

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВНУТРІШНІХ СПРАВ**

*Факультет № 6  
Кафедра соціології та психології*

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

з навчальної дисципліни «**Фізіологія ВНД та основи психофізіології**»  
обов'язкових компонент освітньої програми  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

*053 Психологія (практична психологія)*

**Тема № 3. «Психофізіологія сенсорних процесів».**

**Харків 2023**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол № 7 від 30.08.2023 р.

**СХВАЛЕНО**

Вченою радою факультету № 6  
Протокол № 7 від 25.08.2023 р.

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією Науково-методичної ради  
ХНУВС з гуманітарних та  
соціально-економічних дисциплін  
Протокол № 7 від 29.08.2023 р.

Розглянуто на засіданні кафедри  
соціології та психології  
Протокол № 8 від 15.08.2023 р.

**Розробник:**

Доцент кафедри соціології та психології, кандидат біологічних наук, доцент  
Шахова О.Г.

**Рецензенти:**

1. Доцент кафедри гістології, цитології та ембріології ХНМУ, кандидат біологічних наук, доцент Дєєва Т.В.
2. Доцент кафедри соціології та психології факультету № 6 ХНУВС, кандидат психологічних наук, доцент Жданова І.В.

**План лекцій:**

1. Загальні властивості сенсорних систем і процесів.
  - 1.1. Основні функції сенсорної системи та стадії сенсорного процесу.
  - 1.2. Властивості сенсорних систем.
2. Узагальнена модель сенсорної системи.
3. Висновки.

**Рекомендована література:****Основна:**

1. Годун Н.І. Фізіологія вищої нервової діяльності : навчально-методичний посібник. Переяслав-Хмельницький : Переяслав-Хмельницький держ. пед.ун-т імені Григорія Сковороди, 2014. 159 с.
2. Іонов І.А., Комісова Т.Є., Мамотенко А.В., Шаповалов С.О., Сукач О.М. та інші. Фізіологія вищої нервової діяльності : навчальний посібник. Харків : ФОП Петров В.В., 2017. 143 с.
3. Кузів О.Є. Психофізіологія: курс лекцій. – Тернопіль: вид-во ТНТУ ім. І.Пулюя, 2017. – 194 с.
4. Макаrchук, М. Ю., Куценко, Т. В., Кравченко В.І., Данилов С.А. Психофізіологія: навчальний посібник. Київ : ООО «Інтерсервіс» , 2011. 329 с.

**Допоміжна**

5. Боярчук О. Д., Самчук В.А. Фізіологія (ВНД та вікова) з основами генетики : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. 374 с.
6. Вовканич Л.С. Вища нервова діяльність : лекція № 10. Львів : Львівський- держ.ун-т фіз. культ., 2020. 18 с.
7. Лісовенко А.Ф., Бедан В.Б. Психофізіологія : практикум (для самостійної підготовки здобувачів вищої освіти факультету психології, політології та соціології). Одеса: Фенікс, 2021. 75 с.
8. Маруненко І.М., Волковська Г.І., Неведомська Є.О. Фізіологія вищої нервової діяльності : навч.-метод. посіб. з питань проведення практичних робіт [для студ. не біол. спец. вищ. навч. закл.]. 4-те вид. перероб. і доп. Київ : Київськ. ун-т імені Бориса Грінченка, 2014. 53 с.
9. Міщенко І.В., Соколенко В.М., Коковська О.В. Фізіологія (стислий навчальний посібник для підготовки до практичних занять). Полтава, 2015. 76 с.

**Інформаційні ресурси в Інтернеті:**

10. Пошукова система Google Scholar <http://scholar.google.com/>
11. Система пошуку наукової інформації у відкритих архівах України (SSM) <https://oai.org.ua/>
12. Електронна бібліотека Наукова періодика України <http://www.irbis-nbuv.gov.ua/>
13. Сайт «Brain Maps» - <http://brain-maps.org/>

## Текст лекції

### 1. Загальні властивості сенсорних процесів

Всі живі організми на Землі живуть в умовах постійних змін довкілля, тоді як саме існування будь-яких організмів можливе лише за умови підтримання певної внутрішньої сталості. Іншими словами, організм, щоб вижити, мусить реагувати на зміни у зовнішньому середовищі і пристосовуватись до цих змін. Це зумовило появу у всіх без винятку живих систем здатності до реакції на ті зміни довкілля, які визначають їхнє виживання.

На перших етапах такі реакції живого на зміни в зовнішньому середовищі забезпечувала їхня загальна здатність до **подразливості**. Із ускладненням та розвитком живого і появою нервової системи, реакції на зміни у зовнішньому та внутрішньому середовищі починають визначатися через **чутливість**, яку забезпечують спеціалізовані **органи чуття** та зв'язані з ними ділянки нервової системи, об'єднані у певну **сенсорну систему** (від лат. *sensus* — чуття).

**Орган чуття** — це комплекс рецепторів з іншими неречепторними клітинами чи тканинами, що виконують допоміжні функції, які сприймають подразнення певного виду (органи зору, слуху, смаку тощо). Ті форми стимулів, на які орган чуття реагує оптимально, називають адекватними.

**Сенсорна система (аналізатор** за І.П.Павловим) — це анатомо-фізіологічний утвір, до якого входять рецепторний апарат, провідникові нервові шляхи та структури центральної нервової системи і який сприймає, передає, трансформує, аналізує інформацію і створює специфічне відчуття.

Розрізняють екстероцептивну (зорову, слухову, нюхову, смакову), та інтероцептивну (гравітаційну та соматосенсорну (шкірну, пропріоцептивну) сенсорні системи.

### Структурно-функціональна організація сенсорних систем

Сенсорні системи складаються із таких основних відділів:

- 1) периферичного(рецепторного);
- 2) провідникового;
- 3) кіркового(центрального).

При дії на організм подразників за участю сенсорних систем виникають **відчуття** — відображення властивостей предметів об'єктивного світу. Сенсорні системи забезпечують живі організми інформацією про оточуюче середовище для пошуку їжі, особин протилежної статі, уникнення небезпеки, орієнтації в часі і просторі і т.д.

Розвиток сенсорних систем у вищих тварин і людини приводить до появи **сприйняття**, що визначає їхню здатність реагувати одночасно на цілий комплекс подразників і створювати певні образи.

Завдячуючи інформації про зовнішнє і внутрішнє середовище, яку організм отримує за допомогою сенсорних систем, він може, орієнтуючись у просторі й часі, доцільно організовувати поведінку для задоволення всіх своїх потреб.

**1.1. Основні функції сенсорної системи відбиваються в послідовних стадіях сенсорного процесу:** виявлення сигналів, їхнє розрізнення, передача, перетворення, кодування, детектування ознак сенсорного образу і його упізнання.

### **1.1.1. Виявлення та розрізнення сигналів**

#### **Сенсорна рецепція.**

**Рецептори** — це кінцеві спеціалізовані нервові, нейроепітеліальні чи епітеліальні утвори, що здатні сприйняти в зовнішньому чи внутрішньому середовищі певний подразник і перетворити його енергію з фізичної чи хімічної форми у форму нервового збудження.

#### **Рецептори класифікуються.**

1) у залежності від локалізації – на зовнішні (екстерорецептори) і внутрішні (інтерорецептори);

2) у залежності від відчуттів, що викликаються – на зорові, слухові, нюхові, смакові, рецептори дотику, терморецептори, рецептори стану внутрішніх органів, пропріо- і вестибулорецептори (рецептори положення тіла і його частин у просторі);

3) у залежності від локалізації – на зовнішні (екстерорецептори) і внутрішні (інтерорецептори);

4) у залежності від характеру контакту з зовнішнім середовищем – на дистантні (отримують інформацію на відстані від джерела подразнення – зорові, слухові і нюхові) і контактні (отримують інформацію при зіткненні з подразником – смакові і тактильні);

5) у залежності від природи подразника – на фоторецептори (зір), механорецептори (слухові, вестибулярні, тактильні рецептори шкіри, рецептори опорно-рухового апарату, барорецептори серцево-судинної системи); хеморецептори (смак, нюх, судинні і тканинні рецептори); терморецептори (шкіри і внутрішніх органів); больові рецептори;

6) за механізмом збудження діляться на первинночутливі та вторинночутливі. До первинночутливих належать «голі» нервові закінчення дендритів псевдоуніполярних нейронів спинномозкових гангліїв. До вторинночутливих належать – ті, які мають між закінченням дендритів чутливих нейронів спеціальні епітеліальні клітини.

#### **Подразники (стимули) поділяють:**

1) за модальністю, тобто за тією формою енергії, яка властива кожному із них: механічні, хімічні (молекули, йони), температурні, осмотичні, світлові (фотони), електричні;

2) за відповідністю до рецептора: адекватні, неадекватні;

3) за силою: підпорогові, порогові, надпорогові.

**Кожна модальність має 4 розмірності:** якісну, кількісну, просторову і часову. В середині кожної модальності можна провести подальший поділ у відповідності з видом сенсорного враження, або його якості. Так, наприклад, модальність “зір” може бути охарактеризована якостями колір і яскравість

(позиція на сірій шкалі). В той час, як вид сенсорного враження визначається його модальністю і якістю, його інтенсивність можна назвати *кількістю*. Кількісна характеристика сенсорного враження відповідає силі стимулу.

*Просторова і часова* розмірності відчуттів співвідносять відчуття з навколишнім світом. Наприклад, коли дещо доторкується до шкіри, можна локалізувати його положення на тілі. Так само світловий стимул сприймається як такий, що надходить з певної ділянки поля зору. Кожне відчуття має часовий компонент (початок, закінчення і тривалість).

### **Загальні механізми збудження рецепторів.**

При дії стимулу в рецепторі відбувається перетворення енергії зовнішнього подразника в рецепторний сигнал (трансдукція сигналу). Цей процес має три етапи:

- 1) взаємодія стимулу з рецепторною білковою молекулою, яка локалізується в мембрані рецептору,
- 2) посилення та передача стимулу в межах рецепторної клітини,
- 3) відкривання мембранних іонних каналів рецептора, через які починає текти іонний струм, що призводить до деполяризації клітинної мембрани рецепторної клітини (виникнення рецепторного потенціалу).

Нюховий рецептор може збудитися при дії одиночної молекули речовини, а фоторецептор - при дії одиночного кванта світла.

### **Сенсорні порого.**

Важливим параметром кожної сенсорної системи є її **абсолютна чутливість**, яка базується на властивості сенсорної системи виявляти слабкі, короткі чи малі за розміром подразники. Абсолютну чутливість вимірюють **порогом** реакції організму на сенсорний вплив. Чутливість системи та поріг реакції – зворотні поняття: що вище поріг - то нижча чутливість і навпаки.

**Порогом реакції**, або абсолютним порогом, вважають *мінімальну силу подразника, яка викликає збудження аналізатора, що суб'єктивно сприймається у вигляді відчуття*. Чутливість системи і поріг – зворотні поняття. *Якщо стимул надто слабкий і не викликає надійної реакції-відповіді, він називається підпороговим. Стимул, інтенсивність якого переважає порогові значення, називається надпороговим.*

Чутливість сенсорних систем обмежується *верхнім і нижнім порогом*. *Нижній поріг* визначає абсолютну чутливість. Чим вище нижній поріг, тим нижча чутливість. *Верхній поріг* зумовлюється максимальною силою подразника, на яку у певній групі рецепторів виникає все ще адекватна реакція. Нижчі значення інтенсивності вважаються підпороговими, а вищі – надпороговими. *Підпорогові впливи, тим не менш, здатні впливати на людину (хоч безпосередньо нею не усвідомлюються) і на фізіологічному, і на психічному рівні. Це можна зареєструвати за допомогою, наприклад, вимірювання шкірно-гальванічної реакції.*

Величина нижнього і верхнього порогів чутливості може змінюватися в залежності від різних умов: віку людини, характеру її діяльності, функціонального стану рецептора, сили і тривалості подразнення тощо.

У сенсорній системі, як і будь-якій системі зв'язку, існують так звані **шуми**. Шумом вважають такий процес, який безпосередньо не пов'язаний із передачею даного сенсорного повідомлення, але впливає на нього.

**Диференційний поріг (поріг розрізнення)** - це *мінімальна різниця між двома сигналами, необхідна для того, щоб вони були сприйняті, як різні сигнали*. На практиці, так само, як і абсолютний поріг, диференційний поріг визначається статистично як різниця між величинами двох сигналів, яка виявляється в 50% випадків.

Диференційний поріг – це ступінь зміни фізичного сигналу, необхідний для того, щоб викликати ледь помітну різницю (ЛПР) у відчуттях. Диференційний поріг вимірюється у фізичних одиницях, тоді як *ледве помітна різниця у відчуттях – це психологічна одиниця виміру суб'єктивного досвіду*.

Диференційний поріг, відповідно до **закону Е. Вебера**, завжди вищий за подразника, що діяв раніше, на певну частку.

**Закон (відношення) Вебера** (названо на честь німецького анатома і фізіолога **Ернеста Вебера** (ErnstHenrichWeber, 1795-1878) свідчить про те, що новий подразник, аби відрізнитися за відчуттями від попереднього, повинен змінитись на величину, пропорційну вихідному подразнику.

Кількісні зміни сигналу – збільшення чи зменшення його інтенсивності, необхідні для того, щоб другий сигнал був сприйнятий як відмінний від першого – пропорційні абсолютній величині сигналу.

Наприклад, якщо у кімнаті горить 3 свічки, і запалити ще одну, то зміна освітлення буде помітною, але якщо в кімнаті горить 100 свічок, то додавання ще одної залишиться непомітним. Або, якщо на руці лежить вантаж 100 г, то для виникнення ледь помітного відчуття збільшення ваги необхідно додати близько 3 г. Якщо ж вага вантажу складає 1000 г, то треба додати близько 30 г.

Германський психолог **Густав Фехнер** (Gustav Fechner, 1801-1887), працюючи в цьому ж напрямку, визначив кількісний зв'язок між ментальним досвідом (відчуттям) і фізичним подразником, який викликає це відчуття. Фехнер розробив кількісну шкалу відчуттів, яка характеризує дану сенсорну систему. Ця залежність показує, що відчуття збільшується повільніше, ніж інтенсивність подразника: по мірі зростання інтенсивності подразника для досягнення одного і того ж сенсорного ефекту потрібна все більша і більша його інтенсивність.

Відкриття Вебера і Фехнера об'єднані в психофізіологічний закон **Закон Вебера — Фехнера**, що описує сприйняття різних фізичних величин органами чуттів. Цей закон полягає в тому, що коли інтенсивність якої-небудь фізичної величини збільшувати в геометричній прогресії, то відчуття цієї величини буде збільшуватись в арифметичній прогресії. Іншими словами, відчуття збільшується повільніше, ніж інтенсивність подразника.

Загальною властивістю сенсорних систем є **адаптація** – зміна чутливості сенсорної системи під впливом подразника.

Існує декілька видів **сенсорної адаптації**: 1) зниження чи зникнення чутливості внаслідок дії постійного чи сильнішого подразника; 2) підвищення чутливості під дією слабого подразника.

### **1.1.2. Передавання і перетворення сигналів.**

*Після виявлення і розрізнення сигналів здійснюється їх передавання і перетворення*, що забезпечують надходження у вищі сенсорні центри мозку найбільш важливої інформації. У залежності від умов поняття «найбільш важливої» інформації може змінюватися. Але пріоритетність, за інших рівних умов, завжди буде залишатися за інформацією, що має більший ступінь новизни. Оскільки нові стимули можуть загрожувати виживанню, еволюційно виробилася властивість в першу чергу передавати в мозок і переробляти інформацію про зміни в середовищі.

При цьому, з метою **обмеження надмірності інформації**, відбувається пригнічення передачі про незмінні або сигнали, що повільно змінюються.

### **Провідникові шляхи**

Загальним принципом організації сенсорних систем, який пов'язаний з їх основною функцією – точним передаванням інформації, є розташуванням первинних сенсорних нейронів поза межами ЦНС. Тіла первинних сенсорних нейронів знаходяться у спинномозкових вузлах, у вузлах черепно - мозкових нервів, у сітківці, у нюховому епітелії. Закладаючись в межах ЦНС, в процесі ембріогенезу ці клітини мігрують на периферію. Пояснення полягає в тому, що на клітинах, які знаходяться в межах ЦНС, встановлюються синаптичні контакти з багатьма іншими нейронами, і ці сигнали можуть спотворювати, “зашумляти” первинний сенсорний сигнал, який необхідно точно і швидко передати до тих центрів, які відповідають за формування відповіді на подразник. Саме тому первинні сенсорні нейрони мусять “тікати” на периферію.

Для ЦНС характерне передавання сенсорної інформації через ряд центрів, в кожному з яких існують умови для переробки сигналів і їх інтеграції з іншими типами інформації. Центральні шляхи бувають декількох видів. Одні передають інформацію від рецепторів одного типу - *специфічні сенсорні шляхи*. Інші внаслідок **дивергенції та конвергенції** з іншими входами стають все більш мультимодальними, або неспецифічними. Неспецифічні структури мозку мають особливе значення для підтримання загальної збудливості мозкових структур. Треті - *таламокортикальні асоціативні шляхи* - пов'язані з оцінкою біологічної значущості стимулів та міжсенсорною інтеграцією. Всі сітки, які містяться в провідниковому шляху і пов'язані з ним, складають сенсорну систему.

*Приклад – лемнісковий та спиноталамічний тракти передачі соматосенсорної інформації. Гомункулус.*



Передача **соматосенсорної інформації** про чутливість шкіри, фасцій і відчуття руху в суглобах пов'язані з двома висхідними шляхами спинного мозку – лемнісковим та спиноталамічним. Перший - *лемнісковий шлях, який передає в мозок сигнали про дотик до шкіри, тиск на неї і рухи у суглобах, може бути прикладом специфічного сенсорного шляху*. Він закінчується в ніжному і клиноподібному ядрах довгастого мозку. А звідтіля в складі медіальної петлі збудження досягає вже вентробазального комплексу ядер таламуса. Третій нейрон шкірної сенсорної системи закінчується в постцентральної області кори головного мозку. Більшість коркових нейронів першої соматосенсорної області реагує на подразнення певної обмеженої ділянки шкіри протилежної сторони тіла. Відмітна риса цього шляху полягає у швидкому передаванні в мозок найбільш точної інформації, диференційованої за силою і місцем впливу.

У міру переходу на більш високі рівні значно збільшують рецептивні поля нейронів, але самі нейрони залишаються досить специфічними (нейрони поверхневого і глибокого дотику, нейрони руху в суглобах і т.д.). Для кіркової частини лемніскового шляху характерна чітка топографічна локалізація: проекція шкірної поверхні здійснюється в центри мозку за принципом "крапка в крапку". При цьому *площа коркового представництва тієї чи іншої частини тіла визначається її функціональною значимістю, формується так званий "сенсорний гомункулюс"*.

Роль соматосенсорної кори полягає в інтегральній оцінці соматосенсорних сигналів, включенні їх у сферу свідомості та сенсоне забезпечення нових рухових навичок.

Другий висхідний шлях соматосенсорної чутливості - **спиноталамічний шлях** (служить для передачі температурної, усієї больової і значною мірою тактильної чутливості) спрямовується в складі спиноталамічних трактів і закінчується в ядрах таламуса. Аксони нейронів цих ядер проектується переважно в другу соматосенсорну кору, що характеризується повним перекриттям проекцій обох половин тіла людини. Цей шлях значно відрізняється від першого порівняно повільною передачею аферентних сигналів, нечітко диференційованою інформацією про властивості подразника і не дуже чіткою її топографічною локалізацією.

Больова чутливість практично не представлена на кірковому рівні (роздратування кори мозку не викликає болю), тому вважають, що вищим центром болю є таламус, де 60% нейронів відповідних ядер чітко реагують на больове подразнення. Таким чином, спиноталамічний тракт, будучи *неспецифічним*, відіграє важливу роль в організації генералізованих відповідей на дію больових, температурних та тактильних подразників.

Одним із суттєвих факторів еволюції є поступове формування багатоканальності передавання сигналів до вищих рівнів мозку. Чим більше каналів розташовано в межах даної сенсорної системи, тим більша кількість переключень притаманна кожному з них. Це необхідно для

неспотвореної передачі інформації про окремі ознаки і деталі та при їх об'єднанні для формування цілісного образу.

**Принцип зворотних зв'язків** є одним із визначальних у формуванні будь-якої сенсорної системи. Доказом цього є те, що в кожній сенсорній системі поряд з висхідними (аферентними шляхами) знаходяться і низхідні (еферентні). Тобто, кожен рівень переключення сенсорної інформації не є просто релейною станцією, а утворює апарат, в якому може здійснюватись управління процесом передавання аферентної інформації тими центрами, які знаходяться вище. Ці центри виконують “настановну” функцію і пов'язані з міжсенсорною взаємодією, формують систему спільного кінцевого шляху до рецепторних утворів, беруть участь в механізмах фільтрації інформації.

### 1.1.3. Кодування інформації

Наступним етапом сенсорного процесу є **кодування інформації** – її перетворення в умовну форму (код), що відбувається за певними правилами. **Кодування інформації в нервовій системі** – це перетворення специфічної енергії стимулів (світла, звуку, тиску й ін.) в універсальні коди нейронної активності, на основі яких мозок здійснює весь процес обробки інформації. Таким чином, **коди** – це особливі форми організації імпульсної активності нейронів, які несуть інформацію про якісні й кількісні характеристики діючого на організм стимулу.

**Проблема утворення кодів та їхнього функціонування в ЦНС становить у наш час центральне ядро проблеми подання й перетворення інформації в організмі людини й тварин.**

У сенсорній системі сигнали кодуються **двоїтим кодом** (наявністю чи відсутністю електричного імпульсу в той чи інший момент часу).

Інформація про параметри певного подразнення передається у вигляді **окремих імпульсів, а також їхніх груп, чи «пачок»**. Амплітуда, тривалість і форма кожного імпульсу однакові, але кількість імпульсів у пачці, частота їхнього проходження, тривалість пачок і інтервалів між ними, а також тимчасовий «малюнок» («патерн») пачки різні і залежать від характеристик стимулу.

Сенсорна інформація кодується також **числом одночасно збуджених нейронів та їх розташуванням у нейронному шарі**.

У корі мозку сигнали кодуються також **синхронністю розрядів нейронів, зміною їхнього числа**. У корі одним із основних способів стає **позиційне кодування**. Воно полягає в тому, що якась ознака подразника викликає збудження певного нейрона чи їх невеликої групи, які локалізуються у певному місці кори. Наприклад, збудження невеликої групи нейронів зорової кори означає, що у певній частині поля зору з'явилася світлова смужка чи частина контуру зображення певного розміру та орієнтації.

#### 1.1.4. Детектування сенсорної інформації.

Після кодування інформації відбувається її **детектування** - *вибіркове виділення сенсорними нейроцитами певної ознаки подразника, яка має поведінкове значення.*

В даний час існують цілком точні дані про конкретні нейронні механізми, що здійснюють сенсорний аналіз і побудову сенсорної моделі зовнішнього середовища. Вони пов'язані з так званою **концепцією детекторного кодування.** Головним поняттям у детекторній концепції кодування служить поняття про нейрон-детектор. **Нейрон-детектор** – *високоспеціалізована нервова клітина, здатна вибірково реагувати на ту чи іншу ознаку сенсорного сигналу.* Такі клітини виділяють у складному подразнику його окремі ознаки. Поділ складного сенсорного сигналу на ознаки для їхнього роздільного аналізу є необхідним етапом операції впізнання образів у сенсорних системах.

Нейрони-детектори були виявлені в 60-і рр. спочатку в сітківці жаби, потім у зоровій корі кішки, а згодом й у зоровій системі людини. Інформація про окремі параметри стимулу кодується нейроном - детектором у вигляді частоти потенціалів дії, при цьому нейрони-детектори мають вибіркочутливість стосовно окремих сенсорних параметрів.

**Види нейронів-детекторів.** Найбільш детально нейрони-детектори досліджені в зоровій системі. Мова йде, у першу чергу, про орієнтаційно- і дирекційно-чутливі клітини. За відкриття феномена орієнтаційної вибіркочутливості нейронів зорової кори кішки її автори Д. Хьюбел і Т. Визел в 1981 р. були визнані гідними Нобелівської премії.

Явище орієнтаційної вибіркочутливості полягає в тому, що клітина дає максимальний по частоті й числу імпульсів розряд при певному куті повороту світлої або темної смужки. У той же час при інших орієнтаціях стимулів ті ж клітини відповідають погано або не відповідають зовсім. Ця особливість дає підставу говорити про гостроту настроювання нейрона-детектора й передбачає діапазони реагування. Дирекційно-вибіркочутливі нейрони реагують на рух стимулу, демонструючи перевагу у виборі напрямку й швидкості руху

За своєю здатністю реагувати на описані характеристики зорових стимулів (орієнтацію, швидкість і напрямок руху) **нейрони-детектори діляться на три типи: прості, складні й надскладні.** Нейрони різного типу розташовані в різних шарах кори й різняться за ступенем складності й локалізацією в ланцюзі послідовної обробки сигналу.

Нейроцити-детектори першого порядку реагують вибірково на окремі прості властивості стимулу. Наприклад, типовий нейрон зорової кори відповідає розрядом лише на один з нахилів (орієнтацію) світлої або темної смуги, розташованої у певній частині поля зору. При інших нахилах тієї ж смуги дадуть відповідь інші нейрони.

У вищих відділах сенсорної системи концентруються детектори вищого порядку. Вони відповідають за виділення складних ознак і цілих образів (наприклад, облич). У частини детекторів їх властивості задані

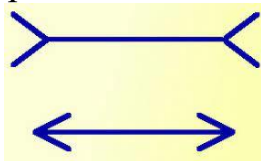
генетично, а багато детекторів формуються під впливом досвіду. (Нейрон Дженифер Аністон).

### 1.1.5. Упізнавання образу і його класифікація

**Кінцевим і найбільш складним етапом сенсорного процесу є упізнавання образу і його класифікація** тобто віднесення його до того чи іншого класу об'єктів з якими організм раніше уже зустрічався. Ці процеси локалізуються в корі великих півкуль. Спочатку відбувається **аналіз** аферентної інформації, на основі якої мозок розрізняє діючі подразники якісно та визначає силу, час, місце дії подразника, а також локалізацію джерела подразника. Далі, на основі **синтезу** сигналів від нейроцитів-детекторів вищий відділ сенсорної системи формує «образ» подразника і порівнює його з величезною кількістю образів, які зберігаються в пам'яті. **Упізнання завершується ухваленням рішення про те, що організм зустрічався з даним об'єктом чи ситуацією.** В результаті цього відбувається сприйняття, тобто ми усвідомлюємо чие обличчя бачимо перед собою, кого чуємо, який запах відчуваємо.

Тривалість одного акту сприйняття може бути дуже короткою, майже миттєвою, особливо, коли об'єкт сприйняття добре знайомий. У такому випадку говорять про одномоментне (симультанне) сприйняття. Якщо людина зіштовхується з невідомим стимулом, тривалість сприйняття може істотно збільшуватися. Потрібен час, щоб провести детальний сенсорний аналіз, висунути й перевірити кілька гіпотез із приводу діючого стимулу, і лише після цього ухвалити рішення щодо того, що ж є сприймаючий стимул. У цьому випадку говорять про послідовну обробку інформації й суцесивне сприйняття.

При упізнаванні сенсорних образів можливі помилки. Прикладом таких помилок є так звані «сенсорні ілюзії». Вони є результатом деяких побічних ефектів взаємодії нейронів, які беруть участь у обробці сигналів та приводять до викривленої оцінки образу в цілому або окремих його частин (розмір, співвідношення частин тощо).



Після упізнавання та класифікації стимулу формується реакція-відповідь. Якщо предмет зустрічається повторно, відбувається впізнавання (гнозис) в результаті порівняння із слідами пам'яті, якщо вперше – формується образ. Для усвідомлення дії подразника необхідна участь неспецифічної висхідної сітчастої активуючої системи, яка забезпечує належний рівень притомності. Емоційне забарвлення визначається активуванням структур лімбічної системи.

## 1.2. Властивості сенсорних систем.

### Адаптація сенсорної системи.

Сенсорна система має властивість пристосовуватися до умов середовища та потреб організму. **Сенсорна адаптація** – це загальна властивість сенсорних систем пристосовуватися до тривалої дії подразника. Наприклад, ми не помічаємо тиску на шкіру звичного одягу. Адаптаційні процеси, починаючись з рецепторів, охоплюють всі рівні сенсорної системи. Важливу роль в процесах адаптації відіграє еферентна регуляція властивостей сенсорної системи завдяки зворотнім зв'язкам від мозкових структур до рецепторних. Ці еферентні впливи в сенсорних системах частіше за все мають гальмовний характер та приводять до зменшення чутливості сенсорних систем та обмеження потоку аферентних сигналів.

### Взаємодія сенсорних систем.

Взаємодія (інтеграція) сенсорних систем відбувається на спінальному, ретикулярному, таламічному та кортикальному рівнях. В результаті наявності множинних зв'язків, велика кількість коркових нейронів здатні відповідати на складні комбінації сигналів різної модальності. Особливо це є властивим для нейронів *асоціативних ділянок* кори головного мозку. Взаємодія в корі мозку сигналів різної модальності створює умови для формування в ній полісенсорної «схеми тіла» даного організму.

Розсіяні в корі головного мозку елементи кожної сенсорної системи входять до ділянок, суміжних з ядрами інших сенсорних систем, завдяки чому сенсорні системи перебувають у постійній взаємодії. Проявляється вона, наприклад, у тому, що в людини під впливом звуків можуть виникнути відчуття кольору, а деякі кольори можуть викликати відчуття тепла чи холоду. Це явище має назву **синестезії**. Явище синестезії поширюється на всі відчуття. Це виражається у мові, у поширених словосполученнях: теплий колір, пронизливий звук, гострий смак і т. д.

## 2. Узагальнена модель сенсорної системи.

Детекторний принцип кодування покладений в основу «узагальненої моделі сенсорної системи, що виконує активний синтез у процесі внутрішнього відображення зовнішнього стимулу». Модель відтворює всі етапи процесу переробки інформації від виникнення збудження на виходах рецепторів до формування цілісного образу.

Перетворення інформаційного потоку в ній здійснюється за допомогою декількох типів формальних нейронів (детекторів, гностичних нейронів, нейронів-модуляторів, командних, мнемічних і семантичних нейронів), пов'язаних між собою стабільними й пластичними зв'язками двох типів: інформаційними й модулюючими.

Передбачається, що зовнішній подразник через органи почуттів створює розподілене збудження на виході рецептора. У результаті

первинного аналізу із цього потоку збудження виділяються окремі ознаки стимулу. На наступному етапі відбувається організація цілісного образу, у ході цієї стадії в зоровій системі людини за окремими фрагментами виникає гіпотеза про те, що це може бути.

Гіпотетичні припущення про об'єкт (очікуваний образ) витягається з пам'яті й зіставляється з тією інформацією, що надходить із сенсорної системи. Далі приймається рішення про відповідність або невідповідність гіпотези об'єкту, перевіряється уточнюючу гіпотезу ознак.

**Перетворення різних форм енергії на єдину мову нервових сигналів у сенсорних системах здійснюється у чотири етапи:**

1. Перетворення – виникнення взаємодії між стимулом і спеціальними молекулярними рецепторами.
2. Генералізація рецепторного потенціалу – зміни у молекулярному рецепторі, які приводять до перетворень та змін мембранного потенціалу рецепторної клітини, хеморецептора, механо- та фоторецепторів.
3. Електротонічне поширення потенціалу – перехід від рецепторного потенціалу до імпульсу (здійснюється всередині тіла клітини, у нервовому волокні або між ділянками сенсорної перебудови та ділянкою, де виникає імпульс). Рецепторні та синаптичні потенціали поширюються за рахунок електричних потенціалів.
4. Перекодування відповіді рецептора в імпульсний розряд, що здійснюється в аферентному нервовому волокні, яке є носієм інформації решти відділів нервової системи.

*Сенсорний провідниковий шлях* складається з низки специфічно спеціалізованих нейронів, які об'єднані у специфічні сенсорні модулі через різні види синаптичних з'єднань (хімічних, електричних, електрохімічних). Всі мережі, які входять до складу провідних шляхів, організовані за модульним принципом і становлять сенсорну систему. В різних сенсорних системах ці мережі мають низку спільних властивостей (**дивергенцію та конвергенцію**). Так, аксони, що надходять, можуть дивергувати до кількох центрів одразу, а аксони з різних джерел – конвертувати в одному конкретному центрі. Формування ланцюгів зв'язку зумовлене наявністю часової послідовності у передачі подразника.

Навіть для найпростішого сприймання потрібна участь сукупності нейронів та їх зв'язків, налаштованих на координоване поєднання одночасно кількох якостей стимулу. Ця сукупність якостей становить характеристики ознаки, а механізм, завдяки якому нейрон або нейронний ланцюг більше, ніж інші, орієнтований на стимул, можна назвати вилученням або (виділенням) ознаки.

### **Загальні висновки по лекції.**

Сенсорна система (аналізатор за І.П.Павловим) – це анатомо-фізіологічний утвір, до якого входять рецепторний апарат, провідникові нервові шляхи та структури центральної нервової системи і який сприймає, передає, трансформує, аналізує інформацію і створює специфічне відчуття.

Розрізняють зорову, слухову, нюхову, смакову, гравітаційну, соматосенсорну (шкірну, пропріоцептивну), інтероцептивну сенсорні системи. У кожній з них виокремлюють рецепторний, провідниковий та мозковий рівні (відділи).

Діяльність сенсорної системи починається з реакції рецепторів на дію фізичного чи хімічного стимулу, трансформації цієї енергії у нервові сигнали, продовжується передачею сигналів в мозок через ланцюги нейронів і закінчується аналізом цієї інформації.

Процес передачі сенсорних сигналів супроводжується їх багаторазовим перетворенням та перекодуванням на всіх рівнях сенсорної системи та завершується упізнанням сенсорного образу.

Сенсорна інформація, що надходить у мозок, використовується для організації простих та складних рефлексорних актів, а також для формування психічної діяльності.

Надходження в мозок сенсорної інформації може супроводжуватися усвідомленням наявності стимулу, але часто стимули залишаються неусвідомленими (при підпорогових стимулах).

Розуміння відчуття, здатність позначити його словами, називають сприйняттям.

### **Питання для самоконтролю**

1. В чому полягають основні функції сенсорних процесів?
2. Дайте визначення рецептора і проведіть їх класифікацію
3. Дайте визначення сенсорної системи і назвіть її структурні компоненти.
4. Поясніть закон Вебера-Фехнера.
5. Як відбувається перетворення різних форм енергії в сенсорних системах а нервовий імпульс?
6. Як відбувається кодування сенсорної інформації?
7. Як відбувається детектування сенсорної інформації?
8. Який фізіологічний сенс має явище адаптації сенсорних систем?
9. Поясніть феномен синестезії.