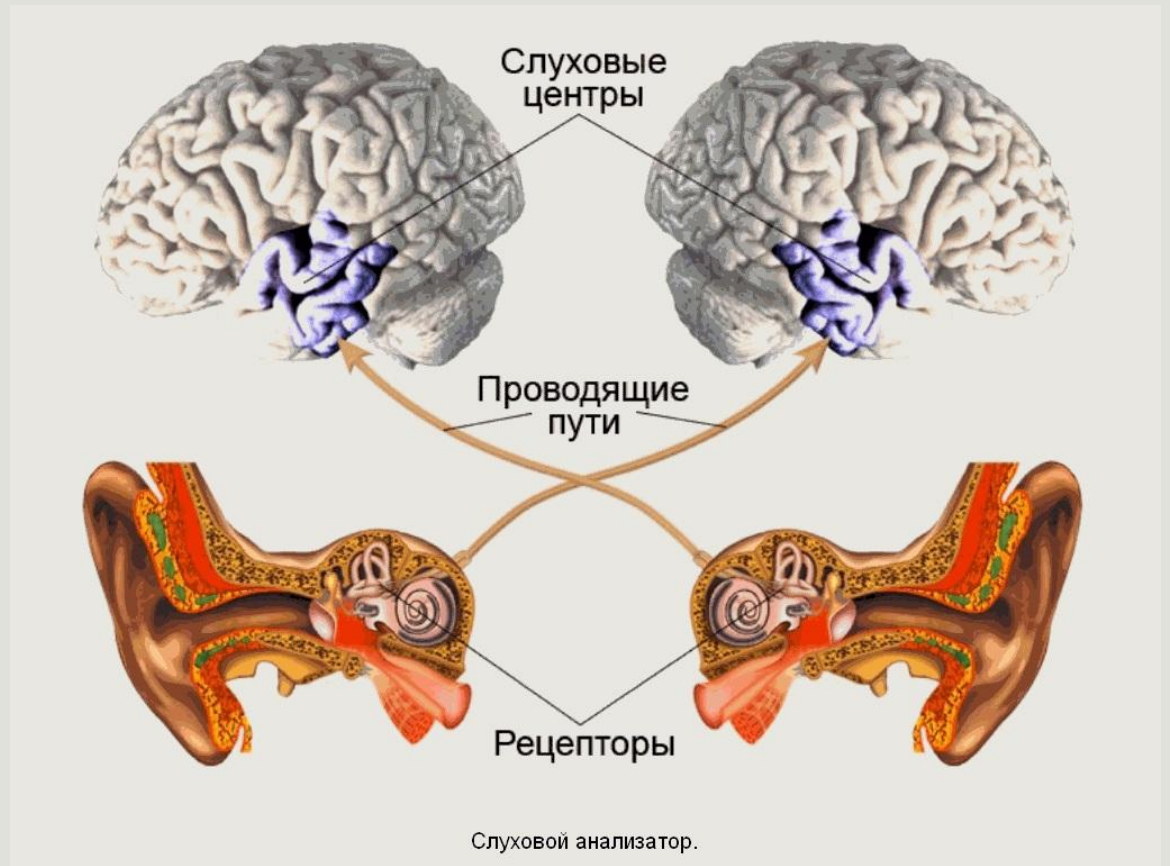
Оптимальной (или эффективной) зоной для выполнения зрительных функций является зона, соответствующая пространству, ограниченному углом 30° в горизонтальной и вертикальной плоскостях (по 15° в стороны, вверх и вниз от нормальной линии взора). В этой зоне обеспечивается достаточно четкое восприятие, хорошо различаются форма и цвет предмета, поэтому в пределах данной зоны рекомендуется размещать основные и аварийные индикаторы и главные органы управления производственного оборудования.

Слуховой анализатор.

Слуховой аппарат человека воспринимает слышимый звук — колебания с частотой от 16 Гц до 20 КГц — диапазон слышимости.

Ухо наиболее чувствительно к колебаниям в области средних частот от 1000 до 4000 Гц.

Звуки с частотами ниже 16 Гц называются инфразвуками, а выше 20000 Гц — ультразвуками. Инфразвуки и ультразвуки также оказывают воздействие на организм человека, но оно не сопровождается слуховым ощущением.



Тактильный, или осязательный анализатор.

По количеству воспринимаемой информации тактильный анализатор значительно уступает зрительному и слуховому. Путем изменения частоты вибротактильных или электрокожных сигналов можно передать не более 10 градаций. Трудности использования тактильных рецепторов в передаче информации о ходе технологического процесса связаны также с довольно быстрой их адаптацией и сложностью хранения сигналов в памяти.

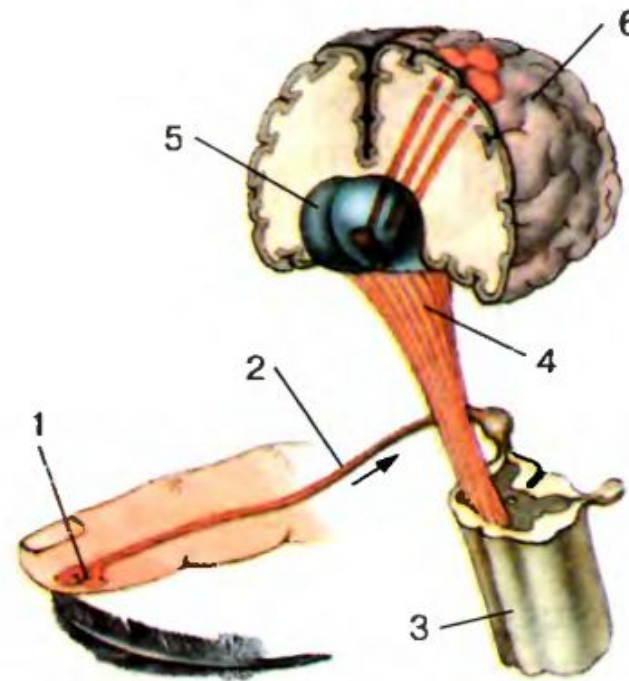


Рис. 110. Тактильный анализатор:

1 — рецептор; 2 — чувствительный нейрон спинномозгового узла; 3 — спинной мозг; 4 — восходящие нервные пути; 5 — таламус; 6 — кожно-мышечная чувствительная зона коры большого мозга

Основными характеристиками любого анализатора являются пороги:

. абсолютные (верхний и нижний); . дифференциальный; . оперативный.

Минимальная величина раздражителя, вызывающая едва заметное ощущение, носит название **нижнего абсолютного порога** чувствительности. Сигналы, величина которых меньше нижнего абсолютного порога чувствительности, человеком не воспринимаются.

Увеличение же сигнала **сверх верхнего абсолютного порога чувствительности** вызывает у человека болевые ощущения. Интервал между нижним и верхним абсолютными порогами чувствительности носит название **диапазона чувствительности анализатора**.

Дифференциальный порог – минимальное различие между двумя раздражителями, либо между двумя состояниями одного раздражителя, вызывающее едва заметное различие ощущений.

Оперативный порог определяется той минимальной величиной различия между сигналами, при которой точность и скорость различения достигает максимума.

Общие требования к сигналам раздражителям:

- Интенсивность сигнала должна соответствовать **средним** значениям диапазона чувствительности анализатора, которая обеспечивает оптимальные условия для приема и переработки информации.
- Необходимо обеспечить **различие** между сигналами, превышающее дифференциальный порог чувствительности.
- Перепады между сигналами не должны превышать **оперативный порог чувствительности**, иначе возникает утомление.
- **Наиболее важные и значимые сигналы** следует располагать в тех зонах, которые соответствуют участкам рецепторной поверхности с наибольшей чувствительностью.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АНАЛИЗАТОРОВ

При конструировании средств отображения информации (СОИ) кроме изучения возможностей **отдельных анализаторов** следует учитывать **межанализаторные связи**. Это необходимо делать при предъявлении оператору полимодальных сигналов, т.е. сигналов различной модальности.

Полимодальные сигналы используют в следующих ситуациях:

- дублирование – сигнал одновременно поступает на несколько анализаторов для повышения надежности передачи информации (сигналы тревоги);
- распределение поступающей информации между анализаторами для избегания их перегрузки, требует учета пропускных способностей анализаторов;
- переключение активности анализаторов – борьба с монотонностью операторского труда.

При этом необходимо учитывать то обстоятельство, что слух имеет преимущество в приеме непрерывных сигналов, зрение — дискретных.

Время реакции на звук короче чем на свет.

Самая короткая реакция на тактильный раздражитель.

Однако слуховой и зрительный анализаторы принимают информацию на расстоянии от источника.

Средства и системы отображения информации.

Одним из важнейших этапов деятельности оператора является прием и переработка информации.

Человек – оператор получает информацию при помощи средств отображения информации (СОИ), где в закодированном виде представлен ход процесса или состояние объекта наблюдения в форме, удобной для восприятия человеком.

Обычно средства отображения информации используют для одной или нескольких целей:

- считывания количественных и качественных показателей;
- контрольного считывания показателей;
- установки регулируемого параметра.

!!!!Любые СОИ должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Обеспечивать оператора необходимой и достаточной информацией для оценки ситуации и возможности принятия правильного решения, а также контроля за его исполнением.
2. Информация должна быть подана в тот момент, когда в ней возникает необходимость.
3. Форма представления информации должна соответствовать психофизиологическим возможностям человека по восприятию, специфике его деятельности и условиям работы.
4. Получаемая информация должна правильно отражать положение и состояние управляемого объекта, предоставляться с запасом времени, достаточным для ее обработки.
5. Давать оператору дополнительную информацию по запросу, а также обеспечивать надежное восприятие аварийных сигналов.
6. Поток информации должен быть меньше пропускной способности оператора.

Виды средств отображения информации:

• Стрелочные индикаторы.

Существует два типа стрелочных индикаторов:

• с движущейся стрелкой и неподвижной шкалой;

• с движущейся шкалой и неподвижной стрелкой.

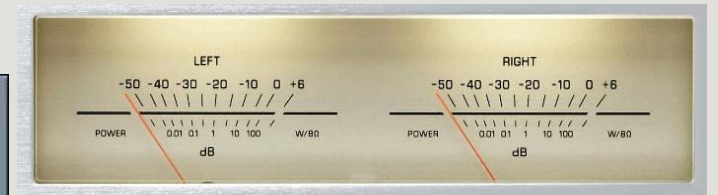
В зависимости от характера поставленных задач могут использоваться стрелочные либо с рукоятками управления, либо без них.

Стрелочные индикаторы с рукоятками управления применяют для установки заданной величины параметра или для восстановления положения стрелки при ее отклонении от заданной величины. Лучшим типом индикатора в этом случае является индикатор с движущейся стрелкой и неподвижной шкалой.

Точность и скорость считывания показаний со шкалы прибора зависят от ее вида, формы, размера, расстояния наблюдения, интервала между отметками.



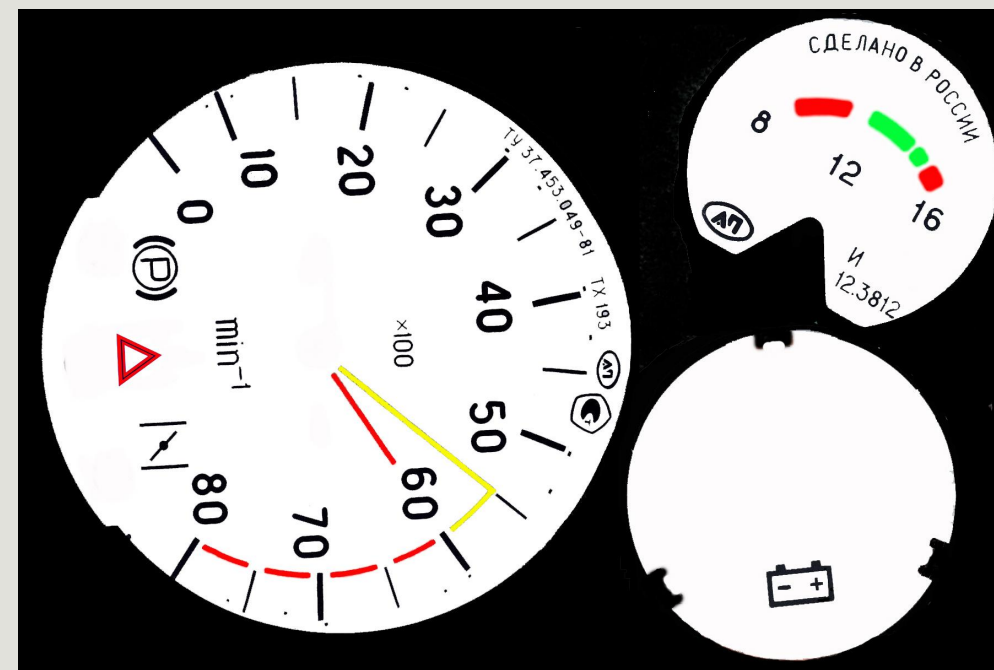
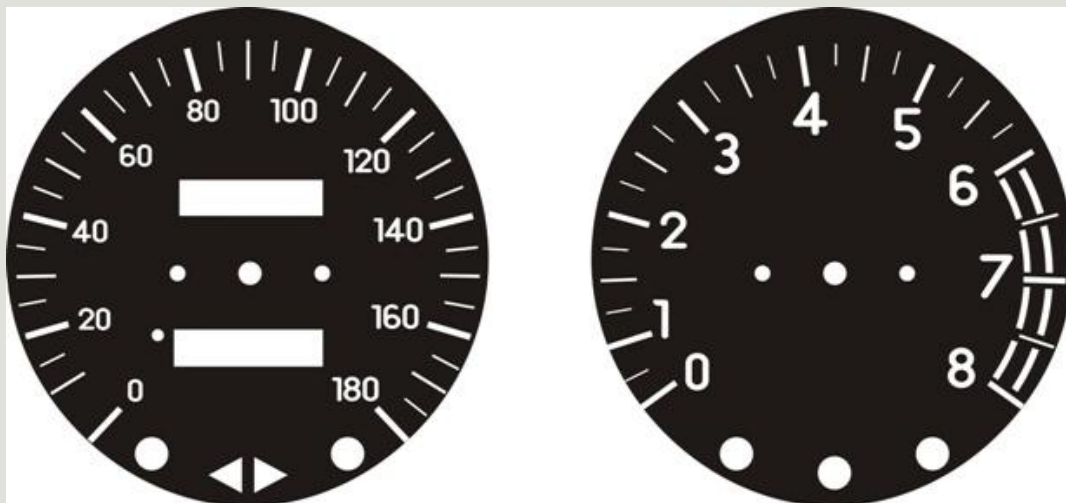
По точности считывания информации предпочтение отдается индикаторам с круглой шкалой, на втором месте – полукруглая шкала, на третьем – прямолинейная горизонтальная, на четвертом – прямолинейная вертикальная (за исключением приборов для контроля глубины, высоты, температуры – ассоциации мышления).



Шкалы приборов градуируют штриховыми отметками, которые подразделяют на **главные, средние и мелкие**.

Точность считывания зависит от размеров отметок и расстояния между ними. **Оптимальная длина интервала между главными отметками 12,5 – 18 мм при дистанции наблюдения 750 мм.** Увеличение числа мелких отметок приводит к снижению скорости и точности считывания. Между цветом фона шкалы и цветом делений и надписей нужно сохранять максимальную контрастность.

Цифры (или какой-либо другой код) наносятся у основания главных отметок с наружной стороны шкалы. **Точность считывания цифр зависит от их высоты, формата, толщины обводки, расстояния между соседними цифрами.**



Важное значение при считывании показаний со шкал имеет **форма и расположение стрелок и указателей. Наибольшее преимущество перед остальными имеет клиновидная стрелка.**

Толщина ее острия должна быть не более ширины самой малой отметки шкалы, кончик стрелки не должен касаться отметок шкалы (расстояние между отметками и стрелкой от 0,4 до 1,6 мм).

Стрелка должна быть того же цвета что и отметки шкалы и находиться как можно ближе к плоскости циферблата, чтобы свести к минимуму параллакс.



При конструировании и размещении стрелочных индикаторов необходимо учитывать следующие требования:

- Стрелочные индикаторы на панели следует устанавливать в плоскости, перпендикулярной линии взора.
- Градуировка шкал не должна быть более мелкой, чем того требует точность самого прибора.
- Для шкал, установленных на одной панели, необходимо выбирать одинаковую систему делений и одинаковые цифры.
- При одновременном контрольном считывании с нескольких приборов стрелки устанавливаются так, чтобы они при нормальной работе имели одинаковое направление.
- Для облегчения контрольного считывания рабочие и перегрузочные диапазоны следует выделять цветом.
- Необходимо, чтобы фон шкалы был матовым, а на стенках прибора не наблюдалось бликов.
- Фон шкалы не должен быть темнее панели, в то время как каркас шкалы может быть темнее.

Освещение шкалы должно быть равномерным, а степень освещенности должна регулироваться.

Другие виды индикаторов

- Счетчики.

- •Счетчики – используются для получения количественных данных, когда требуется быстрая и точная индикация.
- •Счетчики следует ставить как можно ближе к поверхности панели, чтобы свести к минимуму параллакс и тени, обеспечить максимальный угол видения.
- •При последовательном считывании цифры должны следовать друг за другом, **но не чаще двух за 1 секунду.**
- •Показания счетчиков по завершении работы оборудования должны сбрасываться автоматически, однако, необходимо предусматривать и возможность ручного сброса.
- •Целесообразен высокий цветовой контраст цифр и фона. Блескость должна быть сведена к минимуму.

Печатающие устройства (самописцы).

Графопостроители.

Знаковые светящиеся индикаторы.

Сигнализаторы звуковые.

Сигнализаторы звуковые – предназначены для привлечения внимания оператора. К ним относятся неречевые сообщения – источники звука, используемые на рабочем месте для подачи аварийных, предупреждающих и уведомляющих сигналов в тех случаях, когда:

- сообщение одномерное и короткое;
- требует немедленных действий;
- место приема информации слишком освещено или затемнено;
- зрительная система оператора перегружена.
- Конструкция звуковых сигнализаторов должна исключать возможность создания ложной тревоги.
- Устройство для звуковой сигнализации должны быть сконструировано так, чтобы тревожный сигнал сохранялся при отказе системы или оборудования.
- В звуковых сигнализаторах при наличии ручного отключения должен быть обеспечен автоматический возврат схемы в исходное положение для получения очередного управляющего сигнала.
- Предупреждающие и аварийные сигналы должны быть прерывистыми.

Разработка системы отображения информации состоит из следующих этапов:

- 1. Психологический анализ деятельности оператора и определение всех сведений об информации, необходимой ему для выполнения заданных функций.**
- 2. Согласование интенсивности потока сигналов с реальными возможностями человека – оператора по их приему.**
- 3. Выбор конкретных типов индикаторов, наиболее полно соответствующих характеру решаемых задач и возможностям оператора по приему и переработке информации.**
- 4. Композиционное решение и определение конкретной структуры системы отображения информации:**
 - выбор способа кодирования ,**
 - выбор характеристик отдельных индикаторов,**
 - распределение информации между ними,**
 - определение их взаимосвязи и взаимного расположения,**
 - пространственная компоновка индикаторов,**
 - композиционное и цветовое решение системы.**
- 5. Разработка и испытание опытных образцов, оценка полученных решений построения системы и проведение последовательной коррекции ее структуры для получения приемлемых значений ее выходных характеристик.**

Органы управления.

(ОУ) - устройства, с помощью которых человек управляет объектами.

Выбор органов управления зависит от следующих факторов:

- **структуры и особенностей деятельности оператора;**
- **антропометрических и психофизиологических характеристик человека;**
- **управляющих действий, которые должен производить оператор (включение, переключение, регулировка);**
- **рабочего положения тела человека (сидя, стоя);**
- **динамических характеристик рабочих движений (усилия, точность, диапазон, траектория и т. д.);**
- **технических характеристик объекта управления;**
- **информации, на которую должен ответить человек или которую должен вводить в машину;**
- **места расположения ОУ (на панели пульта или вне ее);**
- **характеристик рабочей среды (освещенность, вибрация, помехи и т.д.);**
- **наличия или отсутствия спецодежды и средств индивидуальной защиты.**

Различают ручные и ножные органы управления. **Ручные** органы управления рекомендуется использовать тогда, когда **важны точность** установки органа управления в определенное положение, **скорость** манипулирования, а также когда **нет необходимости** в непрерывном или продолжительном **приложении усилий в 90 Н и более**. Усилия, прилагаемые к органам управления, не должны превышать допустимых динамических и (или) статических нагрузок на двигательный аппарат человека.

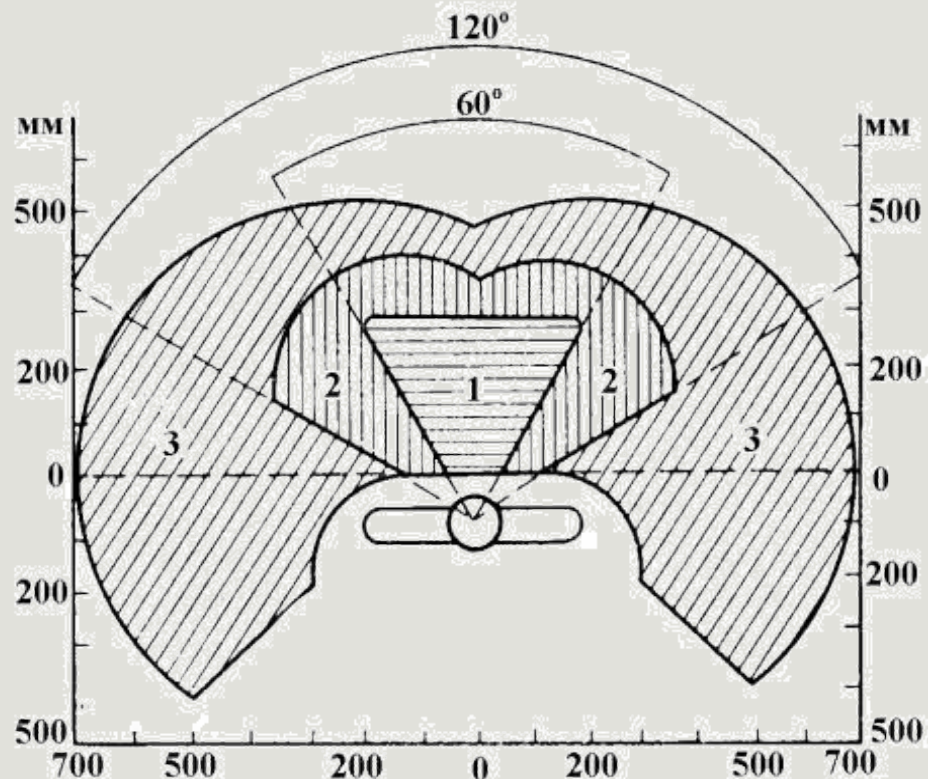


При размещении ОУ на рабочем месте следует учитывать:

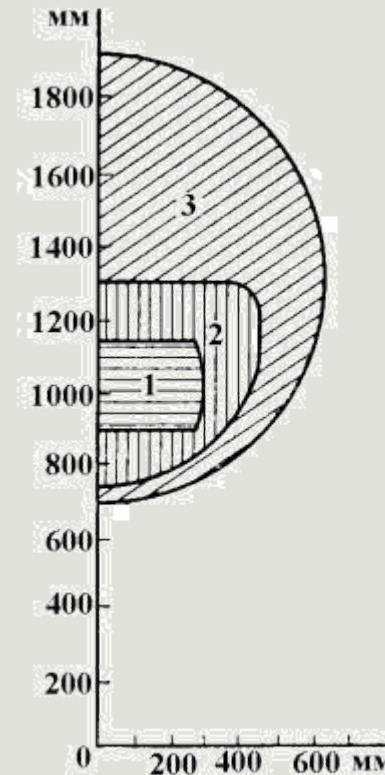
- структуру деятельности человека;
- требования к частоте и точности движений;
- требования к величине прилагаемых усилий;
- положение тела и условия формирования рабочей позы;
- **размеры моторного пространства;**
- условия сенсорного контроля, поиска и различения органов управления;
- условия идентификации функций органов управления;
- опасность неумышленного изменения функционального положения органов управления.

Моторное пространство, зоны досягаемости.

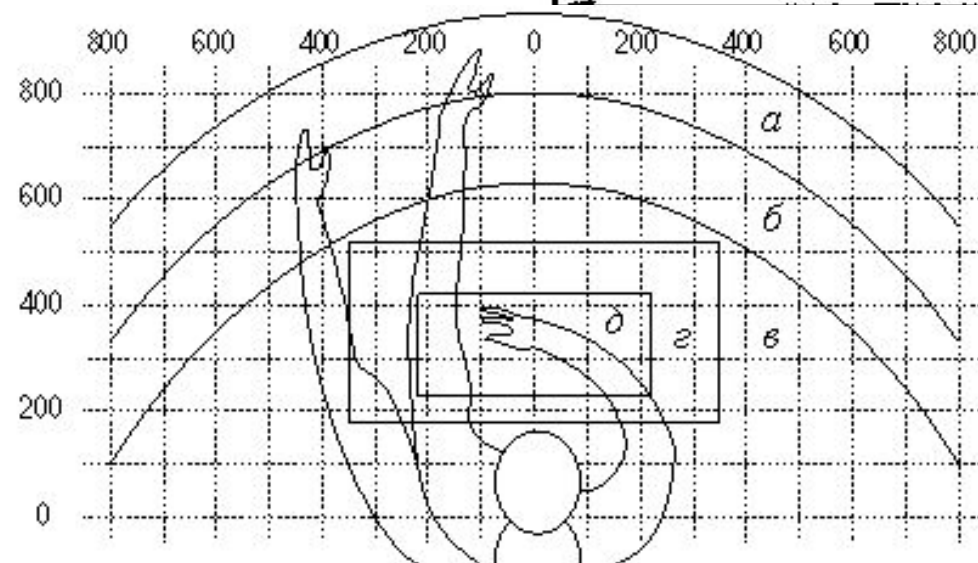
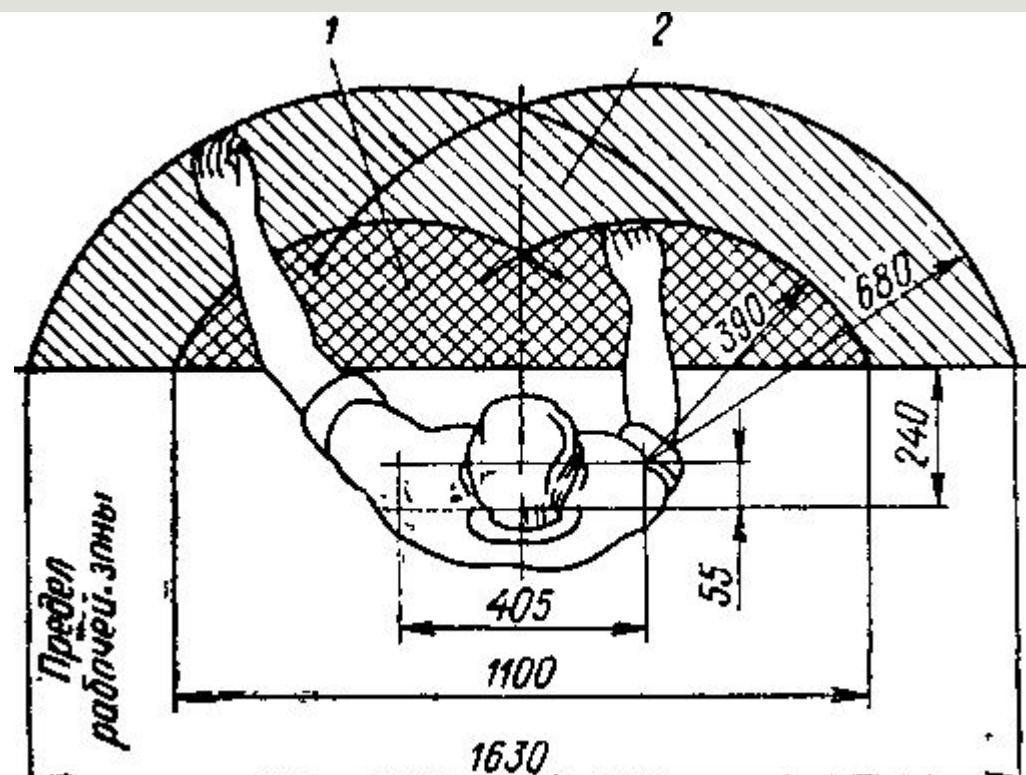
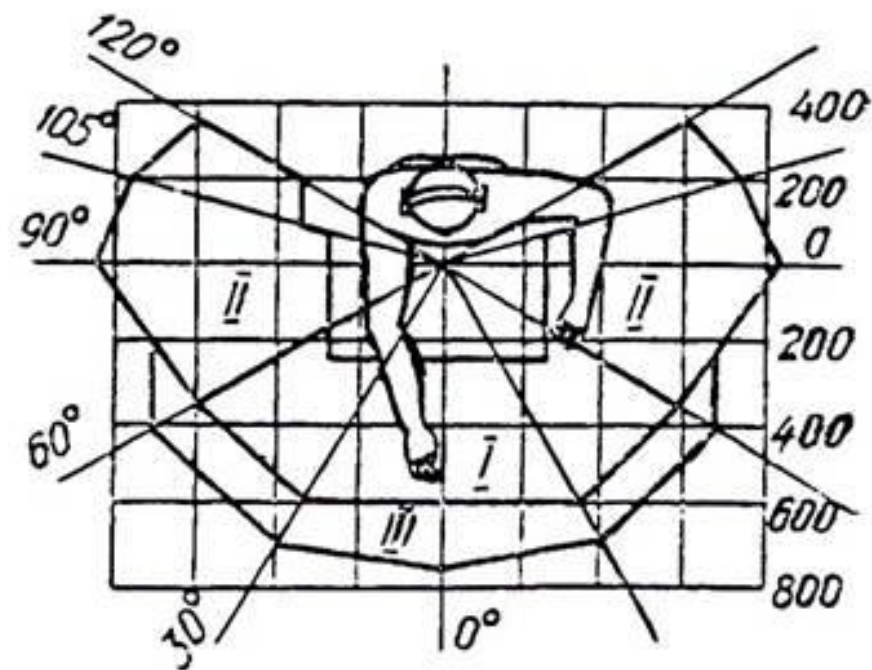
Моторное пространство рабочего места - пространство рабочего места, в котором осуществляются двигательные действия человека с актуальными для деятельности средствами труда (органами управления и рабочим инструментом, предметами и продуктами труда).



Зоны досягаемости в горизонтальной плоскости



Зоны досягаемости в вертикальной плоскости



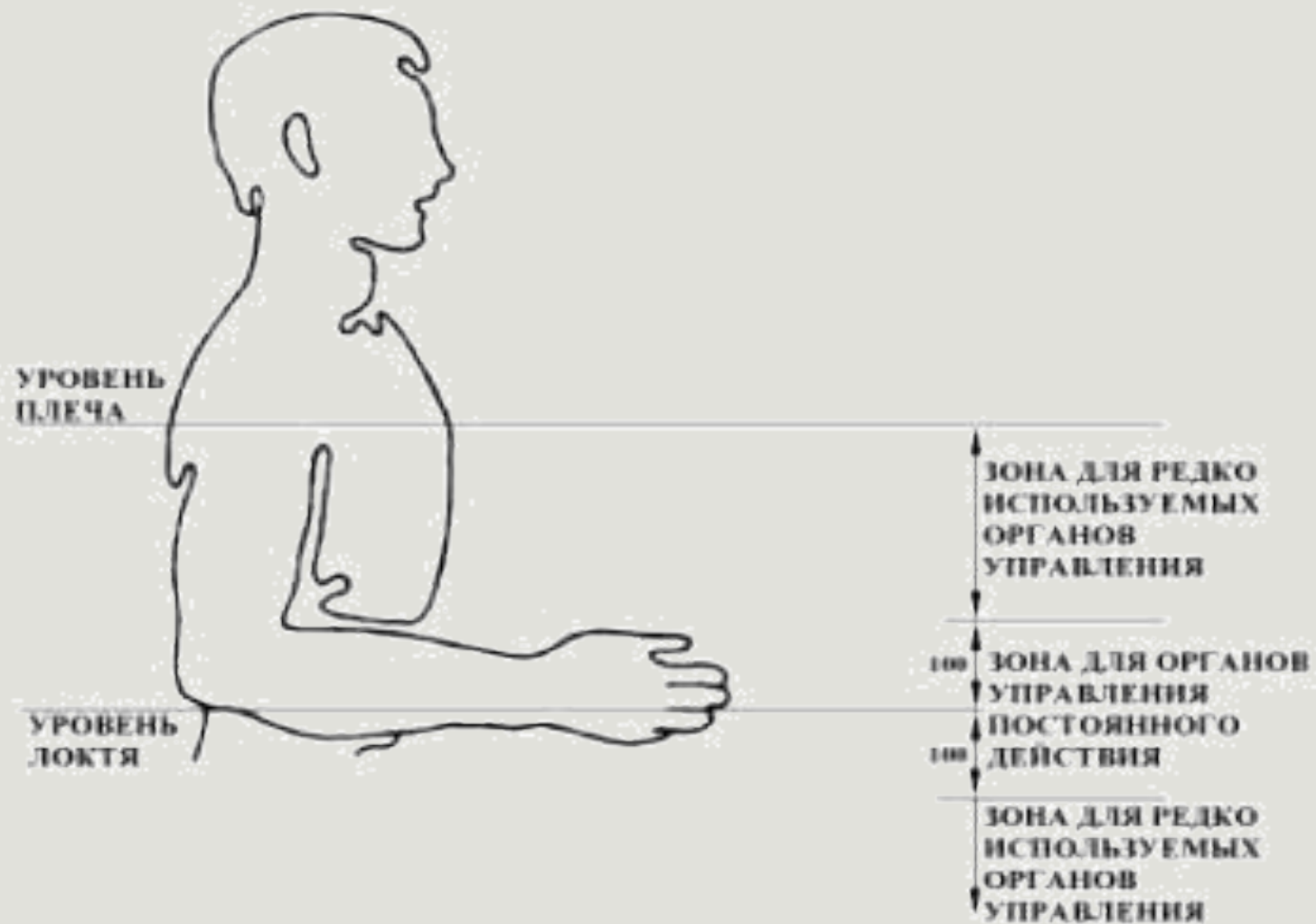
- а - зона максимальной досягаемости;
- б - зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;
- в - зона легкой досягаемости ладони;
- г - оптимальное пространство для грубой ручной работы;
- д - оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях наиболее удобной, т.е. **оптимальной**, является зона 1. В пределах этой зоны могут выполняться наиболее точные и очень частые движения и размещаться наиболее важные и очень часто используемые органы управления.

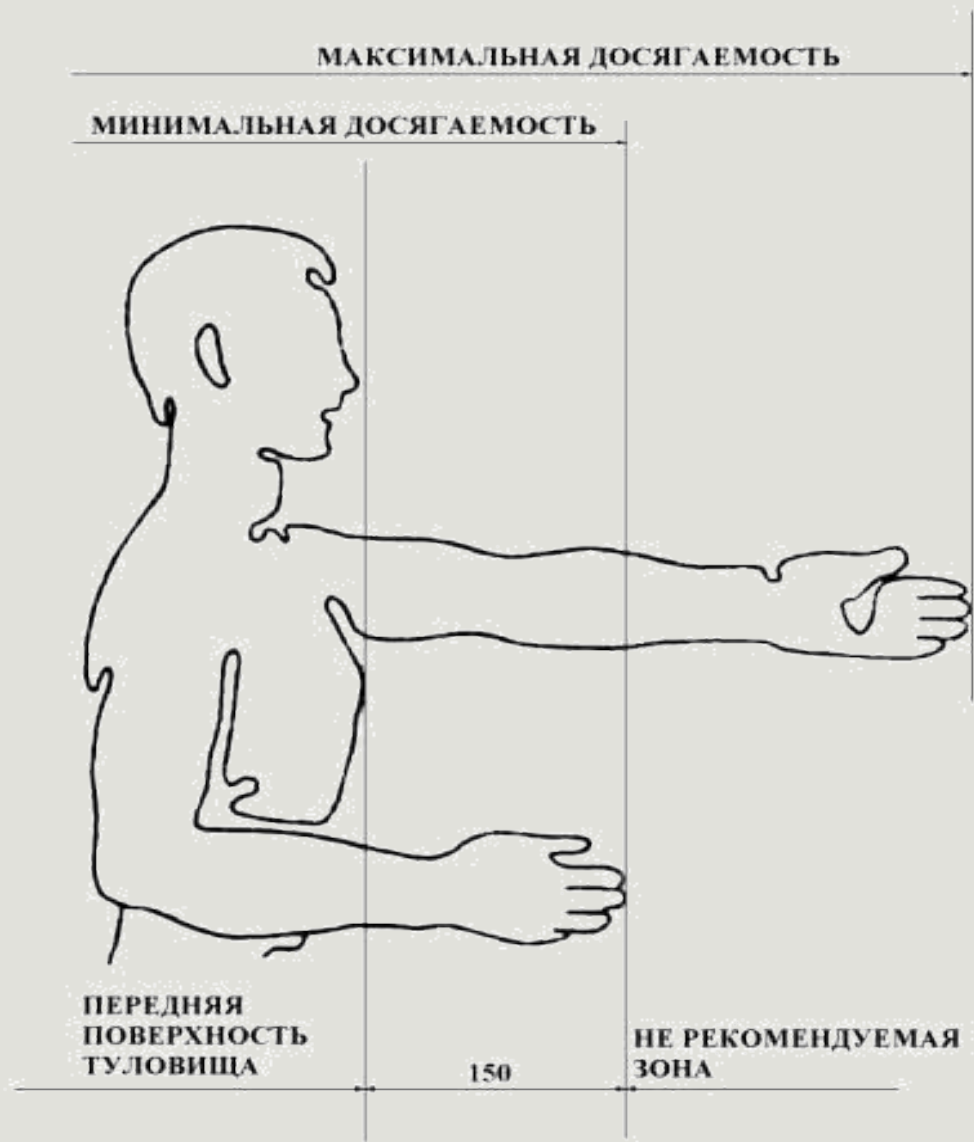
В зоне 2 - **зона легкой досягаемости** могут выполняться достаточно точные и частые движения и размещаться важные и часто используемые органы управления.

В пределах зоны 3 - **зона досягаемости** могут выполняться менее точные и редкие движения, так как в следствие увеличения амплитуды движения на их выполнение затрачивается больше времени и при высокой частоте такие движения становятся энергетически невыгодными. В зоне 3 могут размещаться менее важные и редко используемые органы управления.

Наиболее редкими должны быть движения рук кзади от нулевой линии требующие поворота туловища.



В вертикальной плоскости



в горизонтальной плоскости.

Независимо от типа органы управления должны быть логически сгруппированы в определенную пространственную структуру с учетом:

- функционального назначения (принадлежность к определенному комплексу оборудования, системе, агрегату, функциональному узлу);
- последовательности использования в зависимости от алгоритма деятельности оператора;
- времени использования (в период подготовки к эксплуатации или в период функционирования системы);
- характера режима работы системы;
- значимости органа управления для работы системы (нельзя располагать рядом органы управления, используемые при нормальной работе и в аварийных ситуациях).

Орган управления состоит из приводного элемента и исполнительной части.

Типы приводных элементов органов управления:

. Кнопки и клавиши

Кнопки и клавиши – применяются для проведения быстрых операций типа «включено – выключено», требуют при управлении незначительных физических усилий, позволяют осуществлять управляющие действия **с наибольшей скоростью**.

В целях исключения возможности случайного включения соседних кнопок расстояние между их соседними краями должно составлять не менее **15 мм** (при работе в перчатках – не менее **25 мм**), а для кнопок, нажимаемых большим пальцем, - не менее **50 мм**. **При слабой освещенности пульта управления и большой частоте нажатия (более 5 раз в минуту) размеры приводных элементов и расстояний между ними следует увеличить в 1,5 – 3 раза.**

Для контроля операции включения – выключения целесообразно использовать подсвет.



Рычажные переключатели (тумблеры)

Рычажные переключатели (тумблеры) – применяются для быстрого включения, выключения и переключения режимов работы, не требуют при управлении больших физических усилий, хорошо опознаются на рабочем месте, позволяют осуществлять операции с большой скоростью.

Форма приводного элемента (рычажной части) тумблера может быть конусообразной, многогранной или цилиндрической с расширением на конце в виде шарика или лопатки. Приводной элемент тумблера должен иметь длину не менее **10 – 15 мм** и толщину в расширенном участке **3 – 5 мм**. Межпозиционные перемещения рычажка должны выполняться в секторе **40 – 60°** – для двухпозиционного тумблера и в секторе **30 – 50°** – для трехпозиционного.

Положение тумблера, характеризующее его состояние, должно легко распознаваться визуально, тактильно и на слух (как щелчок). Позиция приводного элемента «вверх» должна соответствовать состоянию «включено».

При размещении тумблеров на панели управления в ряд расстояние между их осевыми линиями должно быть не менее **19 мм**, при работе в перчатках – не менее **25 мм**.



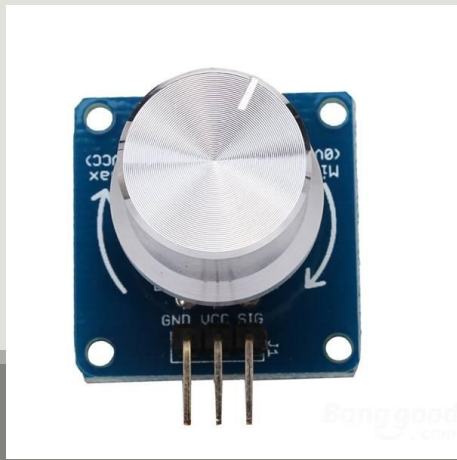
• Поворотные переключатели и регуляторы

Поворотные переключатели и регуляторы – применяются для операций «включения – выключения», плавного непрерывного или ступенчатого регулирования, требуют незначительных усилий при работе. Конструкция их должна обеспечивать сигнализацию об установлении каждой дискретной позиции посредством слышимого щелчка или ощущаемого скачкообразного изменения.

Размеры рукоятки поворотного переключателя должны находиться в пределах: диаметр – **20 – 120 мм**, ширина – **2 – 15 мм**, высота **10 – 55 мм**.

Ручкам, рассчитываемым на точную регулировку, необходимо обеспечить диапазон поворотов на **30 – 60°** в каждую сторону от нулевой точки. У ручек, рассчитываемых на большие усилия, боковые поверхности должны быть ребристыми для обеспечения надежного захвата.

Расстояние между краями соседних ручек при работе пальцами должно составлять не менее 20 мм, при работе в перчатках – не менее **25 мм**, при работе кистью – не менее **50 мм**, при работе двумя руками – не менее **70 мм**.



- Рычаги управления

Рычаги управления — предназначены для ступенчатых переключений и плавного динамического регулирования одной или двумя руками. Их используют при средних или больших усилиях, быстрых движениях при коротком пути управления и прямых траекториях.

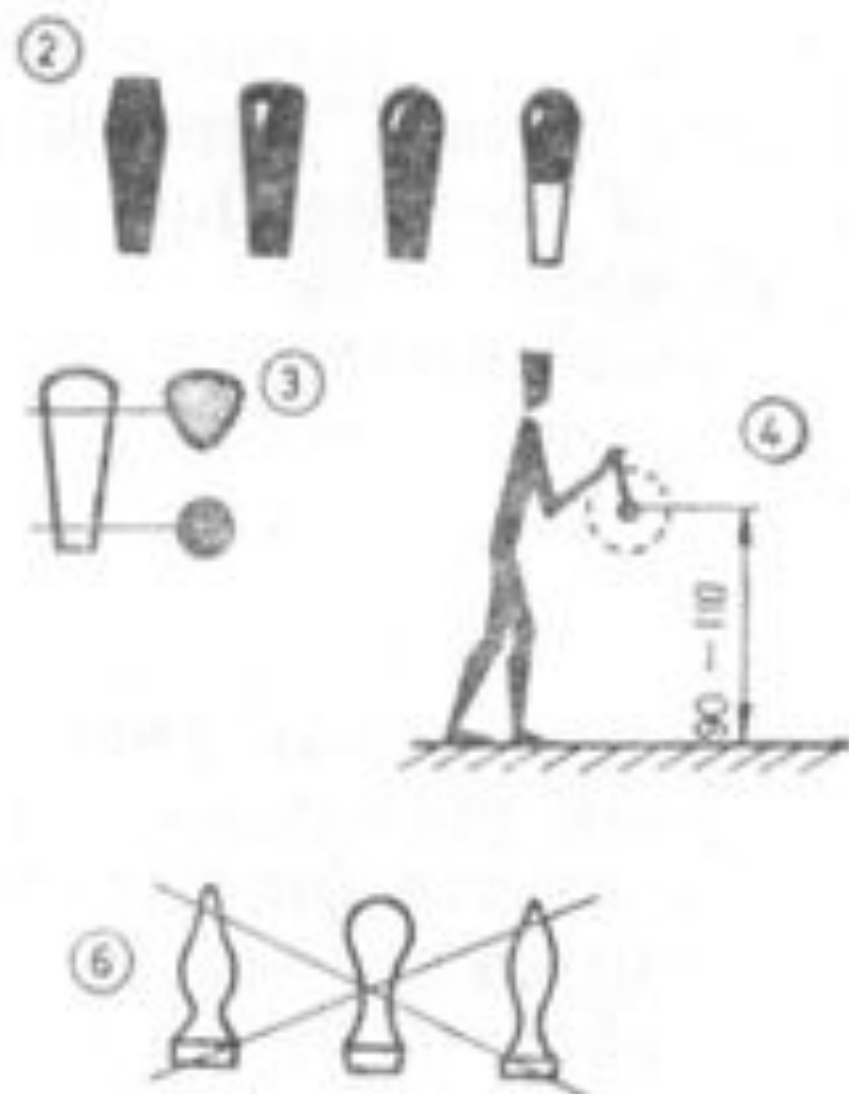
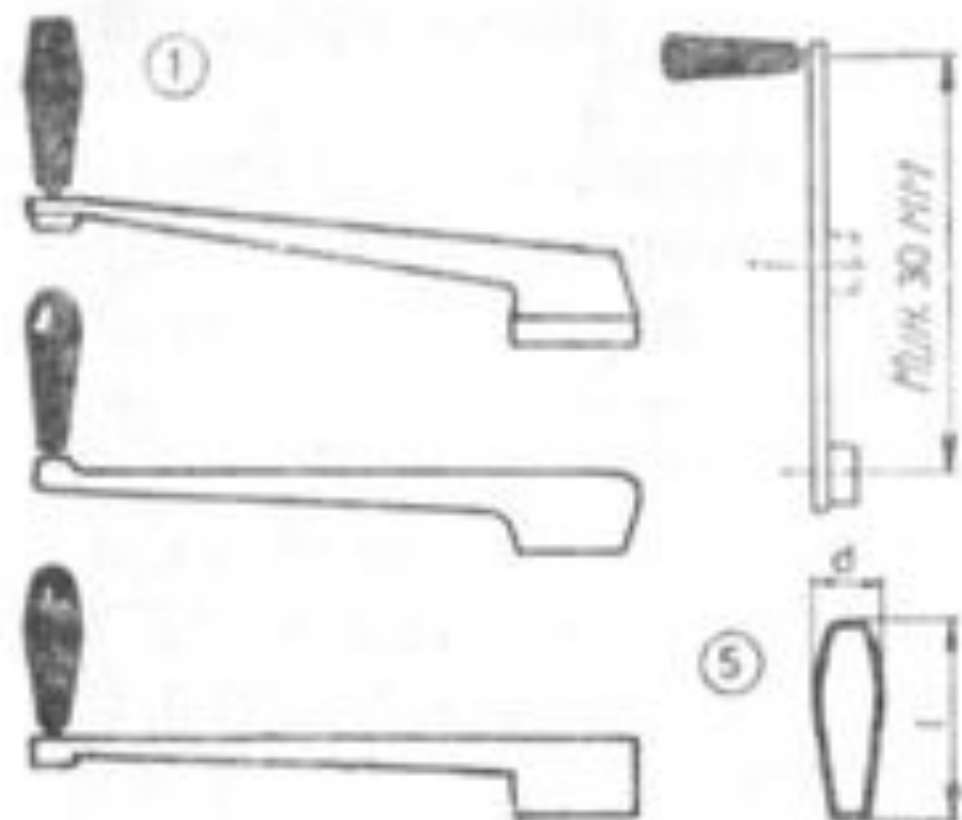
Рычаги управления необходимо устанавливать в пределах минимальной и максимальной зон досягаемости для рук с соблюдением требований безопасности. Максимальное допустимое число позиций рычага равно 8.

Рычаги, перемещаемые двумя руками, следует располагать в срединно-сагитальной плоскости с отклонениями в стороны не более 100 мм. **Рычаги, перемещаемые одной рукой, должны располагаться со стороны действующей руки на уровне локтя, при сгибании ее в локтевом суставе под углом 90 - 135° и при направлении движения к себе от себя.**

Рычаг удобнее перемещать в вертикальной плоскости чем в горизонтальной. Размах рычага не должен быть более 200 мм (в любую сторону).

- Маховики и штурвалы

- Кривошипные рукоятки



- Ножные органы управления

Ножные органы управления – Предназначены для операций типа включения – выключения и регулирования состояния объекта управления.

При частом и продолжительном пользовании ножными органами управления необходимо обеспечить работу в положении сидя.

Усилие, прилагаемое к педали, определяется рядом факторов: типом объекта управления, конструктивным решением педали, положением работающего (сидя или стоя), частотой использования и т.п. Усилие, развиваемое ногой, больше в положении стоя. При выполнении работ в положении стоя следует по возможности избегать применения педалей. Если это необходимо, то педаль должна располагаться на высоте не более чем 200 мм от пола. Направление движения должно быть приблизительно вертикальным. Движения нажатия должны осуществляться только в голеностопном суставе.

Педали следует располагать в зоне досягаемости или в оптимальной зоне действия ног. Для обеспечения оптимального положения ноги в положении сидя угол в голеностопном суставе должен составлять $90 - 100^{\circ}$, а в коленном $110 - 120^{\circ}$.

Трудовая активность человека во многом определяется условиями, в которых он работает. К ним, прежде всего, относятся рабочее пространство и рабочее место.

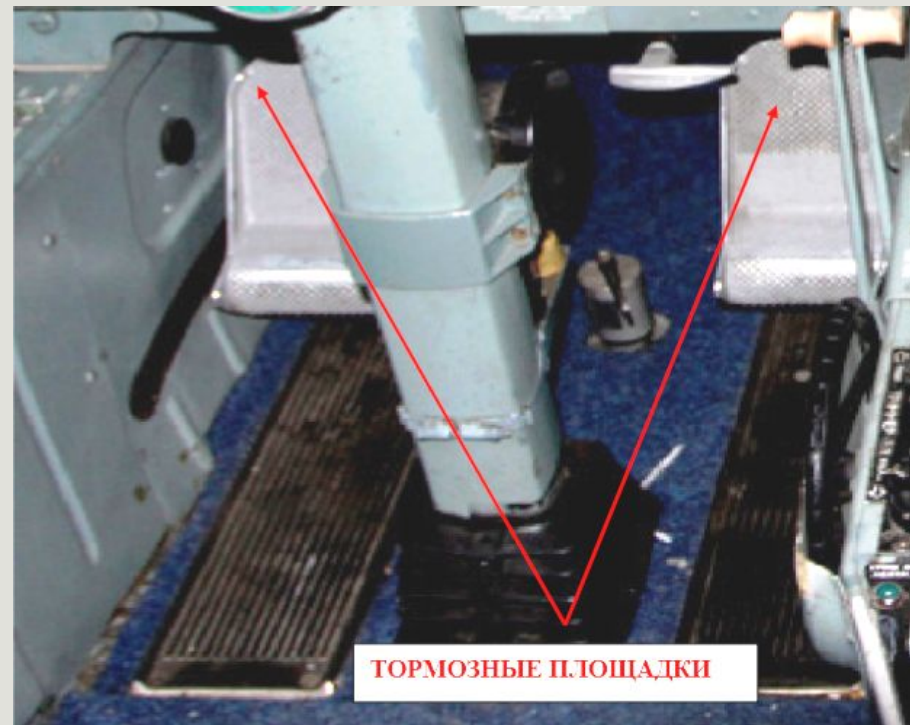
Катастрофа Da-40



08.05.2014г. г.Ульяновск
произошла катастрофа с
учебным Da-40, причиной
которой стало ошибочное
переключение
выключателя двигателя,
из-за несовершенства
эргономики кабины.

Форма выключателей
двигателя и топливного
насоса одинакова и оба
вытяжного типа, а
расстояние между ними
всего 40 мм.

Катастрофа Як-42



Катастрофа ВС Як-42 произошла 07.09.11г. в г.Ярославль несмотря на то, что ВС удовлетворяло эргономическим требованиям. Из-за нарушения правил переучивания экипажа с эргономически несовершенного Як-40, произошел негативный перенос навыков управления, что явилось причиной подтормаживания ВС при разбеге и самой катастрофы.