ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УПРАВЛЯЮЩИХ ДЕЙСТВИЙ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ

Вопросы:

- 1. Характеристика управляющей деятельности оператора.
- 2. Требования к проектированию органов управления.

- **Управляющая деятельность оператора** - это система управляющих действий (как правило, двигательных актов – моторных и, как исключение, речевых) при реализации принятого решения.

Управляющие действия можно разбить на **3 группы**:

- 1. **Рабочие и исполнительные действия**, посредством которых осуществляется воздействие на орган управления
- 2. **Гностические действия**, направленные на познание объекта и условий труда (ощупывание, измерение и т.п.).
- 3. **Приспособительные действия** (установочные, уравновешивающие и т.д.).

Управляющие действия оцениваются по таким пространственным, силовым и скоростным и прочим проявлениям (**показателям**) как:

- - точность,
- - время выполнения,
- - вероятность безошибочной работы,
- - экономичность,
- - производительность

- В основном управляющие действия сводятся к нажатию кнопок, включению тумблеров, повороту рукояток, маховиков и т.д., то есть могут быть выполнены без длительного специального обучения. Это связано с тем, что вся **сложность управления переместилась с исполнительной части на центральные механизмы** их регуляции (например, ручное управление самолётом Ньюпора и автоматизированное у современного сверхзвукового истребителя).

В управляющей деятельности оператора можно выделить несколько **компонентов:**

- мотивационный,
- познавательный,
- эмоциональный,
- волевой,
- психомоторный

Управляющие действия осуществляются **органами управления**, для облегчения **проектирования** которых они **классификации** по разным основаниям.

- 1. **Так, по цели управляющих действий** органы управления могут использоваться для**:**
- - ввода информации,
- - установки режимов,
- - регулировки параметров.

2. **По характеру использования**:

- - используемые постоянно, для программного управления, установки режимов работы, длительного регулирования параметров системы, ввода управляющей и командной информации,
- - используемые для периодического контроля работоспособности системы и проведения вспомогательных работ,
- - используемые эпизодически, при возникновении потребности в настройке, регулировке и калибровке основной аппаратуры и вспомогательного оборудования, при проведении регламентных работ и прочих эпизодических операций.

3. **По конструктивному исполнению (в ручном, ножном, сенсорном и дистанционном варианте):**

- кнопки,
- клавиши,
- рычаги,
- тумблеры,
- педали,
- переключатели,
- штурвалы (двуручные и для одной руки),
- номеронабиратели,
- сенсорные органы (акустические).

- Наиболее часто в деятельности оператора используются всевозможные **ручные органы управления.** При проектировании следует помнить, что они удобны, легко контролируются визуально, позволяют достигать высокой точности управляющих действий, имеют небольшие размеры, требуют незначительных физических усилий.
- При критической загруженности рук оператора, при плохой доступности (расположение ниже пояса), а также при необходимости применения больших мышечных усилий используются **ножные органы управления.**

- Возможно также применение **сенсорных органов управления**. Они удобны для страховки от случайного поражения электротоком, радиацией, от попадания в опасную зону (срабатывают от инфракрасного излучения человеческого тела, от его электромагнитного поля, от статического электричества и т.п.).
- В особых случаях (при необходимости перемещений вблизи от рабочего места оператора) используются **дистанционные пульты управления.**

4. **По значению:**

- - главные,
- - вспомогательные.
- При проектировании учитывается также классификация органов управления по **характеру движений (4 класса):**
- **Первый класс:** Органы управления**,** ориентированные на операции **включения, выключения, переключения.**

Органы переключения в свою очередь делятся на виды по характеру процесса переключения на:

- - органы управления с последовательным включением, где соблюдается определенная очередность переходов от одного включения к другому (с использованием промежуточных включений) - переключатель коммутаторного типа.
- - органы управления с избирательным включением, позволяющим переходить от одного включения к любому непосредственно (минуя промежуточные состояния) - кнопочные переключатели.
- - органы управления с предварительным выбором необходимого включения, дающие возможность подготовить последующие включения, не нарушая предыдущего, и в нужный момент быстро произвести переключение.

- Эти операции складываются из сложных микродвижений пальцев и строятся по принципу простых или взаимоисключающих двигательных реакций. Количество подобных операций ограничено в единицу времени, а каждая операция включает большое количество микродвижений. Например, при нажатии кнопки (за 0,75 сек) пальцы правой руки совершают более 60 микродвижений, а при переключении тумблера за то же время – около 80.

- Для органов управления первого класса важно обеспечить нагрузку осязанию. Поэтому лучшему их опознанию и различению способствует кодирование формой. Так, **например**, для кнопок обычно используется форма с вогнутой, выпуклой или плоской поверхностью. Ручки управления могут быть цилиндрическими, гладкими, ребристыми, прямоугольными, сложной конфигурации.
- Ко **второму классу** относятся органы управления, позволяющие выполнять операции, состоящие из какой-либо **последовательности повторяющихся движений.**

- Они характерны для операторов-телеграфистов, пользователей компьютеров, машинисток и т.д. Критерием эффективности повторяющихся движений являются темп (частота повторения) и количество допускаемых при этом ошибок.
- Разным видам движений характерны различные значения максимально возможного темпа повторяющихся движений. Так, например, вращательные движения совершаются ведущей рукой со скоростью 4,83 оборота в секунду, а неведущей рукой – 4 оборота в секунду. Нажимные движения (при величине нажимного усилия 25 г) реализуются для ведущей руки с частотой 6,68 нажимов в секунду, а для неведущей руки – 5,8 нажимов в секунду. При увеличении нажимного усилия до 400 г различия между ведущей и неведущей рукой сглаживаются и составляют примерно 6 нажимов в секунду.

- При применении ударных движений различий между правой и левой руками также не выявлено. Но замечено, что количество совершаемых ударов в секунду при непродолжительной работе значительно больше (8,5 ударов в секунду), чем при длительной работе (1,5 – 5,0 ударов в секунду). К тому же тренировка позволяет сделать движения более ритмичными

- **К 3 классу** относят органы управления для непрерывного регулирования, настройки аппаратуры или наводки (нацеливания) с помощью операций **дозирования движений** по силовым, пространственным и временным параметрам.
- Настройка и регулировка осуществляются с помощью вращательных движений. Разновидностью дозировочных движений является корректировка.

- Время, затрачиваемое на выполнение дозированных реакций, зависит от передаточного числа, то есть от отношения между величиной поворота рукоятки и величиной возникающего при этом отклонения указателя на приборе. С увеличением передаточного числа время рабочих движений сокращается, а корректировка возрастает. Оптимальным является такое передаточное число, при котором полный поворот рукоятки перемещает указатель на 25 – 50 мм. В дальнейшем происходит приспособление.

- **К 4 классу** относят органы управления для выполнения непрерывных перцептивно-моторных задач, задач **слежения** за изменяющимися объектами.
- Примером подобной операции является непрерывное поддержание заданного режима полёта по показаниям приборов. Эта операция типична для систем “человек – машина”.

Известны две группы таких операций:

- **слежение с преследованием**, когда оператор воспринимает весь ход изменения входного и выходного сигналов и должен устранять их разницу,
- **компенсирующее слежение**, когда оператор решает ту же задачу, воспринимая только разность между сигналами.
- Точность слежения с преследованием в 1,5 – 2 раза выше, чем компенсирующего, так как во втором варианте оператору сложнее контролировать свои действия и предвидеть характер изменения параметров.

- Большое значение имеет адекватность направления управляющих движений с направлением перемещения стрелки индикатора, т.е. согласованность по пространственным и временным характеристикам.

Характеристики рабочих движений оператора.

- Основные параметры рабочих движений хорошо изучены и широко применяются в инженерной психологии. Рассмотрим некоторые из них, опираясь на результаты исследований одного из основоположников отечественной инженерной психологии **Бориса Федоровича Ломова (1927 – 1990)**:
- - Скорость движения руки может изменяться в больших пределах от 0,01 до 8000 см/сек (пальцами и кистью). На практике скорость колеблется в пределах от 5 до 800 см/сек.

- - Движения рук в направлении к телу совершаются быстрее, чем в направлении от тела, но последние более точные. Скорость движений в вертикальной плоскости больше, чем в горизонтальной. Наибольшей скоростью обладают движения сверху вниз, наименьшей – от тела и снизу вверх.
- - Вращательные движения совершаются в полтора раза быстрее, чем поступательные. Наиболее экономичны движения толчком, т.е. с максимальной начальной скоростью при постепенном её уменьшении.

- - Целесообразно располагать органы управления на высоте 100 – 105 см от пола, чтобы они находились в районе пояса (при работе стоя). Если же управление требует больших усилий, то органы управления целесообразно разместить примерно на высоте 85 – 90 см от пола для использования становой силы.
- - Наибольшая сила развивается при толкании от себя и при вытягивании на себя. При этом сила отличается у разных операторов почти в 3 раза. Проектировщики исходят из показателей слабых операторов.

- Точность различия временных параметров движения заметно уступает точности различения его пространственных признаков. Причём эти характеристики оказываются взаимосвязанными. Так, медленные движения оцениваются с большими ошибками как по различению длительности, так и по амплитуде и направлению.
- - По моторным функциям в 90 % случаев правая рука оказывается ведущей. Но по сенсорным функциям зависимости более сложные. Так по пространственно-двигательной ориентировке более развита правая рука, по уровню различения статистических напряжений, тактильной чувствительности и скорости осязания – левая рука.

- Полное решение вопроса о выборе оптимальных параметров органов управления возможно только при учёте, наряду с двигательными возможностями человека, характеристик всего механизма двигательного акта.
- При проектировании важно учитывать также стереотипы и привычки человека. Так, например, перемещения аппарата вверх, влево, вправо должны сопровождаться аналогичными движениями органов управления. Для педалей при нажатии осуществляется либо включение, либо увеличение параметра

- Разные органы управления рассчитываются на срабатывание при применении к ним разных усилий. Так, например, для ножных педалей оно может достигать от 2 до 30 кг, при повороте рукояток и рычагов – от 2 до 16 кг, а для переключения тумблера – должно находиться в пределах от десятков граммов до одного килограмма.

Сопротивляемость органов управления - это устойчивость к внешним воздействиям.

- У моторных органов сопротивляемость может быть:
- - за счет упругости,
- - за счет фрикционности (механического сопротивления шестерен передачи),
- - за счет вязкости или инерционности.

- Упругая сопротивляемость возрастает по мере отведения органа управления от нулевого положения и способствует его возврату в исходное положение.
- Фрикционное сопротивление обеспечивает удержание органа управления в выбранном положении и возрастает при увеличении скорости движения.

- Вязкостное сопротивление препятствует быстрым, резким движениям и возрастает с увеличением скорости.
- Инерционное сопротивление препятствует быстрым изменениям скорости.
- Сопротивление органов управления не только предохраняет их от случайного включения, но и обеспечивает плавность воздействий и их точность, позволяет выработать специфическое “чувство управления” (особо важное на транспорте).

- **Пример:** Когда появились мощные сервоусилители для облегчения физических усилий, то летчики просили смоделировать их сопротивляемость.

Речевые управленческие действия.

- Преимущества речевого ввода информации в машину:
- 1. Освобождаются глаза, руки, у оператора появляется свобода перемещения.
- 2. Речевой ввод команды осуществляется в 2 – 3 раза быстрее и фактически без ошибок.
- 3. Можно работать даже в темноте, сохранять свободу передвижения и передавать команду на значительные расстояния.

- Но наряду с преимуществами, речевой ввод информации в машину не лишён недостатков, среди которых можно выделить слабую защищенность от шумов, помех и посторонних сигналов. К тому же они очень дорогие в производстве и эксплуатации.

- При проектировании следует помнить, что обычно органы управления используются совместно со связанными с ними индикаторами. При этом для обеспечения наилучшей точности и скорости работы оператора необходимо обеспечить выполнение не только инженерно-психологических требований к отдельным индикаторам и органам управления, но также и ряда требований к их совместному расположению. Вкратце эти требования сводятся к следующему.

- При проектировании органов управления рядом с теми средствами отображения информации, к которым они относятся, необходимо, чтобы рука оператора при манипулировании органом управления не закрывала индикационную часть соответствующего средства отображения информации. Для выполнения этого требования нужно, чтобы орган управления, манипулирование которым осуществляется правой рукой, размещался правее и ниже связанного с ним индикатора. Если же работа с органом управления осуществляется левой рукой, то он должен размещаться левее или ниже соответствующего ему индикатора.

- При проектировании органов управления и связанных с ними индикаторов на различных панелях относительное размещение элементов на обеих панелях должно быть идентичным. Для этого индикаторы и связанные с ними по смыслу органы управления целесообразно размещать в одинаковом порядке и в непосредственной близости друг от друга. Ручки органов управления рекомендуется устанавливать в плоскости экрана индикатора либо в плоскости, ей параллельной. При взаимном размещении органов управления и соответствующих им индикаторов следует подчеркивать их функциональное назначение с помощью цветной маркировки и путем придания им специфических очертаний.

- Направление перемещения органа управления должно правильно сочетаться с изменением показаний соответствующего индикатора. При этом: уменьшается время реакции или время на принятие решений; увеличивается правильность начальных перемещений органа управления (т.е. сокращаются движения в ложном направлении, вызванные реверсивными ошибками); увеличивается скорость и точность регулирования органом управления; уменьшается время на обучение операторов

Можно указать некоторые основные правила взаимной связи между движением указателя индикатора и ручки управления:

- - вращающийся орган управления нельзя располагать выше индикатора;
- - если стрелка индикатора перемещается по дуге, большей 180º, надо использовать вращающуюся. ручку;
- - при перемещении указателя по дуге, составляющей меньше 180º, можно применять линейные органы управления;
- - направление перемещения указателя индикатора должно соответствовать направлению движения органа управления.

- Последнее положение носит название правила “реализма” в движениях органов управления. Согласно этому правилу, наиболее высокая эффективность достигается при манипулировании теми органами управления, движения которых согласованы по пространственным и временным характеристикам с сигналами

- Помимо этого для повышения эффективности работы оператора большое значение имеет согласование индикаторов и органов управления по положению. Это особенно важно при проектировании видов деятельности, в которых требуется незамедлительная ответная реакция оператора на поступивший сигнал (например, при загорании лампочки нужно немедленно нажать на кнопку). В этом случае при применении панели, на которой кнопки управления размещены в непосредственной близости от сигнальных лампочек, темп работы оператора в 2 - 4 раза выше, чем при использовании панелей, где сигнальные лампочки расположены отдельно от кнопок.

- Следовательно, наилучшим вариантом взаимоотношения индикаторов и органов управления является такой, при котором информация используется там, где она возникает, т.е. место приложения сигнала совпадает (или находится рядом) с местом его появления. Оптимальным случаем является совмещение индикатора и органа управления в одном устройстве. Примером такого конструктивного решения может служить люминесцентный индикатор, являющийся одновременно кнопкой или клавишей. На основе подобных устройств могут быть созданы новые типы мнемосхем и табло состояний, совмещенных с панелями управления

- В более сложных случаях, когда важно не только время решения задачи, но и количество допущенных ошибок, правило совмещения индикаторов и органов управления по положению не следует понимать так упрощенно, как в случаях, описанных выше.

- Но всегда следует помнить **общее правило проектирования**, согласно которому важнейшим средством повышения точности и скорости действий оператора является **структурное соответствие** (а не просто близость, что справедливо лишь для частных случаев) в расположении сигналов и органов управления. Это приближает управляющее действие к предметному, обеспечивая тем самым оптимальные условия его регуляции