

# **КОГНИТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ**

**122 «Комп'ютерні науки»**

**КНМ-21**

**2021 / 2022 навчальний рік**

# МОЗОК І НЕРВОВА СИСТЕМА ЛЮДИНИ

# Мозок і нервова система людини

- 1. Нервова система.*
- 2. Мозок.*
- 3. Нейрон.*

# Нервова система людини

Нервова система, складна множина структур, що пронизує весь організм і забезпечує саморегуляцію його життєдіяльності завдяки здатність реагувати на зовнішні та внутрішні впливи (стимули).

Основні функції:

- отримання, зберігання і переробка інформації з зовнішнього і внутрішнього середовища,
- регуляція і координація діяльності всіх органів і органних систем.

# Нервова система людини

Анатомічно НС складається з центральної нервової системи (ЦНС) і периферичної нервової системи (ПНС).

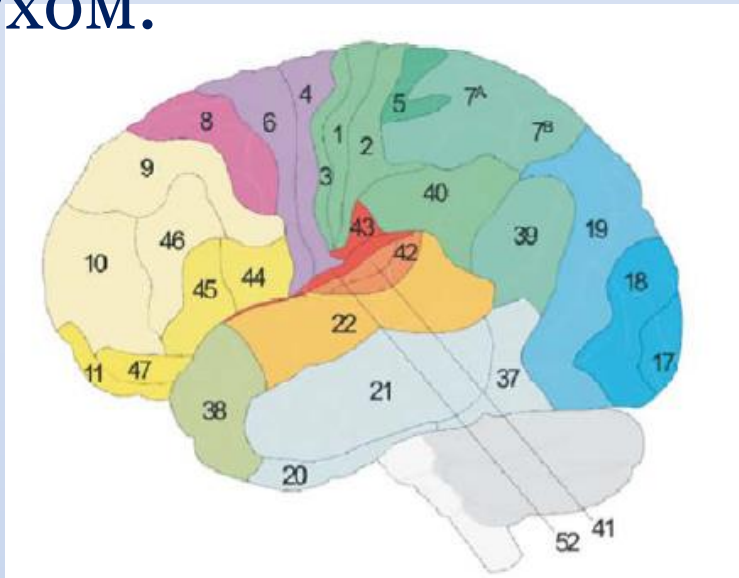
**ЦНС включає головний і спинний мозок.**

ПНС забезпечує зв'язок ЦНС з різними частинами тіла, включає черепно - мозкові та спинно-мозкові нерви, а також нервові вузли (ганглії) і нервові сплетення, що лежать поза спинного і головного мозку.



# Мозок

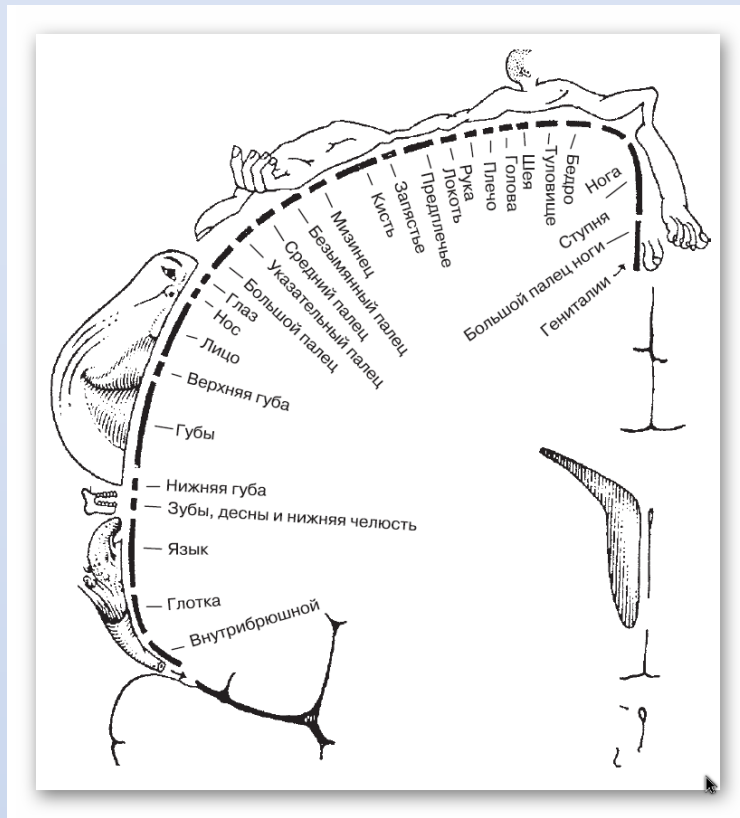
**Головний мозок** відповідає за мислення, мову, координацію рухів. Він забезпечує роботу всіх органів почуттів, починаючи від простої температурної чутливості і закінчуючи зором і слухом.



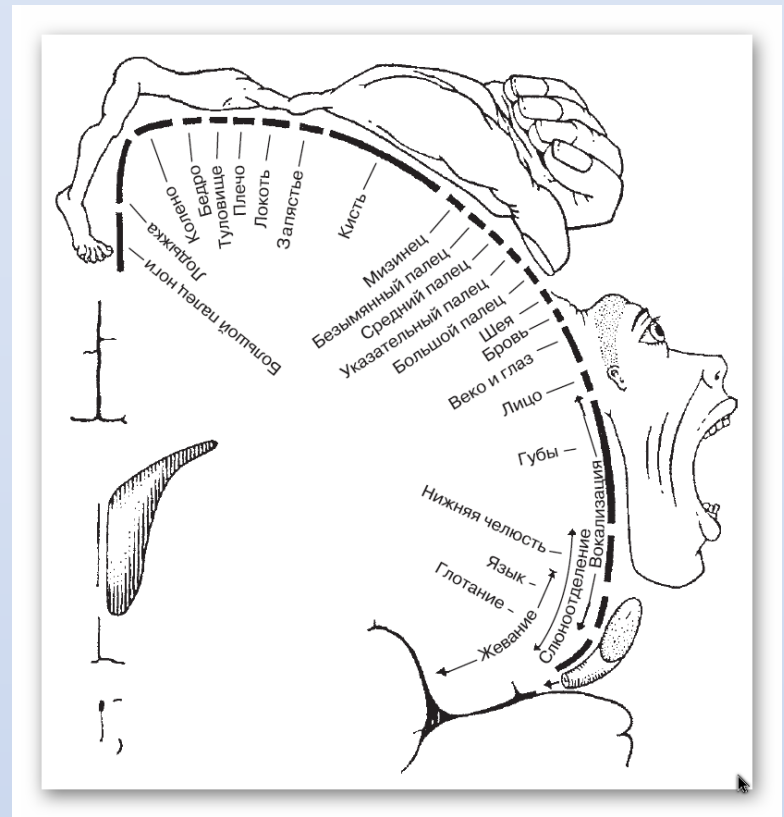
	<b>Зір</b>
	<b>Слух</b>
	<b>Почуття тіла</b>
	<b>Моторика</b>
	<b>Мова</b>
	<b>Нюх</b>

**Спинний мозок** регулює роботу внутрішніх органів, забезпечує координацію їх діяльності і призводить тіло в рух (під контролем головного мозку).

# Мозок



**Соматический гомункулус:**  
Представленія областей тіла в корі мозку



**Двигательный гомункулус:**  
Представленія областей моторній корі мозку

# Нервова система людини

Головний і спинний мозок складаються з клітин, чийі назви і характеристики визначаються їх функціями.

Клітини, характерні тільки для нервової системи, - це **нейрони** і **нейроглії**.

**Нейрон** - **клітина**, що формує нервову систему.

**Нейрон** - електрично збудлива **клітина**, яка призначена для прийому ззовні, обробки, зберігання, передачі і виведення назовні інформації за допомогою електричних і хімічних сигналів.



# Нейрон

**Луїджі Гальвані** (1791 р.) виявив, що струм змушує м'язи скорочуватися. Ці дослідни дали початок дослідженням в області біоелектричних явищ.

Але:

- який сили і тривалості повинен бути
- електричний стимул?
- який зв'язок між стимулом і збудливістю, як пояснити з точки зору біофізики?

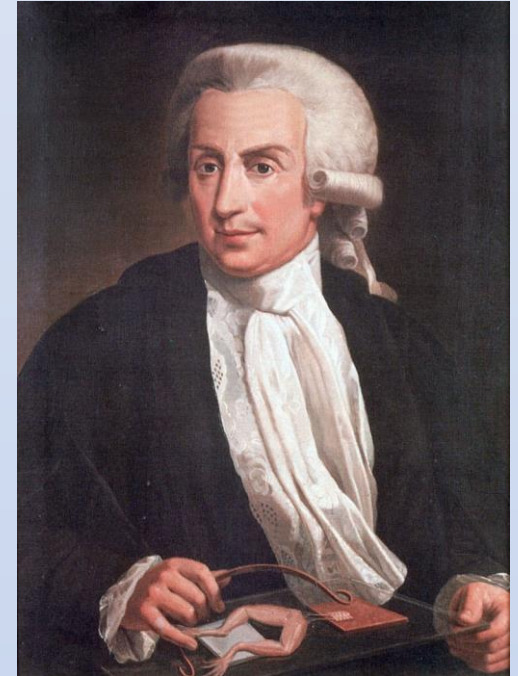
Межа XIX і XX століть:

Піонери в галузі вивчення нервовій збудливості

Ян Хорвег (1841-1919),

Жорж Вейс (1851-1931),

Луї Лапик (1866-1952).



# Нейрон

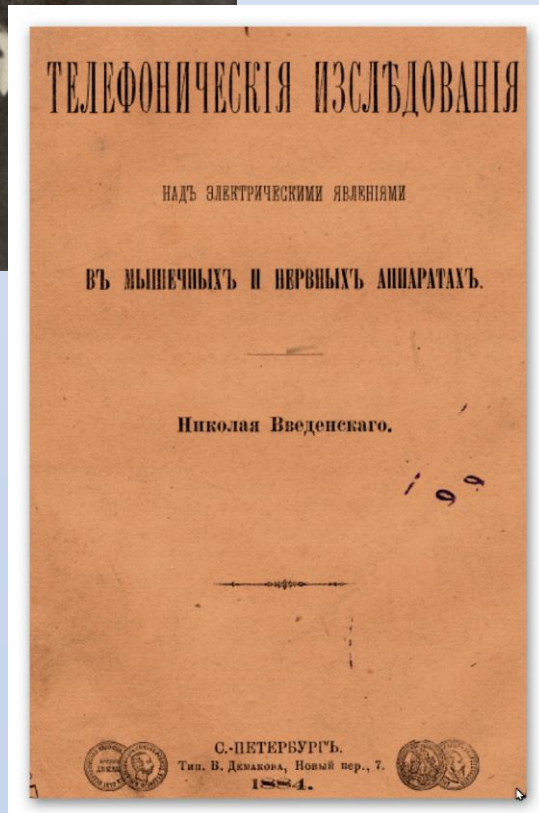


Л.Лапик (1907 р.) - розробив модель нерву, Заснована на простій конденсаторній схемі, є основа для моделей клітинної мембрани нейрона (стимуляція нерву жаби).

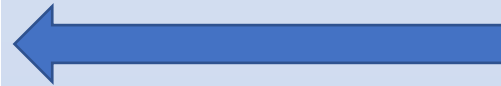
Встановив залежність реакції, одержуваної у відповідь на подразнення електричним струмом, від сили і тривалості дії і висловив цю залежність графічно (крива Лапика) та у вигляді математичної формули.

# Нейрон

Введенський М.Є.  
(1852 – 1922)



## Магістерська дисертація



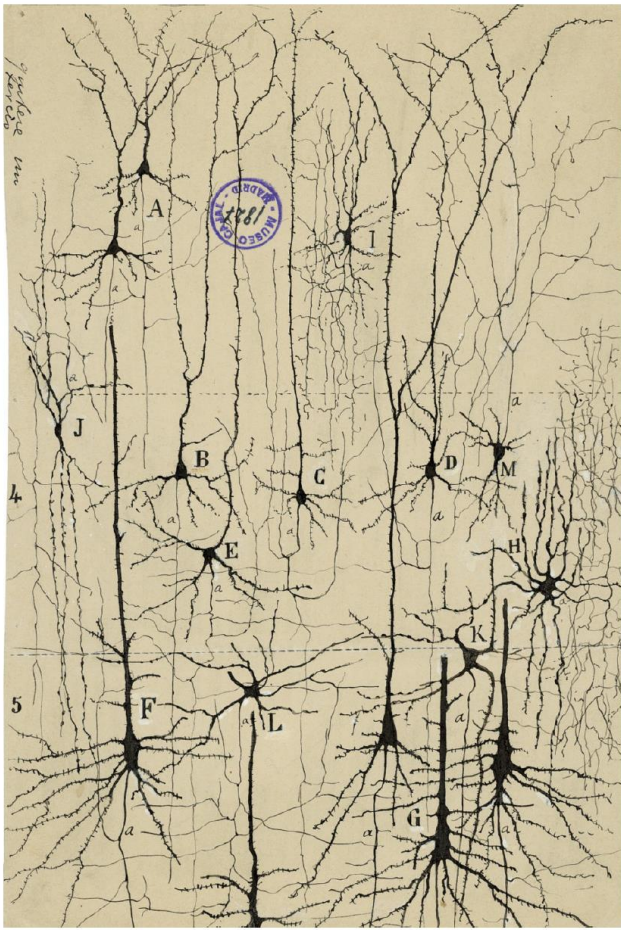
Основоположник  
вчення про загальні  
закономірності  
реагування збудливих  
систем організму.



# Нейрон

## Сантьяго Рамон-и-Кахаль (Іспанія)

### Нобелівська премія 1906 р.



Засновник неврології. Він став першою людиною іспанського походження, яка отримала наукового Нобеля.

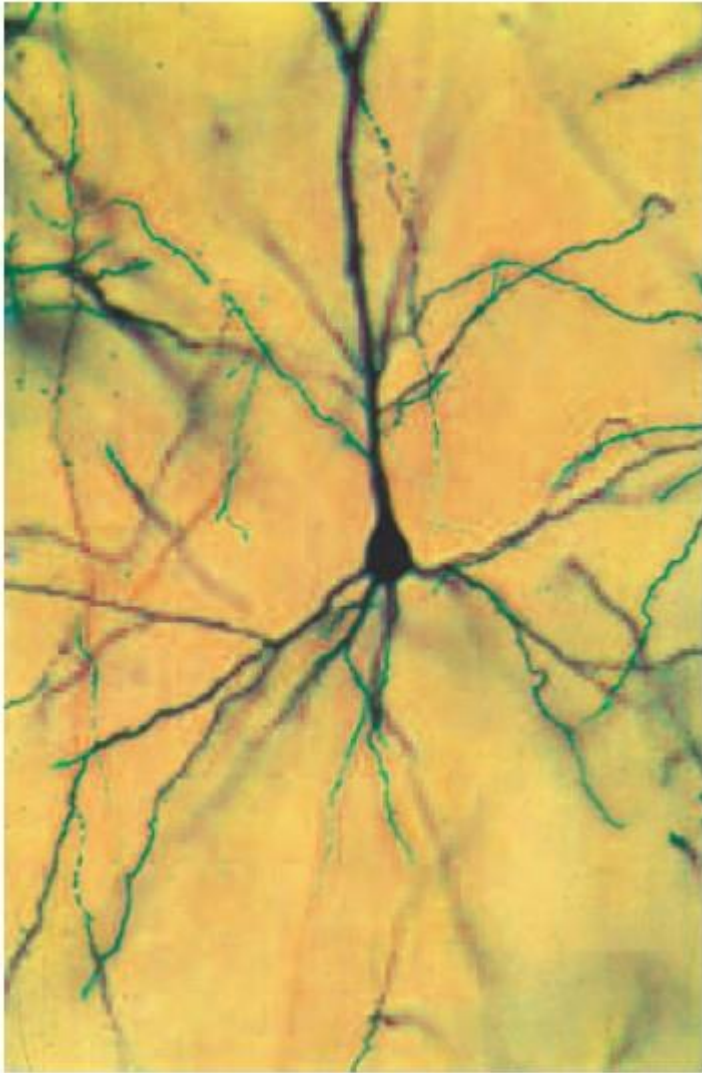
Оригінальні дослідження мікроскопічної будови мозку зробили його піонером сучасної **нейронауки**.

Сотні його малюнків, що ілюструють делікатні арборизації («виращування дерев») клітин мозку, досі використовуються для наукових та навчальних цілей.

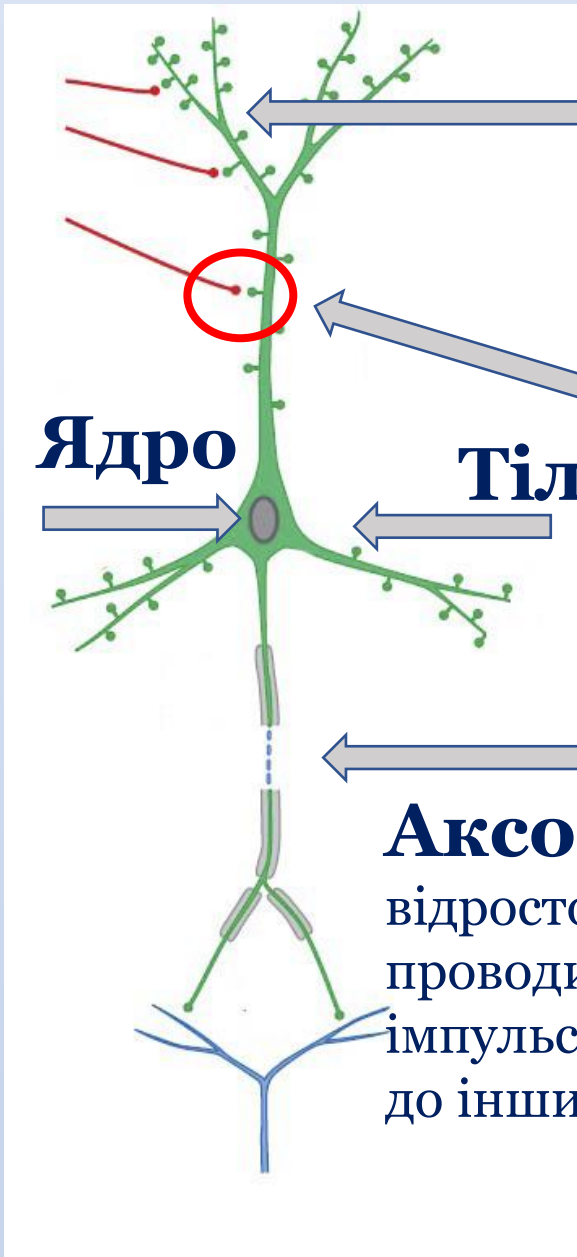
# Нейрон

## Сучасна рентгенограма нейрона

нейронів і передає її через  
електричний сигнал тілу нейрона.



# Нейрон



**Дендрит** - відросток, що отримує інформацію через хімічні (або електричні) синапси від аксонів (або дендритів) інших нейронів і передає її через електричний сигнал тілу нейрона.

**Сінапс** - дозволяє проводити електричний або хімічний сигнал в іншу клітину



**Аксон** - відросток, що проводить нервові імпульси від тіла до інших клітин

Плазматична мембрана нейрона - провідника вступає в близький контакт з мембраною цільової клітини (нейрону).

# Модель Ходжкіна – Хакслі

1952 р.

Математична модель розповсюдження потенціалів дії в нейронах.

Система нелінійних диференціальних рівнянь яка моделює характеристики електричного сигналу.

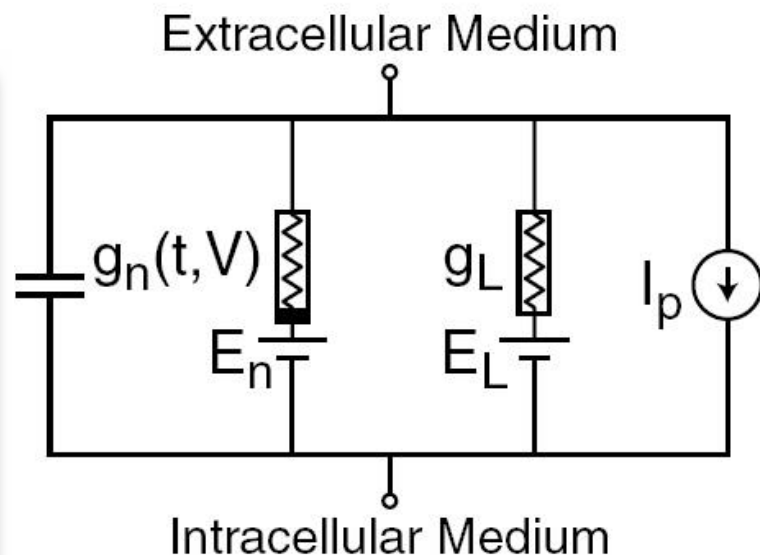
Нобелівська премія 1963 р.

$$C_m \frac{dv}{dt} = -(\overline{g_{Na}} m^3 h (v - v_{Na}) + \overline{g_K} n^4 (v - v_K) + g_L (v - v_L) + i_{stim}),$$

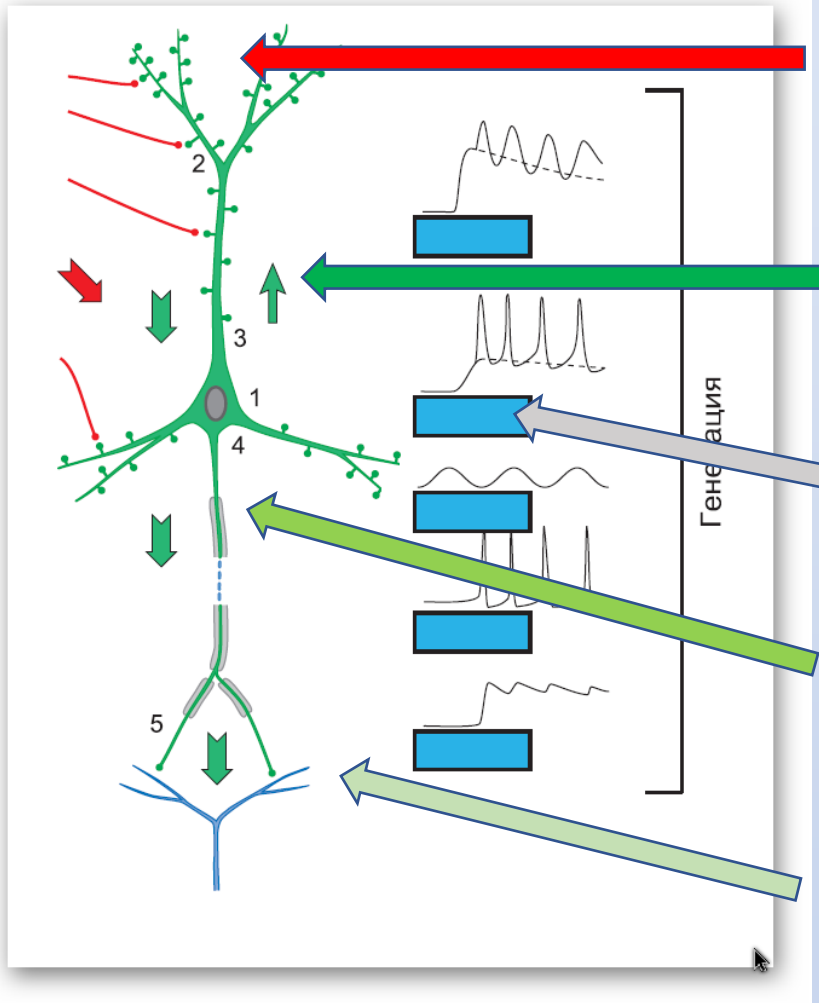
$$I_{Na} = \overline{g_{Na}} m^3 h (v - v_{Na}),$$

$$I_K = \overline{g_K} n^4 (v - v_K),$$

$$I_L = g_L (v - v_L),$$



# Нейрон



**2. Рецепція сигналів**

**3. Інтеграція**

**1. Свій потенціал**

**4. Кодування**

**5. Вихідний сигнал**



# Нейрон

## Функцій нейронів:

- Моторні або еферентні: відповідають за передачу інформації у вигляді електричних імпульсів від центральної нервової системи до м'язів або залоз.
- Чутливі або аферентні: нейрони, які зв'язують мозок з зовнішнім світом. Це нейрони, які отримують інформацію від різних почуттів, таких як біль, тиск, температура, смак ...
- Проміжні / інтеркалярні або асоціативні нейрони: нейрони, що забезпечують комунікації між аферентних і еферентних нейронами.

# Нейрон

## Структури:

- **Уніполярні:** нейрони, які мають тільки одним відростком, який роздвоюється, що виходять з соми, і працюють одночасно як дендрит і як аксон (вхід і вихід). У своїй більшості це сенсорні нейрони.
- **Біполярні нейрони:** мають два відростки, один з яких працює як дендрит (вхід), а інший як аксон (вихід). Цей вид нейронів знаходиться в сітківці, равлику або передньої частини вушного лабіринту, вестибулярної системи і нюхової області слизової оболонки носа.
- **Мультиполярні:** цей вид нейронів переважає в нашій центральній нервовій системі. Мають більшу кількість вхідних відростків (дендритів) і тільки одним вихідним (аксон). Знаходяться в головному або спинному мозку.

# Постулат ХЕББА

*Дональд Хебб, 1949 р. Довготривала  
синоптична пластичність (хеббова  
пластичність):*

«Якщо аксон клітини **A** розташований досить близько до клітки **B**, щоб активувати її, і постійно бере участь в її активації, то в одній або обох клітинах відбуваються такі метаболічні зміни або процеси росту, що ефективність **A** як однієї з клітин, що активують **B**, підвищується».

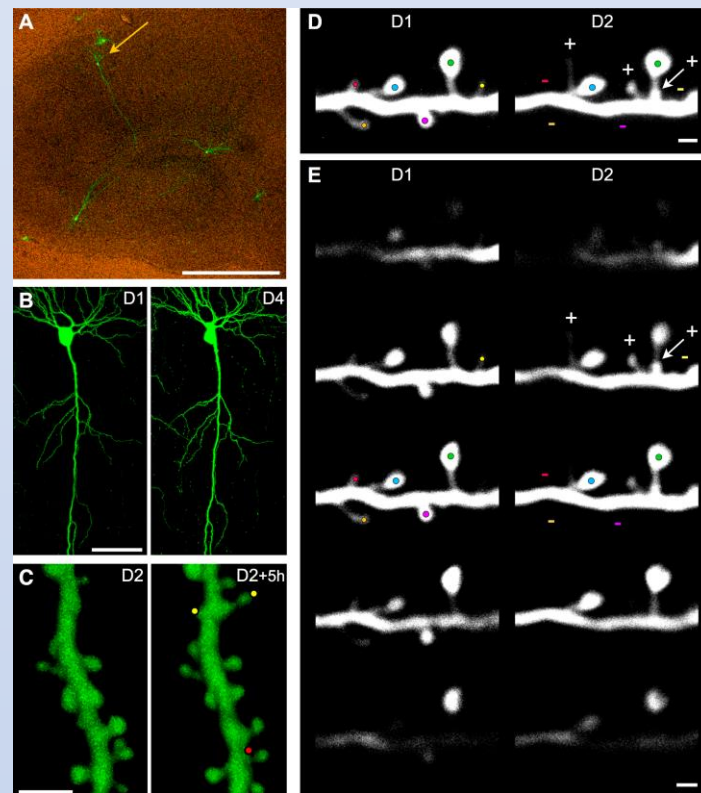
Фундаментальний механізм, що є ключовим для формування пам'яті, навчання та когнітивних здібностей, для нормального функціонування мозку.

<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C>

# Постулат ХЕББА

## *Хеббова / Нехеббова пластичність*

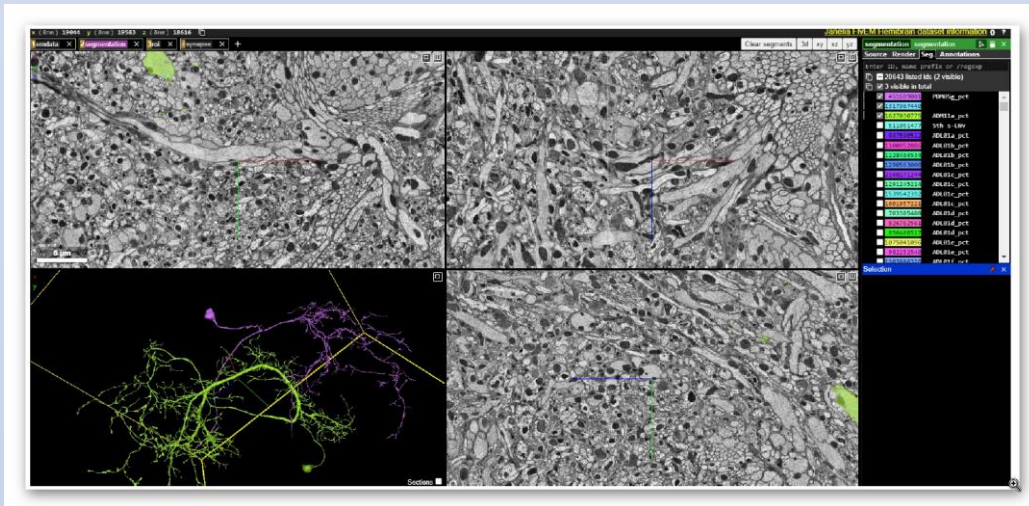
Вважається, що зберігання інформації в пам'яті пов'язане з великими синаптическими змінами в багатьох областях кори. Цей процес, як вважають, включає широкомасштабне хеббовское навчання, що відбувається згідно з правилом 'fire and wire' («нейрони, які спільно розряджаються, спільно і пов'язані»)



# Наукові програми вивчення мозку

## BRAIN Initiative (Ініціатива Білого дому)

Дослідження мозку шляхом розвитку інноваційних нейротехнологій - це спільна державно-приватна дослідницька ініціатива, оголошена США (2013 р.), метою якої є підтримка розвитку та застосування інноваційних технологій, щодо динамічного дослідження функцій мозку.



Картування одного кубічного міліметра мозку миші  
100 000 нейронів, один мільярд зав'язків,  
100 мільйонів зображень.  
3D масив,  
обсяг 1,3 петабайт.

**Наукові програми вивчення мозку**  
**Human Brain Project (2013 р.)** – ставить за мету створити першу в світі модель мозку людини і гризунів. Проект НВР є безпрецедентним за своїми масштабами і найбільшим в історії вивчення людського мозку. Передбачає створення спільної інформаційної інфраструктури. У проекті беруть участь сотні вчених з 26 країн світу і 135 партнерських інституцій. Фінансується Європейським Союзом, бюджет \$ 1,6 млрд. Термін фінансування проекту розрахований на 10 років, до 2023 року.

<https://www.humanbrainproject.eu/en/>

# Контрольні запитання

1. **Надайте визначення нейронної системи людини, її склад та функції.**
2. **Надайте визначення мозку людини та основні функції.**
3. **Опішіть склад нейрону.**
4. **Опішіть базові функції нейрону та принципи функціонування.**
5. **Опішіть типові структури нейронів людини.**
6. **Поясніть значення постулату Хебба для побудови штучних нейронних мереж.**



## Рекомендована ЛІТЕРАТУРА

- **Мозг, познание, разум: введение в когнитивные нейронауки** [Электронный ресурс] : в 2 ч. Ч. 1 / под ред. Б. Баарса, Н. Гейдж ; пер. с англ. под ред. проф. В. В. Шульговского. — Эл. изд. — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 552 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — (Лучший зарубежный учебник)
- **Хакен Герман. Принципы работы головного мозга. Синергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности.** — М. : ПЕР СЭ, 2001. — 351 с.



**The END**  
**Mod 1. Lec 3.**