**Лекція 5-7**

**ІНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВІДОБРАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ**

**1. Психофізіологічні особливості діяльності людини-оператора**

Сучасні автоматизовані системи управління є складними людино-машинними системами, що забезпечують автоматизований збір та обробку інформації, необхідної для оптимізації управління у різних сферах людської діяльності.

Вони людина залишається головним ланкою системи управління. Саме він ставить цілі перед системою, планує, спрямовує та контролює весь процес її функціонування. Ефективність функціонування всієї системи управління у значній мірі залежить від того, як враховується «людський фактор», його можливості виконувати ті чи інші функції в системі, як організована взаємодія людини та технічних засобів у процесі управління. Щоб раціонально спроектувати систему, необхідно знати психофізіологічні особливості діяльності оператора в СЧМ.

Принципову структурну схему системи «людина — машина» можна наступним чином рис. 1.

Інформація про зміни у стані керованого об'єкта (УО) надходить до інформаційно-логічних обчислювальних та інших технічних засобів, що забезпечують необхідний ступінь автоматизації управління. Після відповідної обробки інформації в цих пристроях стан УО відображається на засобах відображення інформації і, таким чином, оператор сприймає не безпосередній стан УО, а деякий образ, що імітує (відображення), званий інформаційною моделлю.



Рис. 1. Принципова структурна схема системи «людина – машина»

Під інформаційною моделлю розуміють безліч сигналів, організованих відповідно до певної системи правил і створюють відображення керованого об'єкта, його системи управління, зовнішнього середовища і способів впливу на них. На основі сприйняття інформаційної моделі у свідомості оператора формується образ стану керованого об'єкта, який називають концептуальною моделлю.

На цьому етапі оператор на основі системи уявлень, понять, отриманих ним

під час Спеціального навчання, та накопиченого практичного досвіду подумки будує картину об'єктів та подій, що відтворюються за допомогою засобів відображення інформації.

Концептуальна модель порівнюється з деяким еталоном, що зберігається в пам'яті оператора і відображає необхідний стан керованого об'єкта. За результатами порівняння оператор приймає рішення щодо управління об'єктом. Реалізація прийнятого рішення призводить до перетворення керованого об'єкта. У цьому закінчується один цикл регулювання.

Якщо інформаційна модель постає як об'єктивне відображення деякого стану системи, то концептуальна модель є суб'єктивним відображенням цього стану у свідомості людини-оператора. Її зміст залежить від потреб людини-оператора, що склалася у нього системи поглядів, професійних якостей, його ставлення до вирішуваного завдання.

У концептуальну модель входять образи існуючої ситуації; ситуації, що мала місце у минулому досвіді. У неї входять також образи прогнозованої ситуації та програми перетворення існуючої ситуації в прогнозовану.

Таким чином, концептуальна модель постає як результат декодування людиною тієї інформації, яка міститься в інформаційній моделі.

Швидкість, точність і надійність декодування сигналів, а отже, повнота концептуальної моделі та її адекватність об'єкту, що відображається, залежать від того, як при передачі сигналів людині враховуються характеристики та закономірності інформаційних процесів діяльності оператора.

Діяльність оператора починається з прийому інформаційної інформації від об'єкта управління. Операція прийому включає

такі основні психічні процеси: відчуття, сприйняття, уявлення, причому провідним у тому числі є сприйняття.

Найбільш елементарною формою суб'єктивного відображення є відчуття, що виникає при безпосередньому впливу подразника на аналізатор.

Під сприйняттям розуміють процес цілісного відображення предметів, ситуацій і подій, що виникає за безпосередньої дії фізичних подразників (стимулів) на рецепторні поверхні органів чуття. Цей багаторівневий процес, що закінчується формуванням перцептивного (чуттєвого) образу, включає наступні стадії: виявлення, розрізнення, ідентифікацію, упізнання.

Виявлення — стадія сприйняття, де оператор виділяє об'єкт з фону, встановлюючи лише наявність сигналу у зору без оцінки його форми та ознак.

Розрізнення — стадія сприйняття, де оператор здатний

виділити деталі, ознаки об'єкта (або окремо сприймати

два об'єкти, що стоять поряд). I

Ідентифікація - стадія сприйняття, на якій оператор ототожнює об'єкт з еталоном, що зберігається в пам'яті (або ототожнює два одночасно сприймаються об'єкта).

На стадії упізнання оператор виділяє суттєвіші ознаки об'єкта та відносить його до певного класу.

В основі виникнення відчуття та сприйняття лежить робота аналізаторів — анатомо-фізіологічних апаратів, (за допомогою яких людина здійснює прийом та первинний аналіз інформаційних сигналів від зовнішнього та внутрішнього середовищ.

Аналізатор складається із трьох частин:

рецептора, тобто периферичної частини, що сприймає вплив;

центральної частини, яка є деякою зоною! у корі головного мозку;

провідних нервових шляхів, що з'єднують рецептору з відповідними зонами мозку.

Залежно від специфіки сигналів аналізатори поділяють на зовнішні і внутрішні.

До зовнішніх відносяться: зорове (рецептор - око); слуховий (рецептор - вухо); тактильний, больовий, температурний (окремо на тепло та холод) (рецептори шкіри); нюховий (рецептор у носовій порожнині); смаковий (рецептори на поверхні язика, піднебіння).

До внутрішніх належать: аналізатор тиску; кінестетичний (рецептори у м'язах та сухожиллях); вестибулярний (рецептор у вусі); спеціальні, розташовані у внутрішніх органах та порожнинах тіла.

Основною функцією рецептора є перетворення енергії діючого подразника на нервовий процес. Проводять нервові шляхи здійснюють передачу нервових імпульсів у кору го ловного мозку. Імпульси, досягнувши кори мозку, піддаються там певної обробці і знову повертаються в рецептори. \ Це дозволяє розглядати рецептори як пристрої кодування інформації.

У діяльності людини-оператора найбільше значення має зоровий аналізатор, характеристики якого мають істотний вплив на параметри СОІ. Складність процесів переробки інформації в сучасних системах управління, існування систем з різними методами управління, заснованими на застосуванні різних способів аналізу, обробки інформації та прийняття рішень, зумовлюють важливість та необхідність розгляду таких інженерно-психологічних характеристик, що описують інтелектуальну діяльність людини-оператора, як пам'ять та мислення. Виходячи зі специфіки діяльності людини в системах «людина - машина» (СЧМ), основна увага приділяється тим видам пам'яті та формам мислення, які пов'язані з обробкою оперативної інформації, прийняттям рішення у процесі управління СЧМ, зокрема оперативної та довготривалої пам'яті , та оперативному мисленню.

**2. Зоровий аналізатор, його будова**

Зоровий аналізатор призначений для прийому та аналізу інформації у світловому діапазоні (400-700 нм). Око - це сприймаюча периферична частина органу зору. За допомогою нервових шляхів він пов'язаний із мозковими центрами, розташованими в потиличній частині кори великих півкуль головного мозку. На рис. 2 показано будову ока. Він являє собою кулясте тіло масою близько 7,5 г.



Рис. 2. Будова ока

Стінки ока (очного яблука) утворені трьома оболонками. Зовнішня фіброзна оболонка, або склера 6, сама міцна; вона забезпечує очному яблуку певну форму. Склера непрозора, у її передній частині є маленьке віконце близько 12 мм у діаметрі – рогівка 5.

Зсередини до склери щільно прилягає судинна оболонка 7, що має складну будову. Позаду рогівки знаходиться райдужка 2, яка містить особливі клітини з барвником - пігментом. Кількість останнього і визначає колір ока:

коли пігменту багато, очі темно-або світло-карі, коли мало – сірі чи блакитні. У центрі райдужної оболонки є невеликий отвір — зіниця 4, яка, звужуючись або розширюючись, має можливість регулювати кількість світлового потоку (енергії), що пропускається.

Позаду райдужної оболонки на тонких пружних нитках війного тіла 1 підвішений кришталик 3 — двоопукла лінза / діаметром 10 мм.

Фокусування зору досягається зміною форми крусталі-ка за допомогою війного м'яза, при скороченні або розслабленні якого відповідно розслабляються або натягуються зв'язки, що утримують кришталик. Це робить кришталик більш опуклим або, навпаки, плоскішим, завдяки чому світлові промені потрапляють на жовту пляму сітківки — місце найкращого бачення.

На внутрішній оболонці очного яблука 8 у фоторецепторному шарі розташовані світлосприймаючі елементи 4 колби і палички. Палички відповідальні за сприйняття світла, колбочки - за сприйняття кольору. Кількість паличок більш ніж на порядок перевищує кількість колб, і вони значно чутливіші за колби. Їм достатньо одного кванта, щоб виник (зоровий сигнал. Палички мають діаметр близько 2 мкм і довжину близько 60 мкм, їх загальна кількість становить 120-125 млн. Діаметр колб - 6-7 мкм, довжина - 35 мкм і загальна їх кількість становить 3—6 млн.

Палички та колбочки на сітківці розподілені нерівномірно. Колбочки в основному зосереджені в центрі задньої частини сітківки і їх кількість різко зменшується на периферії, а кількість паличок, навпаки, зростає. Розподіл фоторецепторів площею сітківки показано на рис. 3.



Рис. 3. Розподіл рецепторів за площею сітківки

Колбочки та палички пов'язані з великими гангліозними клітинами, що дають початок нервовим волокнам. Збираючись у пучок, ці волокна утворюють зоровий нерв, що містить (8-f-10)-105 волокон. У місці виходу з ока зорового нерва фоторецептори відсутні і світло цією ділянкою не сприймається, чому ця пляма називають сліпою. Розміри його 5,5 по горизонталі і 7,5 по вертикалі.

Форма і колір предмета сприймаються лише за яскравості щонайменше 10 кд/м2. При яскравостях менше 0,003 кд/м2 функціонують лише палички, тобто вони забезпечують можливість бачити у темряві (сутінковий зір).

Здатність ока сприймати різні кольори забезпечують колбочки трьох типів – червоно-, синьо- та зеленочутливі. Надійна і тонша відмінність колірних відтінків досягається при яскравості 17 кд/м2. Колбочки чутливі до довжини світлових хвиль. Зі зміною довжини хвилі змінюється і якість відчуттів. Хвилі довжиною 380-445 мкм викликають відчуття фіолетового кольору, 445-47 | 0 - синього, 470-500 - блакитного, 500-540 - зеленого, 540-590 - жовтого, 590-610 - 10 оранжевого червоний.

Вироблення нервових імпульсів у сітчастій оболонці має "в основі біохімічні реакції розпаду і синтезу світлочутливої ​​речовини рецепторних клітин. На світла кількість світлочутливої ​​речовини в рецепторних клітинах зменшується, а в темряві збільшується.

Розглянемо коротко механізм перетворення зорової інформації.

Світловий потік, впливаючи на сітківку зорового аналізатора, викликає збудження фоторецепторів. Кожного моменту часу вся сукупність збуджених і незбуджених фоторецепторів утворює хіба що мозаїчну картину зображення. Порушення фоторецепторів передається другим нейронам сітківки. Вихідні сигнали рецепторного відділу зорового аналізатора генеруються третіми нейронами сітківки (гангліозними клітинами). При цьому сигнал на виході рецепторного відділу зорового аналізатора не є ідентичним початковому сигналу, що формується фоторецепторами сітківки. При передачі нервового сигналу від перших нейронів до третіх здійснюється ряд операцій перетворення, спрямованих більш економне кодування сигналу. Як функціонально структурні одиниці перетворення інформації виділяють рецептивні поля сітківки, утворені групою фоторецепторів, пов'язаних з однією гангліозною клітиною. Експериментальними дослідженнями встановлено імпульсно-частотний характер коду, що реалізується в системах рецептивних полів. Таке кодування забезпечує високу надійність роботи каналу зв'язку за наявності шумів.

Подальше перетворення сигналу здійснюється системами спеціалізованих рецептивних полів вищого рангу. Останні вибірково кодують параметри сигналу. Це забезпечується організацією зв'язків вхідних нейронів цих систем із рецепторними клітинами.

Формування складних ознак, синтез, прийняття рішення про візуально сприйманому об'єкті відбуваються у вищих кіркових відділах зорового аналізатора у взаємодії з кірковими відділами інших аналізаторів у процесі перетворення інформації.

**3. Основні характеристики зорового сприяння людини**

Якість зорового сприйняття визначається енергетичними, просторовими, тимчасовими та інформаційними характеристиками сигналів, що надходять до оператора. Відповідно до названих характеристик сигналів виділяються групи основних параметрів зорового аналізатора:

енергетичні - діапазон сприйманих яскравостей, контраст, сліпуча яскравість, відносна бачність (відчуття кольору);

інформаційні - пропускна спроможність; /

просторові - гострота зору, поле зору, обсяг/сприйняття;

тимчасові – латентний період реакції, час адаптації, тривалість інерції відчуття, критична частота миготінь, тривалість інформаційного пошуку. |

Основною характеристикою зорового аналізатора є чутливість. Ефективне функціонування його можливе великому діапазоні значень інтенсивностей сигналів), у своїй зберігається висока чутливість до інтенсивності. Діапазон чутливості зорового аналізатора лежить у межах 10~7—105 кд/м2. Нижня межа визначається мінімальною інтенсивністю світлового потоку, що викликає відчуття: Цю величину прийнято називати порогом світлової чутливості. Поріг світлової чутливості змінюється у дуже широких межах у процесі адаптації зорового аналізатора до зовнішнього світлового впливу та кількісні оцінки його залежать від тривалості та характеру адаптації (темнова або світлова).

Абсолютний поріг світлової чутливості зорового аналізатора характеризує найбільш високу чутливість, що досягається в ході темнової адаптації протягом декількох годин (до 3-4 год).

Абсолютна чутливість зору досить висока. В умовах адаптації світлові відчуття викликаються променистою енергією, що дорівнює декільком квантам.При практических расчетах для повышения надежности проекти­руемых систем «человек — машина» рекомендуется исходить из максимального значения порога чувствительности, равного 5,2 х 10-6 кд/м2 .

У поле зору оператора одночасно можуть потрапляти предмети з різною яскравістю. Для оцінки яскравості об'єктів у разі використовується поняття адаптуючої яскравості. Вона визначається як середньозважене значення яскравостей, що потрапляють у поле зору. За рахунок адаптації здійснюється настроювання аналізатора на цю яскравість. Найбільш сприятливі умови для роботи оператора створюються при яскравостях адаптації від кількох десятків до кількох сотень кд/м2.

Тут Бф – яскравість фону; Зображення - яскравість об'єкта. Для нормальної роботи зорового аналізатора значення розмаїття має знаходитися в діапазоні 0,65-0,95.

Суб'єктивна оцінка яскравості сприйманого сигналу залежить від яскравості навколишнього фону, тому для практичних цілей використовується відносний поріг (поріг контрастної чутливості). Розрізняють прямий контраст / Спр, що розраховується для темного об'єкта на світлому фоні, і зворотний контраст / С06Р, що розраховується для світлого об'єкта на темному тлі:



Найнижча світлова чутливість виходить у ході світлової адаптації і характеризується гранично допустимою яскравістю джерела, що викликає ефект засліплення, тобто порушення роботи зорового аналізатора.

Абсолютно сліпуча яскравість відповідає 225000 кд/м2. Ефект засліплення може настати і у разі, якщо в полі зору оператора знаходяться сигнали різної інтенсивності. При цьому сигнали з більшою яскравістю можуть викликати засліплення очей.

Сліпуча яскравість визначається розміром світиться поверхні спостерігається об'єкта і яскравістю сигналу, а також рівнем адаптації очей і розраховується за такою формулою:



де - адаптує яскравість; р – тілесний кут, під яким спостерігач спостерігає об'єкт.

Розглянуті характеристики світлової чутливості зорового аналізатора відносяться до роботи паличкового апарату, що забезпечує сприйняття ахроматичного світла.

Диференціальний поріг колірної чутливості дуже малий. У жовтому та блакитному кольорах спектра довжина хвилі, необхідної для розрізнення кольоровості, може досягати 1 мкм. Мінімально різна різниця довжин хвиль (відтінків) залежить від яскравості та кутових розмірів об'єктів. При великих розмірах об'єктів, розташованих поруч, око здатне розрізняти до 107 світлових відтінків. Розрізнення погіршується із зменшенням розмірів, а при розмірах об'єктів менше 10' колір випромінювання перестає помічати очі. При середніх розмірах об'єктів і яскравостях вище 10 кд/м2 число відтінків, що розрізняються, досягає декількох сотень. Збільшення та зменшення яскравості знижує чутливість до колірних тонів. Найбільш контрастуючими співвідношеннями сигналів є (у порядку зменшення кольорового контрасту): синій на білому, чорний на білому, зелений на білому, і чорний на жовтому (і навпаки), зелений на червоному, червоний на жовтому, червоний на білому, помаранчевий на чорному , чорний на фіолетовому, помаранчевий на білому, червоний на зеленому.

Важливою характеристикою ока є відносна видність /С», яка характеризує чутливість ока до різних ділянок світлового спектру:



Тут S - відчуття, що викликається джерелом випромінювання довжиною 550 нм; Si - відчуття, що викликається джерелом тієї ж потужності при довжині хвилі.

Крива відносної бачності, наведена на рис. 4, дозволяє дати порівняльну оцінку потужностей окремих випромінювань, що забезпечують однакові зорові відчуття.



Рис. 4. Чутливість ока до світла з різною довжиною хвилі

Інформаційна характеристика зорового аналізатора оцінюється кількістю інформації, яке здатний прийняти аналізатор в одиницю часу, тобто його пропускною спроможністю. Зоровий аналізатор можна як каналу зв'язку, у якому можна назвати кілька ділянок передачі информации.

Пропускна здатність ділянок зменшується при переході до вищих рівнів прийому інформації. Пропускна здатність каналу загалом визначається пропускною спроможністю найвищого, коркового рівня — 20—70 дв.од./с. З урахуванням ж діяльності оператора загалом (у відповідь оператора) пропускна спроможність становить 2—4 дв.од./с. Така структура зорового аналізатора у вигляді «інформаційної вирви» підвищує надійність лінії передачі і скорочує ймовірність посилки в мозок надлишкової інформації, зменшує статистичну надмірність інформації, що передається на верхні рівні.

Просторові характеристики зорового аналізатора визначаються сприйманими оком розмірами предметів та їх місцезнаходженням у просторі. У ці групи включають гостроту зору, поле зору, обсяг зорового сприйняття.

Гострота зору характеризує здатність ока розрізняти дрібні деталі (по відношенню до нормальної гостроти) і є мінімальним кутом, при якому дві рівновіддалені точки видно як роздільні. Кут зору, рівний 1 ', відповідає одиниці гостроти зору і вважається межею роздільної здатності ока, обумовленим розмірами світлосприймаючих елементів - паличок і колб. Так як V відповідає 5 мкм сітківки, то при діаметрі паличок і колб 2-7 мкм абсолютний межа дозволу дорівнює 0,3-0,5 '. Але така межа досягається тільки за оптимальних умов спостереження та використання фовеальної області (центральної ямки, найбільш щільно заповненої колбочками). Понад те, внаслідок явища оптичної дифракції реальна межа наближається де h і а — лінійний і кутовий розміри предмета; відстань від ока до предмета.



Гострота зору залежить від рівня освітленості, відстані до предмета, що розглядається, і його положення щодо спостерігача, віку останнього. Розміри предметів виражаються у кутових величинах, пов'язані з лінійними розмірами співвідношенням

 Поле зору визначається при фіксованому погляді як простір, у якого можлива проекція зображення на сітчасту оболонку галаза. Воно залежить від можливостей оптичної системи очей, площі та характеру розподілу фоторецепторів, що виступають частин особи.

Умовно все поле зору можна розбити на три зони: центрального зору (розміром 4-7°), що відповідає жовтій плямі сітчастої оболонки), де можливе найбільш чітке розрізнення деталей; ясного бачення (30-35 °), де при нерухомому оці можна пізнати предмет без різних дрібних деталей; периферичного зору (75-90 °), де предмети виявляються, але не пізнаються. Зона периферичного зору відіграє важливу роль при орієнтації у зовнішній обстановці. Об'єкти, що потрапили в цю зону, можуть бути швидко переміщені до зони ясного бачення за допомогою настановних рухів (стрибків) очей.

Обсяг сприйняття визначається кількістю об'єктів спостереження, яке може охопити людина-оператор протягом однієї зорової фіксації. При пред'явленні людині не пов'язаних між собою об'єктів спостереження обсяг сприйняття становить 4-8 елементів.

Тимчасові характеристики зорового аналізатора визначаються часом, необхідним виникнення зорового відчуття за певних умов роботи оператора. До групи цих характеристик входять: латентний (прихований) період зорової реакції, тривалість інерції відчуття, критична частота миготінь, час адаптації, тривалість інформаційного пошуку.

Латентний період — це інтервал часу між моментом подачі сигналу і початком реакції у відповідь (виникнення відчуття). Цей час залежить від інтенсивності сигналу (чим сильніший подразник, тим реакція нею коротше), його значимості (на значний сигнал реакція коротше), складності роботи оператора, функціонального стану аналізатора, віку та інших індивідуальних особливостей людини. У середньому для більшості людей латентний період зорової реакції становить 160-240 мс.

Тривалість інерції відчуття визначається інтервалом часу між моментом закінчення впливу подразника і моментом зникнення зорового відчуття, тобто цей час збереження впливу світла на сітківку після закінчення цієї дії. Воно залежить від яскравості та кутових розмірів предмета. Якщо виникає необхідність у послідовному реагуванні оператора на дискретно з'являються сигнали, то період їхнього слідування повинен бути не менше часу збереження відчуття (рівного 0,2-0,5 с).

Критична частота миготінь (КЧМ) — це частота появи світлового сигналу, коли він як подразник сприймається безперервним (злитим). Ця частота залежить від яскравості, розмірів та конфігурації знаків. Залежність від яскравості визначається виразом :  де а і с - константи, що залежать від розмірів і конфігурації знаків, а також від складу миготливого зображення.

За звичайних умов спостереження КЧМ становить 15-25 Гц, при зоровому втомі дещо знижується.

Адаптація — зміна чутливості ока залежно від впливу на нього світлових сигналів, є важливою властивістю ока, що характеризує його як систему, що самоналаштовується. Розрізняють дві форми адаптації: темнову (при переході від світла до темряви) та світлову (при переході від темряви до світла). При переході людини в темряву світлова чутливість збільшується. Чим менше різниця яскравостей, тим швидше зростання світлової чутливості. Перехід людини з темряви в зону дії великих рівнів яскравості викликає зменшення світлової чутливості, яка тим менша, чим вищий рівень яскравості.

Час адаптації визначається її видом і знаходиться в межах від декількох секунд до декількох хвилин при світловій адаптації та десятків хвилин при темновій адаптації.

Яскравість поля адаптації визначає вид освітлення: нічне (В <! 0,01 кд/м2), сутінкове (0,01 ^ В <! 10 кд/м2); денне (В^10 кд/м2). Їм відповідає нічний, сутінковий, денний зір.

Тісно пов'язане з тимчасовими характеристиками зорового аналізатора і сприйняття об'єктів, що рухаються. Мінімальна швидкість руху точкового об'єкта, яка може бути виявлена ​​оком щодо фіксованої точки відліку в полі зору, становить 1-2 кут. мін/с. За відсутності фіксованої точки відліку поріг сприйняття становить 15-20 кут. мін/с.

Найбільша частка інформації про керований процес у системі «людина — машина» надходить до людини в результаті здійсненого ним інформаційного пошуку, яка в залежності від розв'язуваних завдань у системі може представляти неселективний пошук або перерахунок сигналів в інформаційному полі, пошук і виділення лення корисної інформації за заданим еталоном, виявлення змін в інформаційному полі та ін.

Тривалість інформаційного пошуку об'єкта визначається як сумарний час переміщення погляду та його фіксації за кілька кроків пошуку (фіксацій), витрачених для знаходження потрібного об'єкта.

Загальний час інформаційного пошуку



Тут tni, tфi - відповідно час i-го переміщення погляду та t'-ї фіксації; n — число кроків пошуку (число фіксацій), витрачених знаходження об'єктів із заданими ознаками.

В умовах конкретного завдання тривалість фіксацій є величиною щодо постійної для заданих умов сприйняття та, враховуючи, що  можна прийняти



Середнє значення часу пошуку



З урахуванням математичного очікування числа кроків пошуку n час тип визначається виразом:



де N - загальний обсяг інформаційного поля; а — обсяг зорового сприйняття, який оцінюється кількістю предметів (але не більше 4—8), що одночасно потрапляють у зону, обмежену кутом 10° у горизонтальній та вертикальній площинах; m — число елементів, що мають задану для пошуку

**4. Пам'ять і оперативне мислення**

Пам'ять у сенсі розуміють як процес збереження, зберігання та відтворення інформації від раніше отриманих сигналів. У людини пам'ять є сукупність психічних процесів, які забезпечують організацію та збереження минулого досвіду, що робить можливим його повторне використання у діяльності чи повернення сферу свідомості. Багатообразие функцій пам'яті у діяльності обумовлює поділ її різні види. Особливо важливе значення для розуміння процесів переробки інформації у пам'яті людини має її класифікація за тимчасовими характеристиками: короткочасна та довготривала.

Короткочасна пам'ять забезпечує зберігання інформації, що надійшла протягом коротких проміжків часу (секунди, хвилини). Її поділяють на безпосередню (іконічну) та оперативну. У безпосередній пам'яті чи «дуже короткої зорової пам'яті» протягом часток секунд (від 300 мс до 1 з) зберігається майже вся сприйнята інформація, а потім у обмеженому обсязі інформація перетворюється на оперативну пам'ять. При перекладі інформації з безпосередньої пам'яті в оперативну здійснюється її селекція за критеріями, що визначається вирішуваним оператором завданням. Оперативна пам'ять дозволяє зберігати та відтворювати поточну інформацію протягом часу, необхідного для вирішення тих чи інших конкретних завдань. Цей час у реальних умовах змінюється від кількох секунд до кількох хвилин. Обсяг оперативної інформації визначається кількістю сприйманих сигналів майже залежить від їх інформаційного змісту.

Довготривала пам'ять забезпечує зберігання інформації протягом тривалого часу (годинник, доба, місяці, роки). При перекладі інформації з короткочасної пам'яті в довготривалу відбуваються її подальша селекція і реорганізація, у яких виділяється інформаційний зміст сигналів, виробляється відсів непотрібної, що заважає запам'ятовування информации. Обсяг довгострокової пам'яті визначається не кількістю сигналів, а кількістю збереженої інформації. Основними процесами пам'яті є запам'ятовування, забування та відтворення.

Запам'ятовування - процес закріплення у свідомості образів, вражень, понять. Збереження інформації у пам'яті є складним процесом, під час якого здійснюється її переробка, впорядкування та класифікація. Полегшення запам'ятовування сприяють наступні прийоми: раціональне угруповання вихідного матеріалу; укрупнення оперативних одиниць пам'яті; знаходження в повідомленні надмірної інформації; перекодування символів, що запам'ятовуються. Важливу роль при запам'ятовуванні грає спрямованість на міцність запам'ятовування і осмислення матеріалу, що запам'ятовується.

Інформація, що надійшла на згадку, з часом забувається Найшвидше засвоєна інформація забувається в перші 9 год: число відтворюваних елементів падає до 35 %. Дослідження процесів забування і збереження показали, що залежність збереження засвоєного матеріалу обернено пропорційна логарифму часу. У конкретних умовах забування залежить від багатьох факторів (міцності запам'ятовування інформації, індивідуальних особливостей пам'яті, ступеня організації її в осмислені системи та ін.).

Відтворення - процес отримання інформації, що зберігається в пам'яті. Ефективність відтворення залежить від організації збереженої інформації, умов спілкування людини з іншими людьми, стану центральної нервової системи.

Особливого значення у діяльності оператора має оперативна пам'ять, що у значною мірою визначає надійність і ефективність дій оператора. Основними характеристиками оперативної пам'яті є обсяг інформації, що запам'ятовується, тривалість її збереження, точність відтворення інформації. Оперативна пам'ять має обмежений обсяг, що визначається кількістю запам'ятовуються при одноразовому пред'явленні сигналів. Середній обсяг оперативної пам'яті становить 5-9 символів за умови, що сигнали, що пред'являються, є незмінною послідовністю. Якщо представляються динамічні послідовності сигналів, то оператор повинен не тільки зберігати в пам'яті послідовність сигналів, що пред'являється, але й стежити за її зміною відповідно до зміни обстановки. У цьому випадку обсяг пам'яті не перевищує 4 сигнали.

 Тривалість збереження інформації пов'язана із здатністю нервових клітин певний час зберігати зміни, які під впливом зовнішніх впливів. Ці зміни називаються «слідом» пам'яті і вони поступово згасають у часі. Безпомилкове відтворення інформації можливе, поки згасання «сліду» не досягне певного критичного значення. Відповідний проміжок часу і визначає тривалість збереження інформації.

Оцінкою точності відтворення інформації є можливість безпомилкового її відтворення.

Діяльність оператора при вирішенні завдань управління протікає зазвичай в умовах нестачі або надлишку інформації, обмеженого часу, високої психічної напруженості, відповідальності за результати. Якість прийнятих рішень у умовах великою мірою визначається властивостями оперативного мислення. Оперативне мислення є психологічною основою процесу прийняття рішень оператором і є процес відображення у свідомості динамічних властивостей і зв'язків елементів керованого об'єкта і побудови на основі динамічної моделі послідовності дій з керованим об'єктом.

Основними компонентами оперативного мислення є:

структурування ситуації (освіта більших одиниць з урахуванням зв'язування її елементів між собою);

динамічне впізнавання частин кінцевої ситуації у вихідній проблемній;

формування алгоритму розв'язання (вироблення принципів та правил вирішення задачі, визначення послідовності дій).

**5. Інженерно-психологічні вимоги, що пред'являються до інформаційних моделей**

У автоматизованих системах контролю та управління засобу відображення інформації виступають як єдине джерело інформації про керований об'єкт. Оператори таких систем діють не з реальними об'єктами, а з їх інформаційними моделями.

Вони відбиваються найістотніші з погляду управління якості реальних об'єктів і є для оператора джерелом інформації, основі якої він оцінює і аналізує поточну ситуацію, приймає рішення, створені задля забезпечення правильного функціонування системи та виконання поставлених перед нею задач.

Діяльність людини-оператора з урахуванням інформаційної моделі пов'язані з необхідністю співвідносити відомості, одержувані з допомогою засобів відображення інформації, як між собою, і з реальними керованими об'єктами. Ефективність діяльності людини істотно залежить від того, наскільки інформаційна модель адекватна реальній ситуації та відповідає закономірностям та характеристикам людського сприйняття, пам'яті, мислення. У зв'язку з цим необхідно ще на стадії проектування АСУ виконати розробку інформаційної моделі з урахуванням вимог до змісту та кількості інформації, до форми та композиції її, що визначаються людським фактором.

Виділимо основні вимоги, яким має задовольняти інформаційна модель. Вона має забезпечити:

адекватне відображення об'єктів управління, робочих процесів, навколишнього середовища та стану самої системи управління; оптимальний інформаційний баланс, який дозволив би виключити такі небажані явища, як дефіцит чи надлишок інформації.

Це досягається за умови, що інформаційна модель відображає суттєві властивості та зв'язки керованих об'єктів. Ступінь і характер спрощення визначаються на основі аналізу системи «людина — машина» загалом та аналізу завдань операторів;

відповідність завданням трудового процесу та можливостям людини щодо прийому інформації та здійснення керуючих впливів;

розуміння відображуваної ситуації, т. е. інформаційна модель має дозволити людині-оператору зрозуміти суть проблемної ситуації досить швидко і без трудомісткого аналізу окремих сигналів.

Наочність інформаційної моделі, що спрощує аналіз проблемної ситуації, може бути досягнута використанням інформаційних моделей двох типів - детальних та інтегральних.

Детальні моделі включають докладні відомості про керовані об'єкти та їх параметри, точну кількісну характеристику стану керованого об'єкта. Вона дозволяє приймати рішення щодо конкретних приватних питань.

Інтегральна інформаційна модель дає узагальнене якісне уявлення про проблемну ситуацію. У ній повинні бути представлені в першу чергу критичні параметри проблемної ситуації, що мають найбільшу питому вагу з точки зору впливу на рішення:

прояснення складних взаємин у відображуваної ситуації те щоб важливі з погляду завдань управління тенденції розвитку подій, їх зв'язку відображалися у вигляді, полегшує сприйняття проблемної ситуації. Реалізація цієї вимоги пов'язана з можливістю відображення конкретних змін властивостей елементів ситуації при їх взаємодії, що дозволяє оператору сприймати зміну властивостей окремих елементів як симптоми зміни ситуації в цілому; відображення динамічних відносин керованих об'єктів; навмисного акцентування та посилення відображення тенденцій розвитку елементів ситуації, їх зв'язків чи ситуації в цілому; відображення конфліктних ситуацій, у які вступають елементи;

 найбільш високу надійність сприйняття людиною-оператором інформації, що надходить, до мінімуму звести можливість виникнення помилок;

найкращі умови для координації дій моделей, що вирішують спільне завдання;

створення умов, дозволяють людині легко і вільно змінювати способи діяльності, забезпечення гнучкості її поведінки та взаємозамінності.

Для кращого сприйняття інформаційної моделі потрібна правильна організація її структури. Це передбачає, що інформаційна модель містить не просто необхідну впорядковану інформацію, а й певним чином організовану. Прагнення зробити модель якомога повнішою призводить до збільшення обсягу переданої інформації. При цьому збільшується як обсяг інформації, необхідної для вирішення задачі (релевантної), так і обсяг інформації сторонньої (іррелевантної).

Така надмірність інформаційної моделі знижує швидкість прийому та переробки інформації людиною, оскільки збільшується час пошуку потрібних даних, їх упізнання, інтерпретація, кількість помилок пізнання.

Структура інформаційної моделі істотно впливає на оперативність і адекватність сприйняття ситуації загалом.

Хороша структура інформаційної моделі великою мірою визначається її просторовою організацією. Як правило, при її побудові використовується комплекс засобів відображення інформації, кожне з яких забезпечує побудову частини інформаційної моделі. Щоб у людини-оператора виникало цілісне сприйняття моделі, при просторовій організації інформаційної моделі слід керуватися розробленими в інженерній психології принципами та рекомендаціями, найбільш важливими з яких є:

принцип компактності. Розташування засобів відображення інформації має забезпечити для людини-оператора можливість сприйняття створюваної ним моделі загалом;

принцип угруповання. Засоби відображення інформації, що виводять інформацію про взаємозалежні параметри керованого об'єкта, повинні об'єднуватися в групу;

принцип організації просторової структури моделі у відповідності з розв'язуваними завданнями. Простір, у якому створюється інформаційна модель, розбивають на зони відповідно до розв'язуваних завдань. Засоби відображення інформації повинні розташовуватися в цих зонах відповідно до важливості інформації, що переробляється ними;

принцип відповідності засобів відображення інформації та органів управління.

**6. Ергономічні вимоги до систем відображення інформації**

Ергономічні вимоги до СОІ встановлюють необхідні вимоги до яскравих, тимчасових та просторових характеристик зорової інформації, а також до систем кодування.

Оцінка яркостного режиму включає нормування рівня яскравості та її перепадів у зору спостерігача задля досягнення необхідних показників ефективності обробки зорової інформації. Оптимальним вважається таке значення рівня яскравості, у якому забезпечується максимальне прояв конкретної чутливості.

Яскравість фону (для об'єктів прямого контрасту), що забезпечує найвищу гостроту розрізнення, становить 104 кд/м2. При розрізненні складних об'єктів найвища гострота зору досягається при яскравості фону 3000 кд/м2. Зі зменшенням яскравості гострота зору змінюється незначно порівняно з найбільшими її значеннями (для яскравостей 200 кд/м2 гострота зору становить 90% від максимального значення). Різке падіння гостроти зору має місце при яскравості менше 10 кд/м2.

При встановленні оптимального діапазону яскравостей, що у полі зору оператора, необхідно забезпечити перепад яскравостей, близький до рівня адаптації.

Максимально допустимий перепад яскравостей у полі зору оператора не повинен перевищувати 1:100. Оптимальними ж є співвідношення: 20:1 -між джерелом світла і найближчим оточенням і 40:1-між джерелом світла і найближчим оточенням і 40: 1 - між найсвітлішим і темним ділянками зображення.

Контрастність зображення знижується при зовнішньому освітленні тим значніше, що нижча яскравість екрана і що більше яскравість, створювана освітленням. Контраст між СОІ та його безпосереднім оточенням не повинен перевищувати співвідношення 3:1.

Від виду розмаїття може залежати і тип помилок пізнання. Ці помилки можуть бути викликані перевищенням швидкості відображення інформації, пропускної спроможності оператора, зовнішнім візуальним схожістю символів або їх складових частин і т. д. Для дисплеїв на ЕПТ продуктивність підвищується у випадках прямого контрасту. При цьому на відміну від зворотного розмаїття фону може бути адаптована до оточення, що зменшує необхідність переадаптації ока і знижує відображення екрана.

Частоту миготіння необхідно враховувати для створення якісного зображення різних пристроях відображення, заснованих на техніці дискретних сигналів. Миготіння стомлює зір і знижує якість роботи оператора. Характеристики критичної частоти миготіння для технічних умов відображення знакової індикації на екранах пов'язані з невеликими умовними розмірами полів до 1°. Критична частота миготіння при кримінальному розмірі знака до 1 ° зі зростанням яскравості від

 1 до 120 кд/м2 збільшується з 14 до 35 Гц. При зменшенні кутового розміру знака від 1 до 24° критична частота миготіння змінюється від 24 до 19 Гц (при яскравості 50 кд/м2).

Миготіння більш відчутні, коли екран великий і заповнений інформацією. Миготіння невеликих полів зникають, коли оператор відсувається від екрана на таку відстань, при якому око інтегрує всю інформацію, що пред'являється на екрані.

Ефективність сприйняття інформації про об'єкти управління, що пред'являється оператору в закодованому вигляді, значною мірою залежить від використовуваної системи візуального кодування. Вибір оптимальної системи візуального кодування визначається головним чином завданнями, які вирішує оператор, та специфікою його роботи.

Під візуальним кодуванням інформації розуміють операцію ототожнення умовних знаків (символів, сигналів) з тим чи іншим видом інформації. Вибір оптимального коду пов'язаний із забезпеченням максимальної швидкості та надійності прийому та переробки інформації людиною, тобто з досягненням максимальної ефективності виконання операцій зорового пошуку, виявлення, розрізнення, ідентифікації та пізнання сигналів.

Різні якісні та кількісні характеристики керованих об'єктів кодуються різними способами: умовними знаками, літерами, цифрами, кольором, яскравістю тощо. Кожен із способів кодування — це категорія кодування або вид алфавіту.

При виборі виду алфавіту слід спиратися на знання, що склалися і міцно закріплені в досвіді людини, що допомагає швидкому виникненню асоціацій, підвищує швидкість і точність декодування. Для вирішення завдань пізнання найбільш ефективні категорії кольору та форми.

У завданнях зорового пошуку перевагу має колірне кодування. Найменший час пошуку об'єктів — за кольором, а найбільший — за яскравістю та розміром. При використанні як кодових категорій форми, розміру, кольору та просторової орієнтації фігур найбільшу ефективність виконання операцій пошуку забезпечують категорії кольору та форми. Найменшу точність має ідентифікація за розміром.

Кодування формою є універсальним засобом надання інформації завдяки великому алфавіту різних символів, а також можливості для оператора використовувати попередній досвід при їх інтерпретації. Краще розрізняються та розпізнаються прості геометричні фігури, що складаються з невеликої кількості елементів. Фігури, складені з прямих ліній, відрізняються краще, ніж фігури, що мають кривизну та багато кутів (трикутники та прямокутники в порівнянні з колами та багатокутниками).

При кодуванні розміром співвідносяться площа знака будь-якої характеристикою об'єкта (розміром, швидкістю, обсягом). Точність пізнання при такому способі кодування менше, ніж при кодуванні формою.

При кодуванні просторової орієнтацією залежно від форми фігури можна використовувати різні ознаки просторової орієнтації. Для асиметричних фігур зміна просторової орієнтації досягається шляхом їх повороту в поле зору оператора. Для симетричних фігур може бути використано потовщення однієї лінії контуру або поворот осей координат. Мінімальні відхилення від осей координат, адекватно оцінювані людиною, становлять 1-2 °.

Оптимальна довжина алфавіту для даної категорії має 4-16 градацій.

Для кодування напрямку руху об'єкта може бути використана ознака орієнтації лінії, при цьому визначення курсу забезпечується з точністю до кількох градусів (50 % відповідей з помилкою до 6 °, 95 % - з помилкою менше 15 °).

Найбільш універсальним є буквенно-цифрове кодування, яке широко застосовують у СОІ. Важливою умовою розрізнення букв і цифр є вибір форми. Найкращими вважають шрифт Макворта, у якому похилі лінії у знаках розташовані під кутом 45°, і шрифт Бергера, у якому літери та цифри складені прямими лініями.

Оптимальний розмір знаків, що пред'являються засобами відображення інформації, залежить від яскравості знаків, контрасту, складності графічного накреслення знаків, використання кольору.

Допустимий розмір букв і цифр при врахуванні лише точності зчитування на фоні інших знаків становить 18-20 '. Для забезпечення читаності цифр необхідно витримувати оптимальні співвідношення основних параметрів знака: висоти, ширини, товщини обведення.

Необхідний формат (число знаків у рядку та число рядків) визначається призначенням дисплея. Найбільш широке застосування знаходить формат 80 знайомих у рядку при 24 (25) текстових рядках. Найбільш поширеним способом відтворення алфавітно-цифрових символів за допомогою точкового матричного формату є формат знайомств 7х9 точок. Серед графічних дисплеїв значну частку становлять графічні дисплеї з діагоналлю екрана 48-51 див і з числом точок 1024 х 1024.

Для отримання безперервного зображення потрібно, щоб відстань між краями сусідніх плям було менше 1 '.

Кодування кольором підвищує ефективність виконання операцій з прийому та переробки зорової інформації, збільшуючи точність і швидкість виконання завдань пошуку та пізнання при одночасному використанні символічного коду та кольору.

При кодуванні кольору правильна ідентифікація кольору можлива, якщо розміри колірних полів не менші за критичні, інакше колір поверхонь сильно спотворюється. Наприклад, для < 15' жовтий і зелений кольори змінюють відтінки відповідно на синьо-зелений і темно-сірий. Найбільшу зміну піддаються жовтий і синій кольори, які при а-<2' сприймаються як ахроматичні. Тому при введенні кольору оптимальні розміри знаків розраховують виходячи з необхідної товщини штрихів передачі кольору з дотриманням пропорцій знака для прямого контрасту. Людина може ідентифікувати трохи більше 10—12 колірних тонів, що обмежує довжину алфавіту при колірному кодуванні. З найбільшою точністю упізнаються фіолетовий, блакитний, зелений, жовтий та червоний кольори. При кодуванні кольору слід враховувати, що видимий колір об'єктів залежить від їх освітлення. Тому колірний код рекомендується використовувати лише при освітленні білим кольором. Допустима яскравість колірних знаків (кд/м2): мінімальна-10; рекомендована - 170; для відбитого світла, соціальній та умовах темнової адаптації — 30—70.

При використанні кольорів для знаків алфавіту слід керуватися рекомендаціями, наведеними в табл. 1.

Таблиця 1

|  |  |
| --- | --- |
| Категорії інформації | Рекомендуємий колір коду |
| основний | Додатковий |
| Попереджувальна інформація має обізнаний характер, містить відомості про загальну обстановку (виключаючи аварійну) та рекомендації для вжиття заходів, залишаючи за оператором право вибору остаточного рішення | Жовтий | Білий |
| Наказує носить командний характер, вимагає або дозволяє виконання строго певних дій. До цієї категорії може бути віднесена і інформація перевірочного характеру, що вказує на справність або готовність до роботи тих чи інших пристроїв | Зелений | Синій |
| Забороняюча інформація має аварійний характер, накладає суворі обмеження на виконання або заборону тих чи інших дій. Вказує на неготовність до роботи чи несправність | Червоний | Помаран­чевий |

При суміщенні колірної статичної інформації з динамічною колірною рекомендується використовувати кодування не тільки за кольором, але і за насиченістю. Рекомендується також кольорові карти та іншу статичну інформацію виконувати у малонасичених кольорах, а динамічну – у насичених кольорах. Кодування яскравістю застосовується в основному для того, щоб привернути увагу оператора до певного сигналу. Воно менш переважно порівняно з іншими способами кодування, оскільки сигнали різної яскравості можуть втомлювати оператора і відволікати його увагу. Хороше сприйняття досягається при використанні трохи більше чотирьох рівнів яскравості. Для більшості практичних цілей достатньо використовувати два рівні яскравості: яскраве і тьмяне або світло і темряву.

Кодування частотою миготіння використовується для виділення об'єкта в загальному обсязі відображення та дозволяє суттєво скоротити час пошуку. Рекомендується використовувати не більше чотирьох градацій цієї ознаки. Використовуваний діапазон частот миготінь - 2,5-8 Гц. Оскільки миготіння сигналів швидко, втомлює оператора, слід обмежувати кількість мерехтливих об'єктів у зору оператора (трохи більше 2—3 знаків одночасно).

Оптимальну довжину алфавіту визначають з урахуванням оперативної пам'яті експериментальним шляхом. Довжина алфавіту при буквенно-цифровому кодуванні практично обмежена. Більшість систем відображення інформації, що використовуються в АСУ, мають алфавіт завдовжки 64-128 знаків. Найбільш доцільним способом збільшення довжини кодового алфавіту є використання багатовимірного кодування, тобто збільшення числа значущих параметрів сигналу, що змінюються.

У структурі багатовимірного коду можуть бути використані поєднання різних видів алфавіту: форми та кольору; форми та просторової орієнтації; розміру, яскравості та частоти миготінь. При побудові багатовимірних алфавітів слід враховувати переваги того чи іншого виду алфавіту у вирішенні різних завдань.

Характеристики компонування знаків значною мірою визначають їх помітність і пізнаваність. Вимоги до компонування знаків визначаються величиною оперативного поля зору та роздільною здатністю рухової системи ока. Величина оперативного поля зору обмежує кількість об'єктів для одномоментної (200-300 мс) переробки зорової інформації.

Роздільна здатність ока визначає щільність розташування об'єктів або одночасно сприйманих груп.

**Контрольні питання та завдання**

1 Якими характеристиками визначається якість зорового сприйняття?

2. Охарактеризуйте чутливість зорового аналізатора.

3. Чим визначається пропускна спроможність зорового аналізатора?

4. Чим визначаються просторові характеристики зорового аналізатора?

5. Дайте характеристику основним видам пам'яті.

6. Назвіть основні характеристики пам'яті.

7. Перерахуйте основні вимоги, яким має відповідати інформаційна модель.

8. За якими параметрами оцінюють алфавіти кодових сигналів?

9. Які ергономічні вимоги встановлені для яскравих характеристик СОІ?