# Раздел 2. Психофизиологические характеристики деятельности оператора

Тема 3. Прием информации оператором

3.1. Психофизиологическая характеристика процесса приема информации

3.2. Энергетические и информационные характеристики зрительного анализатора

3.3. Пространственные и временные характеристики зрительного анализатора

3.4. Характеристики слухового анализатора

3.5. Восприятие речевых сообщений

3.6. Характеристики тактильного анализатора

3.7. Взаимодействие анализаторов при приеме информации

3.8. Выбор канала восприятия в зависимости от вида информации

**3.1. Психофизиологическая характеристика процесса приема информации**

Важнейшей составляющей деятельности оператора в системе "человек - машина" является прием осведомительной информации об объекте управления. Прием сигналов различной модальности осуществляется при помощи *анализаторов***:**

зрительных

обонятельных

слуховых

осязательных

тактильных

*Основными психическими процессами*, участвующими в приеме информации, являются:

ощущение

восприятие

представление

мышление

память

внимание

речь

Прием информации человеком-оператором необходимо рассматривать как процесс формирования перцептивного (чувственного) образа. Под ним понимается субъективное отражение в сознании человека свойств действующего на него объекта.

В процессе восприятия можно выделить три основных этапа:

Обнаружение информации

Идентификация информации

Интерпретация информации

В зависимости от характера деятельности оператора, ***процесс обнаружения информации*** *имеет в ней различный удельный вес.*

*Оператору должны быть известны возникающие в процессе обнаружения типовые задачи* (объекты, события, состояния, параметры), которые обычно обнаруживаются по комплексу сигналов на информационной модели. Оператор концентрирует свое внимание на тех сигналах, по которым задача может быть обнаружена наиболее вероятно и быстро.

*Обнаружению сигналов препятствуют помехи различного вида*. В условиях помех наблюдатель, в зависимости от поставленной цели, выбирает одну из двух стратегий поведения: либо во что бы то ни стало не пропустить полезный сигнал, несмотря на ложные обнаружения, либо не допустить ложного обнаружения, хотя в этом случае снижается вероятность обнаружения полезного сигнала.

***Процесс идентификации информации*** представляет собой акт отождествления обнаруженных сигналов с некоторыми образами, хранимыми в памяти. Оператор получает информацию в закодированной форме, в виде сигналов, предоставляемых средствами отображения информации. Поэтому возможна идентификация обнаруженной информации либо с образом сигнала на индикаторе (например, с отметкой на экране прибора), либо с образом самого источника, который порождает этот сигнал. Чаще в деятельности оператора используется второй вариант идентификации, т.е. узнавание по приборной информации признаков объекта наблюдения. Таким образом, в сознании оператора совершается процесс декодирования информации, заключающийся в преобразовании полученных при чувственном восприятии сигналов в представление об объекте. Такое преобразование осуществляется обычно посредством процесса ассоциации - сравнения признаков, присущих полученному сигналу, с определенными эталонными признаками, хранящимися в памяти оператора. Важно отметить, что ассоциативное опознание объекта происходит не по полному совпадению сигнала с эталонным образом, а по любому из существенных признаков, этому образу присущих.

***Процесс интерпретации информации*** направлен на уточнение и дополнение полученных ранее сведений, на их осмысление. Это особенно необходимо в операторской деятельности, где узнавание задачи осуществляется обычно при неполной информации о ней, так как сам процесс кодирования информации неизбежно связан с ее потерями. Помехи при передаче и восприятии информации также вносят дополнительную неопределенность в полученные данные.

*Процесс интерпретации* базируется не только на содержании предъявленной информации и форме ее представления, но и на субъективных факторах - знаниях и опыте оператора, приобретенных в практической деятельности.

*В результате процесса интерпретации завершается формирование концептуальной модели,* включающей в себя не только представление о сложившейся ситуации, но и прогноз, предвосхищение ее развития, вероятность разрешения или неразрешения возникшей в ней задачи, а также возможных последствий в том и другом случае.

Длительность этих стадий зависит от сложности воспринимаемого сигнала.

***Большую роль при построении перцептивного образа играют представления*** (вторичные образы), сформированные у человека в процессе развития. Процесс восприятия есть вместе с тем и соотнесение формирующегося образа с некоторым хранящимся в памяти эталоном. Система представлений, хранящихся в памяти человека, образует своеобразную "субъективную шкалу", с которой соотносятся те или иные перцептивные образы. Это значительно ускоряет процесс восприятия, но вместе с тем иногда может служить источником ошибок опознания.

Процесс опознания происходит путем последовательного "разворачивания" сложных признаков. Когда в поле зрения находится несколько объектов, их опознание начинается почти одновременно. Однако пока один из них не будет опознан с вероятностью порядка 70 %, опознание остальных задерживается.

Как только стимулы опознаны, должно быть принято решение о том, какое действие предпринять. Ответ может быть выбран сразу, или же информация может в течение какого-то периода времени удерживаться в оперативной памяти. Если выбирается вариант, связанный с удержанием информации, то накопленная информация может либо храниться в долговременной памяти, т.е. становится заученной, либо быть утраченной, забытой, либо использоваться для выработки ответа.

Последствия ответного действия обычно снова доступны для восприятия в виде сигналов обратной связи. Обратная связь может быть внутренней (ощущение в пальцах, звук от нажима клавиши), либо внешней (световой сигнал, появляющийся на дисплее и означающий, что команда получена). Обратная связь помогает деятельности оператора, особенно когда она является немедленной.

Переработка информации протекает под влиянием ограничений, отражающих пропускную способность различных умственных операций. Каждая операция имеет ограничения по скорости формирования и количеству информации, перерабатываемой в единицу времени. Имеются также ограничения по ресурсам внимания, которыми обладает система обработки информации.

***Восприятие*** *как основа процесса приема информации оператором характеризуется такими* ***свойствами,*** *как****:***

***целостность***

***осмысленность***

***избирательность***

***константность***.

***апперцепция***

***Целостность восприятия*** возникает в результате анализа и синтеза комплексных раздражителей в процессе деятельности оператора.

***Осмысленность*** состоит в том, что воспринимаемый объект относится к определенной категории.

***Избирательность*** восприятия является выражением определенного отношения оператора к воздействию на него предметов и явлений внешней среды.

***Константность восприятия*** - относительное постоянство некоторых воспринимаемых свойств предметов при изменении условий восприятия. Например, при зрительном восприятии имеет место константность цвета, величины и формы предметов при изменении освещения и т.д. Относительное постоянство видимой величины предметов при их различной удаленности называется константностью восприятия величины. Константность восприятия формы предметов заключается в относительной неизменности восприятия формы предмета при изменении положения его по отношению к линии взора оператора. Константное восприятие связано с восприятием предмета или предметной ситуации как единого целого.

***Апперцепция*** – зависимость восприятия от предыдущего опыта и знаний субъекта.

Перечисленные свойства восприятия не являются изначальными свойствами перцептивного образа, а формируются в процессе его становления. Этот факт имеет большое значение для правильного построения средств отображения информации, для организации профессионального отбора и обучения операторов.

Физиологической основой формирования перцептивного образа является работа анализаторов - нервные приборы, посредством которых человек осуществляет анализ раздражений. Любой анализатор состоит из трех основных частей: рецептора, проводящих нервных путей, центра в коре больших полушарий головного мозга.

Основной функцией рецептора является превращение энергии действующего раздражителя в нервный процесс. Вход рецептора приспособлен к приему сигналов определенной модальности (вида) - световых, звуковых и др. Однако его выход посылает сигналы, по своей природе единые для любого входа нервной системы. Это позволяет рассматривать рецепторы как устройства кодирования информации.

Проводящие нервные пути осуществляют передачу нервных импульсов в кору головного мозга. Эти импульсы, достигнув коры головного мозга, подвергаются там определенной обработке и снова возвращаются в рецепторы. Только в этом процессе взаимодействия рецепторов и центров в коре больших полушарий происходит формирование перцептивного образа.

В зависимости от модальности поступающего сигнала различают виды анализаторов. Наибольшее значение для деятельности оператора имеет зрительный анализатор, за ним следуют слуховой и тактильный. Участие других анализаторов в деятельности оператора невелико.

Основными характеристиками любого анализатора являются пороги:

Абсолютный верхний порог

чувствительности

Абсолютный нижний порог

чувствительности

Дифференциальный порог

Оперативный порог различения

*Минимальная величина раздражителя*, вызывающая едва заметное ощущение, - ***нижний абсолютный порог чувствительности.*** *Максимально допустимая величина* - ***верхний порог чувствительности***. Сигналы, величина которых меньше нижнего порога, человеком не воспринимается. Увеличение же интенсивности сигнала сверх верхнего порога вызывает у человека болевое ощущение (сверхгромкий звук, слепящая яркость и т.д.). Интервал между нижним и верхним порогами носит название диапазона чувствительности анализатора.

***Дифференциальный порог*** - минимальное различие между двумя раздражителями, вызывающее едва заметное различие ощущений.

***Оперативный порог различения*** определяется той наименьшей величиной различия между сигналами, при которой точность и скорость различения достигает максимума. Обычно оперативный порог различения в 10-15 раз больше дифференциального.

Важнейшими свойствами анализаторов, имеющими большое значение для деятельности оператора, являются адаптивность и избирательность.

Анализатор является самонастраивающейся системой. Это его свойство проявляется в адаптации - изменении диапазона чувствительности в соответствии с условиями работы анализатора. Тактильный анализатор адаптируется наиболее быстро, зрительный - сравнительно медленно, однако диапазон изменения чувствительности у него очень большой.

Избирательность анализатора заключается в его способности из множества раздражителей, действующих на человека, в каждый момент времени в зависимости от условий выделять лишь определенные. Избирательность является условием формирования адекватных ощущений и обеспечивает высокую помехоустойчивость анализаторов.

Рассмотренные характеристики и устройство анализаторов позволяют сформулировать общие требования к сигналам-раздражителям, адресованным оператору:

1. Интенсивность сигналов должна соответствовать средним значениям диапазона чувствительности анализаторов, которая обеспечивает наиболее оптимальные условия для приема и переработки информации.

2. Для того чтобы оператор мог следить за изменением сигналов, сравнивать их между собой по интенсивности, длительности, пространственному положению, необходимо обеспечить различие между сигналами, превышающее оперативный порог различения.

3. Перепады между сигналами не должны значительно превышать оперативный порог, так как при больших перепадах возникает утомление; следовательно, существуют не только оптимальные пороги, но и оптимальные зоны, в которых различение сигналов осуществляется с наибольшей скоростью и точностью.

4. Наиболее важные и ответственные сигналы следует располагать в тех зонах сенсорного поля, которые соответствуют участкам рецепторной поверхности с наибольшей чувствительностью.

5. При конструировании индикаторных устройств необходимо правильно выбрать вид сигнала, а следовательно, и модальность анализатора (зрительный, слуховой, тактильный и т.д.).

**3.2. Энергетические и информационные характеристики зрительного анализатора**

Раздражителем зрительного анализатора является световая энергия, а рецептором - глаз. *Человек - оператор около 90% всей информации получает через зрительный анализатор.* Зрение позволяет воспринимать форму, цвет, яркость и движение предметов.

Возможность зрительного восприятия определяется энергетическими, пространственными, временными и информационными характеристиками сигналов, поступающих к оператору. Совокупность этих характеристик и их численные значения определяют видимость объекта для глаза.

Энергетические характеристики зрительного анализатора определяются мощностью (интенсивностью) световых сигналов, воспринимаемых глазом. К ним относятся: диапазон яркостей, контраст, цветоощущение.

Зрительное ощущение будет тем сильнее, чем больше плотность светового потока, излучаемого по направлению к глазу. Яркость является основной характеристикой света. Величиной яркости определяется величина нервных импульсов, возникающих в сетчатке глаза.

Яркость предмета определяется двумя составляющими - яркостью излучения (определяется мощностью источника света и его светоотдачей) и яркостью за счет внешней засветки (определяется уровнем освещенности данной поверхности и ее отражающими свойствами).

**Таблица 1.** Величина коэффициента отражения в зависимости от цвета поверхности

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цвет  поверхн. | Коэфф–т  отраж. | Цвет  поверхн. | Коэфф–т  отраж. | Цвет  поверхн. | Коэфф–т  отраж. | Цвет  поверхн. | Коэфф–т  отраж. |
| Белый | 0,90 | Зеленый: |  | Серый: |  | Синий: |  |
| Желтый: |  | светлый | 0,65 | светлый | 0,75 | светлый | 0,55 |
| светлый | 0,75 | средний | 0,52 | средний | 0,55 | темный | 0,13 |
| средний | 0,65 | темный | 0,10 | темный | 0,30 | Коричн. | 0,10 |
|  |  |  |  |  |  | Черный | 0,07 |

В поле зрения оператора могут попасть предметы с различной яркостью, в инженерной психологии вводится понятие адаптирующей яркости - яркость, на которую адаптирован в данный момент времени зрительный анализатор. Для изображений с прямым контрастом (предмет темнее фона) адаптирующая яркость равна яркости фона, а для изображений с обратным контрастом (предмет ярче фона) - яркости предмета. Работа при прямом контрасте является более благоприятной, чем работа при обратном контрасте. Обеспечение требуемой величины контраста еще недостаточное условие нормальной видимости предметов. Нужно знать, как этот контраст воспринимается в данных условиях. Для его оценки вводится понятие порогового контраста - минимальная разность яркости предмета и фона, впервые обнаруживаемая глазом. Для нормальной видимости величина контраста должна быть больше порогового контраста в 10-15 раз.

Величина порогового контраста зависит от яркости и размеров предметов. Предметы с большими размерами видны при меньших контрастах, и с увеличением яркости уменьшается значение порогового контраста.

*Основной информационной характеристикой зрительного анализатора является пропускная способность,* т.е. то количество информации, которое способен анализатор принять в единицу времени.

Наибольшая пропускная способность имеет место на уровне фоторецепторов (сетчатки). По мере продвижения к более высоким уровням приема информации пропускная способность уменьшается.

Зрительный анализатор можно представить в ***виде информационной "воронки",*** ***широкая часть которой соответствует сетчатке, а узкая - зрительной области коры головного мозга***. Зрительная "воронка" повышает надежность линии передачи и резко сокращает вероятность посылки в мозг ошибочного сигнала.

 

**3.3. Пространственные и временные характеристики зрительного анализатора**

**Пространственные характеристики** зрительного анализатора определяются воспринимаемыми глазом размерами предметов и их расположением в пространстве. К ним относятся: острота зрения, поле зрения и объем зрительного восприятия.

**Остротой зрения** называется способность глаза различать мелкие детали предметов. Она определяется величиной, обратной тому минимальному размеру предмета, при котором он различим глазом. Острота зрения зависит от уровня освещенности, расстояния до рассматриваемого предмета и его положения относительно наблюдателя, возраста. Так, например, острота зрения под углом 10 градусов в 10 раз меньше, а под углом 30 градусов - в 23 раза меньше, чем прямо перед собой.

Важной характеристикой зрительного восприятия является его объем: число объектов, которые может охватить человек в течение одной зрительной фиксации. Обнаружено, что при предъявлении не связанных между собой объектов объем восприятия составляет 4-8 элементов. Последние исследования показывают, что объем воспроизведенного материала определяется не столько объемом восприятия, сколько объемом памяти.

Условно все поле зрения можно разбить на три зоны: центрального зрения (4 градуса); ясного видения (30-35 градусов); периферического зрения (75-90 градусов).

**Зона центрального зрения, где возможно наиболее четкое различение деталей = 4º**

Зона ясного видения (30-35 градусов), где при неподвижном глазе можно опознать предмет без различных мелких деталей

Зона периферического зрения (75-90 градусов), где предметы обнаруживаются, но не опознаются. Зона периферического зрения играет большую роль при ориентации во внешней обстановке.

Большую роль в процессе зрительного восприятия играют движения глаз. Они делятся на два больших класса: поисковые (установочные) и гностические (познавательные).

С помощью поисковых движений осуществляется поиск заданного объекта, установка глаза в исходную позицию и корректировка этой позиции. Длительность поисковых движений определяется углом, на который перемещается взор.

К гностическим относятся движения, участвующие в обследовании объекта, его опознавании и различении его деталей. Основную информацию глаз получает во время фиксации, т.е. во время относительно неподвижного положения глаз, когда взор пристально устремлен на объект. Во время скачка глаз почти не получает никакой информации. Результаты исследований показывают, что общее время фиксаций составляет 90-95% от времени зрительного восприятия.

Фиксации неотделимы от микродвижений глаз. В ряде опытов при помощи специального устройства изображение объекта стабилизировалось относительно сетчатки глаза, т.е. изображение не перемещалось по сетчатке. Уже через 2-3- секунды после стабилизации человек переставал видеть объект. Следовательно, движения глаз являются необходимым условием зрительного восприятия.

Временные характеристики зрительного анализатора определяются временем, необходимым для возникновения зрительного ощущения при тех или иных условиях работы оператора. К ним относятся: латентный (скрытый) период зрительной реакции, длительность инерции ощущения, критическая частота мельканий, время адаптации, длительность информационного поиска.

Латентным периодом называется промежуток времени от момента подачи сигнала до момента возникновения ощущения. Это время зависит от:

1. интенсивности сигнала (так называемый закон силы: чем сильнее раздражитель, тем реакция на него короче);
2. значимости сигнала (реакция на значимый для оператора сигнал короче, чем сигналы, не имеющие значения для оператора);

3) сложности работы оператора (чем сложнее выбор нужного сигнала среди остальных, тем реакция на него будет больше);

1. возраста и других индивидуальных особенностей человека.

Рассмотренные особенности работы зрительного анализатора следует учитывать при организации деятельности оператора. Прежде всего, время действия сигнала не должно быть меньше времени инерции зрения, которое зависит от яркости и угловых размеров предметов. В противном случае воспринимаемый контраст и интенсивность сигнала будут во столько раз меньше действительных значений, во сколько время сигнала меньше времени инерции.

Если же возникает необходимость в последовательном реагировании оператора на появляющиеся сигналы, то период их следования должен быть не меньше времени сохранения ощущения, равного 0,2 - 0,5 сек. В противном случае будет замедляться точность и скорость реагирования, поскольку время перехода нового сигнала в зрительной системе оператора еще будет оставаться в образе предыдущего сигнала.

Частота мелькания зависит от яркости, размеров и конфигурации знаков.

Вопрос о частоте мельканий имеет большое значение при решении двух видов инженерных задач. В тех случаях, когда необходимо, чтобы мелькания не замечались (например, при проектировании изображения на экран, в технике кино и телевидения), частота смены информации должна составлять не менее 40 Гц. При необходимости использовать мерцание для кодирования информации (например, для привлечения внимания оператора) следует иметь в виду, что наименьшее зрительное утомление будет при частоте мельканий 3-8 Гц.

*К временным характеристикам зрительного анализатора относится и время адаптации*. Различают две формы адаптации: темновую (при переходе от света к темноте) и светловую (при обратном переходе).

*Время адаптации зависит от ее вида и составляет десятки минут при темновой адаптации и единицы, и даже доли минут, при cветловой.*

Для некоторых видов операторской деятельности процесс восприятия сводится к информационному поиску - нахождению на устройстве отображения объекта с заданными признаками. Такими признаками может быть проблесковое свечение, особая форма или цвет объекта, отклонение стрелки прибора за допустимое значение и т.д. Задача оператора заключается в нахождении такого объекта и характеризуется временем, затраченным на поиск.

Основные требования к организации информационного поля с точки зрения минимизации поиска:

1. Элементы поля следует располагать так, чтобы в объем фиксации, ограниченной зоной 10 градусов, попадало не более чем 4-8 объектов.

2. Следует по возможности уменьшать объем поля, не допуская нахождения в нем ненужных элементов.

3. Искомые элементы следует выделять таким образом: чтобы обеспечить наименьшее время фиксации, наилучшим является выделение искомого элемента другим цветом или с помощью светового маркера; более плохие результаты получаются при его выделении проблесковым свечением или изменением размера и яркости (хотя эти способы более просты с точки зрения их технической реализации).

**3.4. Характеристики слухового анализатора**



**Рис.1.** Устройство слухового анализатора

В системах управления значительная часть информации поступает к человеку в форме звуковых сигналов. Отражающие эти сигналы ощущения вызываются действием звуковой энергии на слуховой анализатор. Он состоит из уха, слухового нерва и сложной системы нервных связей и центров мозга.

В аппарат входят: наружное (звукоулавливающий аппарат), среднее (звукопередающий аппарат) и внутреннее (звуковоспринимающий аппарат) ухо. Ухо воспринимает определенные частоты звуков благодаря функциональной способности волокон его мембраны к резонансу. Физиологическое значение наружного и среднего уха заключается в проведении и усилении звуков. Слуховой анализатор позволяет дифференцировать звуковые раздражения и определять направление звука, а также удаленность его источника.

**Таблица 2.** Частоты, воспринимаемые слуховым аппаратом человека

|  |  |
| --- | --- |
| **Слуховой аппарат человека воспринимает**: | **Частота** |
| - как слышимый звук колебания с частотой | 16 Гц-20 кГц |
| - ухо наиболее чувствительно к колебаниям в области средних частот | 1 - 4 кГц |
| **Слуховой аппарат не воспринимает**: - инфразвук, частоты ниже | 16 Гц |
| - ультразвук, частоты выше | 20 кГц |

Физически звук характеризуется **амплитудой (интенсивностью), частотой и формой звуковой волны.**

*Основными количественными характеристиками слухового анализатора являются абсолютный и дифференциальный пороги*. ***Нижний абсолютный порог*** соответствует интенсивности звука в децибелах, обнаруживаемого испытуемым с вероятностью 0,5; ***верхний порог*** - интенсивность, при которой возникают различные болевые ощущения (щекотание, покалывание, головокружение и т.д.). Между ними расположена область восприятия речи.

Человек оценивает звуки, различные по интенсивности, как равные по громкости, если частоты их также различны. Субъективное ощущение интенсивности звука называется громкостью и измеряется в **фонах**.

Величина едва различимой прибавки к исходному звуковому раздражителю зависит не только от его интенсивности, но и от частоты.

Временной порог чувствительности акустического анализатора, т.е. длительность звукового раздражителя, необходимая для возникновения ощущения, так же, как пороги по громкости и высоте, не является постоянной величиной. С увеличением как интенсивности, так и частоты он сокращается.

Оценка громкости и высоты очень коротких звуков затруднена. Любой звук оценивается только как "щелчок". С увеличением длительности звука слуховое ощущение постепенно проясняется: человек начинает различать высоту и громкость.

Дифференцировка двух звуков по частоте и интенсивности также зависит от отношения их по длительности и от интервала между ними. Как правило, звуки, равные по длительности, различаются точнее, чем неравные.

Акустический анализатор обеспечивает отражение и положения источника звука в пространстве: его расстояние и направление относительно субъекта.

*Короткие дистанции порядка 1-2 м оцениваются довольно грубо, с точностью до десятков сантиметров. С увеличением дистанции до 3 м точность оценки возрастает примерно вдвое, однако на дистанции 4 м она вновь снижается, правда, все еще оставаясь более высокой, чем на дистанции 2м. Расстояние до движущегося объекта определяется на слух точнее, чем до неподвижного.*

Важную роль в оценке изменений расстояния до источника звука играет различение изменений громкости. Звук, громкость которого увеличивается, воспринимается как приближающийся, и наоборот.

*При приближении звучащего тела к слушателю частота звуковых колебаний увеличивается, а при его удалении уменьшается (эффект Доплера).* Это отражается в слуховых ощущениях в форме изменения высоты звука. Значительное влияние на оценку расстояния оказывает тембр. Более тембрированный звук (более сложная форма звуковой волны) обычно оценивается как более удаленный, а менее тембрированный - как более близкий.

*Наиболее точно дифференцируются направления звука в горизонтальной плоскости*. *При этом на первом месте по точности оказывается правое направление, затем левое.* Достаточно хорошо дифференцируется переднее направление. Но с ним часто смешиваются верхнее и заднее. Точность оценки верхнего и заднего направлений в два с лишним раза меньше по сравнению с левым и правым.

*Решающую роль в восприятии направлений звука играет взаимодействие сторон акустического анализатора (бинауральный эффект).* Если источник звука находится прямо перед человеком, то звуковые волны достигают обоих ушей одновременно. Если же он отклоняется вправо или влево, то время прихода звука к одному уху будет короче, чем к другому. Этой разностью и определяется оценка направления источника звука.

**3.5. Восприятие речевых сообщений**

Одним из наиболее эффективных средств передачи информации человеку является речь. Вопрос о характеристиках речевых сигналов прежде всего возникает при разработке аппаратуры, предназначенной для передачи информации от человека к человеку, а также при обмене информацией между человеком и машиной.

Важным условием восприятия речи является различение длительности произнесения отдельных звуков и их комбинаций. Среднее время длительности произнесения гласного равно примерно 0, 35 сек. Длительность согласных колеблется от 0,02 до 0,30 секунд. При восприятии потока речи особенно важно различение интервалов между словами и группами слов. Восприятие и понимание речевых сообщений (аудирование) зависит от темпа их передачи. ***Оптимальным считается темп 120 слов/мин.*** Сообщения достаточно хорошо воспринимаются при темпе речи 160 слов/мин.

*Чтобы речевые звуки были понятными, их интенсивность должна превышать интенсивность шумов примерно на 6 дБ.*

Если одновременно увеличивать уровни речи и шума, оставляя константным их отношение, то разборчивость речи будет повышаться, но лишь до некоторого предела, за которым наблюдается ее падение. При увеличении уровня речи до 120 дБ и шума до 115 дБ разборчивость речи ухудшается примерно на 20%.

При восприятии отдельных слогов и слов существенную роль играют их фонетические характеристики; при восприятии словосочетаний в действие вступают синтаксические зависимости, а фонетические отступают на второй план.

*Точность опознавания слов на фоне белого шума (при отношении речи к шуму в 10 дБ) зависит от длины слов. Если односложные слова правильно аудируются лишь в 12,5% случаев, то шестисложные - в 40,6%. Более длинное слово обладает большим числом опознавательных признаков, что обеспечивает и более точное его аудирование*. Наблюдается тенденция к более точному аудированию слов, начинающихся с гласного звука, нежели с согласного.

Имеет значение место ударного слога. Если ударение находится в конце слова, то все слово опознается значительно лучше.

На восприятие слов влияние оказывают фонетические закономерности, при восприятии словосочетаний - синтаксические закономерности. *Слушатель легче всего улавливает согласование, затем управление и, наконец, примыкание.* Стереотипные словосочетания, фразеологизмы опознаются значительно хуже, чем следовало бы ожидать.

При переходе к фразам слушатель начинает ориентироваться уже не на отдельные элементы предложения, а на весь его сложный грамматический каркас.

Длина фразы (на фоне белого шума) не имеет для слушателя особого значения примерно до уровня в 11 слов. Превышение этого числа приводит к существенному ухудшению аудирования. С увеличением глубины точность аудирования снижается, глубокие части фразы улавливаются слушателем намного хуже, чем мелкие, критической величиной является глубина фразы, равная 7Ђ2.

Аудирование представляет собой многоуровневый процесс, в котором сочетаются фонетический, синтаксический и семантический уровни.

**Таблица 3.** Особенности восприятия речевых сообщений

|  |  |
| --- | --- |
| Среднее время длительности произнесения гласного звука | 0,35 с |
| Длительность согласных колеблется | 0,20 – 0,30 с |
| ***Оптимальным считается темп речи*** | **120 слов/мин** |
| Сообщения достаточно хорошо воспринимаются при темпе речи | 160 слов/мин |
| Чтобы речевые звуки были понятными, их интенсивность должна превышать интенсивность шумов примерно | на 6 дб |
| При увеличении уровня речи до 120 дБ и шума до 115 дБ разборчивость речи ухудшается примерно | на 20%. |
| Точность опознавания слов на фоне белого шума | *зависит от длины слов* |
| Односложные слова правильно аудируются | *в 12,5% случаев* |
| **Шестисложные слова правильно аудируются** | ***в 40,6% случаев*** |
| Более длинное слово обладает опознавательными признаками | *большим числом* |
| Тенденция к более точному аудированию слов проявляется, если слово начинается | с гласного звука |
| Если ударение находится в конце слова, то все слово опознается | лучше |

**3.6. Характеристики тактильного анализатора**

Экспериментально доказано, что осязательный образ формируется на основе синтеза массы тактильных и кинетических сигналов. Наиболее четко воспринимается раздражение прикосновения (тактильные раздражения), отдельных частей тела (особенно кончиков пальцев).

Поскольку осязательное восприятие есть развернутый процесс, скорость приема информации здесь невелика по сравнению со зрением.

Тактильный анализатор используется для передачи информации человеку редко. Но его использование может способствовать повышению эффективности деятельности человека. Тактильные стимуляторы иногда используются как вспомогательное средство для управления самолетом (для передачи летчику сигналов об угле крена).

У слепого и слепоглухого человека тактильный анализатор (особенно вибрационные сигналы) становится основным каналом, по которому информация о внешней среде передается в мозг.

**3.7. Взаимодействие анализаторов при приеме информации**

*Взаимодействие анализаторов проявляется прежде всего в том, что поступление сигнала по одному каналу или изменение состояния отдельного анализатора под влиянием внешних факторов приводит к изменению характеристик других анализаторов*. *Многие запахи, вкус сладкого, удобное сидячее положение приводят к повышению чувствительности периферического зрения. Громкие звуки, вкус горького, стоячее положение, повышение атмосферного давления, облучение кожи различными лучами понижают чувствительность периферического зрения. Чувствительность центрального зрения изменяется под влиянием громких звуков.*

Взаимодействие анализаторов необходимо учитывать также при предъявлении человеку полимодальных сигналов, т.е. сигналов, адресованных различным анализаторам. Одним из видов полимодальных сигналов является дублирование одного сигнала в разных модальностях, т.е. одновременная посылка его разным анализаторам. В ряде случаев дублирование сигналов является средством повышения надежности передачи информации оператору.

Однако при решении оператором сложных задач, особенно если он не имеет достаточной тренировки, дублирование сигналов может вызвать дополнительные трудности в работе.

Другим способом использования полимодальных сигналов является распределение поступающей к оператору информации между различными анализаторами. Поскольку большую часть информации оператор получает с помощью зрения, то распределение информации является одним из способов предотвращения перегрузки зрительного анализатора. Однако при этом нужно учитывать возможности каждого из анализаторов.

Слух имеет преимущества в приеме непрерывных сигналов, зрение - в приеме дискретных. Время реакции на слух короче, чем на свет, однако самая короткая реакция - на тактильный (кожный) раздражитель. Это свойство осязания можно использовать для подачи сигналов, требующих экстренных действий (например, сигналов опасности).

Исследованиями установлено, что распределение информации является хорошим средством повышения эффективности ее приема. Это обусловлено двумя причинами: во-первых, за счет повышения общего функционального состояния анализаторов и активизации нервной системы, так как полимодальная система приема информации позволяет подавать (в сумме) сигналы большей интенсивности, чем мономодальная; во-вторых, вследствие повышения информационной пропускной способности оператора, поскольку человек во многих случаях способен одновременно перерабатывать информацию, поступающую к разным анализаторам. И хотя при этом пропускная способность каждого из анализаторов снижается по сравнению с приемом мономодальных сигналов, общая пропускная способность всей анализаторной системы увеличивается.

И, наконец, еще одним из способов использования полимодальных сигналов является их переключение с одной модальности на другую. В данном случае анализаторные системы работают не параллельно, а последовательно. Данный способ может применяться для борьбы с развивающимся утомлением (зрительным или слуховым), возникающим в результате длительной или напряженной работы. В проведенных 3-6-7-часовых опытах, в которых информация подавалась оператору поочередно по зрительному, слуховому и тактильному каналам, получено увеличение продуктивности работы оператора на 30-40 % по сравнению с предъявлением той же информации только по зрительному каналу.

Применение для передачи информации человеку в АСУ (автоматизированные системы управления) сигналов разной модальности может быть вынужденным по техническим причинам, но может использоваться и специально. В последнем случае целью является повышение эффективности обработки информации; повышение надежности приема информации при ее дублировании; увеличение объема информации при ее предъявлении по различным сенсорным каналам и т.п.

**3.8. Выбор канала восприятия в зависимости от вида информации**

**Передача количественной информации**

Для передачи количественной информации используется зрительный, слуховой и тактильный каналы восприятия. Выбор канала образуется числом градаций признака.

***Зрительный канал*** обеспечивает наибольшую точность в определении величины признака, особенно при использовании цифровых кодов, шкал, измерений положений указателей приборов. Он позволяет сравнивать и измерять информацию одновременно по нескольким признакам. Наименьшая точность наблюдается при кодировании величины яркостью.

***Слуховой канал*** по точности восприятия количественной информации может конкурировать со зрительным только при передаче количественной информации в виде речевых сообщений. Точность приема количественной информации, закодированной с помощью частоты или интенсивности звукового сигнала, повышается при использовании эталона сравнения. Человек способен воспринять до 16-25 градаций тональных сигналов, различающихся по высоте или громкости.

***Тактильный канал*** при передачи количественной информации значительно уступает зрительному и слуховому каналу. С его помощью можно передать более 10 градаций величины за счет использования частоты вибротактильных или электрокожных сигналов (после соответствующей тренировки).

**Передача многомерных сигналов**

Использование многомерных сигналов, различающихся по нескольким признакам, способствует более экономной передаче информации. С точки зрения возможности приема многомерной информации различные воспринимающие каналы человека не являются идентичными.

***Зрительный канал***, обладающий хорошо выраженными аналитическими свойствами, позволяет одновременно использовать несколько признаков в сигнале. Информация для этого канала восприятия может быть закодирована одновременно с помощью интенсивности и цвета световых раздражителей, формы, площади, пространственного расположения сигналов, отношений их отдельных параметров. Способность к поэлементному анализу большого числа отдельных составляющих сложного сигнала позволяет воспринимать с его помощью большой объем информации, несмотря на то, что по шкалированию некоторых из них (например, интенсивности, частоты) зрительный анализатор не обладает выраженными преимуществами по сравнению с другими анализаторами.

***Слуховой канал*** позволяет использовать при передаче многомерных звуковых сигналов интенсивность и частоту, тембр и ритм. Распределение частот по октавам и модулирование звуковых сигналов также повышают их распознаваемость. Однако общий набор сигналов и возможность варьирования ими для этого анализатора меньше, чем для зрительного. Значительно ограничивает использование этого канала трудность приема и анализа информации, поступающей одновременно более чем от одного источника сигналов.

***Тактильный канал*** обладает меньшими возможностями для приема многомерных сигналов, чем два предыдущих. При передаче по нему многомерных сигналов практически могут быть использованы частота сигналов и их пространственная локализация.

**Передача информации о положении объектов в пространстве**

***Зрительный канал*** дает самую полную информацию о положении наблюдаемых объектов в пространстве (по трем координатам). Большая точность в оценке пространства и пространственных отношений обеспечивается за счет выраженной аналитической способности зрительного анализатора, константности восприятия, визуализации представлений, широкой возможности оперирования пространственными зрительными образами.

***Тактильный канал*** при передаче этой информации можно поставить на второе место. Он обеспечивает определение положения объекта в пространстве по двум координатам при непосредственном соприкосновении с объектом и при дистанционном определении положения его в пространстве за счет искусственных кодовых признаках. Такими кодовыми признаками могут быть частота вибротактильных или электрокожных сигналов и их локализация. Применение для этого изменения амплитуды, величины и площади давления тактильных сигналов ограничивается быстрым развитием адаптации в тактильном анализаторе.

***Слуховой канал*** при бинауральном восприятии обеспечивает высокую точность определения направления на источник звука. Когда же применяется искусственный код (обычное изменение частоты акустического сигнала, его тона), точность локализации оказывается ниже, чем при использовании зрительного и кожного анализаторов. В основном в этом случае с помощью слухового анализатора можно определять изменение положения объекта в пространстве только по одной координате.

**Восприятие времени**

Точность восприятия временных интервалов зависит от их длительности, от того, заполнены они или не заполнены раздражителем и от ряда других причин. Наибольшая точность отмечается при оценке заполненных временных интервалов.

***Слуховой канал*** обеспечивает наибольшую точность в оценке временных характеристик сигналов (их длительности, темпа, ритма и т.п.). Ошибка в воспроизведении 3-,5-,10- секундных заполненных временных интервалов составляет при использовании слухового анализатора 1,2-4,7% заданных стандартов.

***Кинестетический канал*** также может успешно использоваться для передачи информации по параметру длительности. При поступлении по этому каналу заполненных временных интервалов длительностью в 4,8 и 9,1с., ошибка в точности воспроизведения колеблется в пределах 6,4-16%.

***Тактильный канал*** по точности оценки времени занимает третье место. Ошибка точности воспроизведения 5,10 - секундных интервалов при использовании этого анализатора составляет 7,4-24,8% определяемых величин.

***Зрительный канал*** обеспечивает наименьшую точность передачи временной информации. При поступлении сигналов в этот канал наблюдается меньшая точность и большая флюктуация в оценке длительности временных интервалов, чем при поступлении их по слуховому, кинестетическому и тактильному каналам. Ошибка в точности воспроизведения 3-5 и 10- секундных интервалов времени при использовании зрительного анализатора составляет 13,8-18% стандарта, а флюктуация - 1,2-2,9 секунды.

**Передача информации об аварийных ситуациях**

Сигналы, несущие информацию об аварийных ситуациях, можно подразделить на предупреждающие и сигналы, свидетельствующие об аварии и переключающие человека на деятельность по новому алгоритму.

Предупреждающие сигналы не должны нарушать заданного режима рабочей деятельности. Следствием аварийных сигналов должно быть изменение алгоритма работы для предотвращения развития аварийной ситуации и восстановления нормального функционирования системы. Для передачи предупреждающего сигнала можно использовать любой сигнал связи (зрительный, слуховой, тактильный). Выбор его зависит от структуры деятельности, загруженности того или иного анализатора и вида алгоритма, на который должен быть переключен оператор. Выбор канала связи для передачи аварийного сигнала обусловливается тем, что сигнал должен быть обязательно и немедленно воспринят при любых обстоятельствах, независимо от характера работы.

***Слуховой канал*** восприятия при передаче информации об аварийном состоянии имеет те преимущества, что слуховой анализатор обладает выраженной способностью к экстренной мобилизации. Звуковой сигнал хорошо воспринимается независимо от местоположения его источника по отношению к оператору. Отрицательным свойством длительного интенсивного звукового сигнала является его выраженное тормозное влияние на высшую нервную деятельность.

***Зрительный канал*** восприятия при передаче аварийной информации является также достаточно эффективным. Недостаток его в том, что источник информации обязательно должен находиться в поле зрения, особенно важное значение приобретает канал в условиях интенсивного шума.

***Тактильный канал*** восприятия также может быть использован при подаче аварийных сигналов. При передаче аварийного сигнала в некоторых случаях может использоваться болевая чувствительность, однако данный вопрос требует дополнительного изучения.