



# Полупроводници В невростимулатори ⚡

Представящ: Петко Еленкин  
от „Клуба по полупроводникови технологии“  
към ФЗФ СУ



# Следете събитията на клуба тук



## Organic semiconductors for light-mediated neuromodulation

Danashi Imani Medagoda<sup>1</sup> & Diego Ghezzi<sup>1</sup>  <sup>✉</sup>

Organic semiconductors have generated substantial interest in neurotechnology and emerged as a promising approach for wireless neuromodulation in fundamental and applied research. Here, we summarise the range of applications that have been proposed so far, including retinal stimulation, excitation and inhibition of cultured neurons and regulation of biological processes in other non-excitable cells from animal and plant origins. We also discuss the key chemical and physical phenomena at the basis of the interaction between materials and cells. Finally, we provide an overview of future perspectives, exciting research opportunities and the remaining challenges hampering the translation of this blooming technology into the clinic and industry.

Neural stimulation is a pivotal technique for investigating the nervous system and alleviating neurological and mental disorders. For decades, it has been routinely performed using intracellular or extracellular electrodes wired to electric pulse generators delivering brief electric pulses to excitable neurons. Only recently, the research effort converged into investigating new methodologies for the wireless modulation of neural functions. Among various approaches, photovoltaic technology emerged to provide artificial vision in blind patients with retinal implants, and it recently reached clinical assessment<sup>1</sup> by exploiting silicon-based technology. Photovoltaic technology is convenient for retinal prostheses since the retina is made to absorb light that enters the pupil. Electrical stimulation is achieved using pulsed illumination projected into the pupil, absorbed by a semiconductor layer embedded in the prosthesis, and converted into electric pulses.

# Ще говорим за..

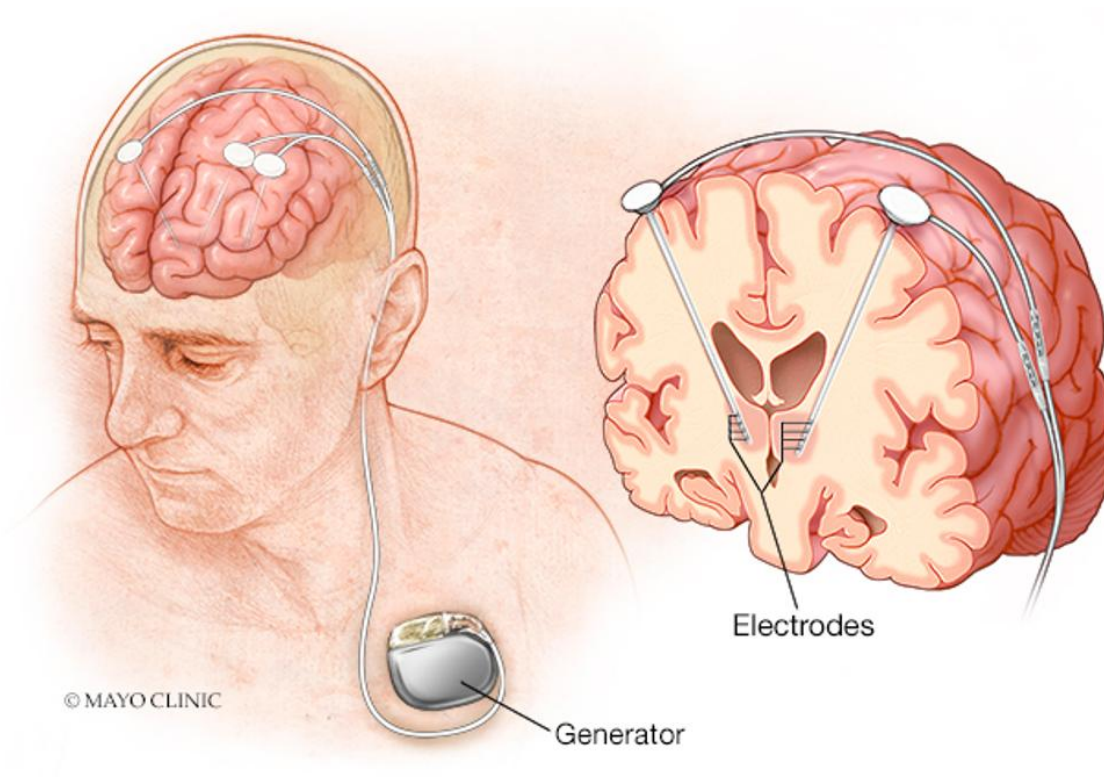
- Невромодулацията като научна и икономическа област
- Три вида мозъчни невростимулации при човека.
- Как можем да използваме полупроводници в тази област?  
Основни принципи. Примери.
- Какво се търси в новите изследвания?
- Икономически перспективи.

# №1 - Транскраниална стимулация



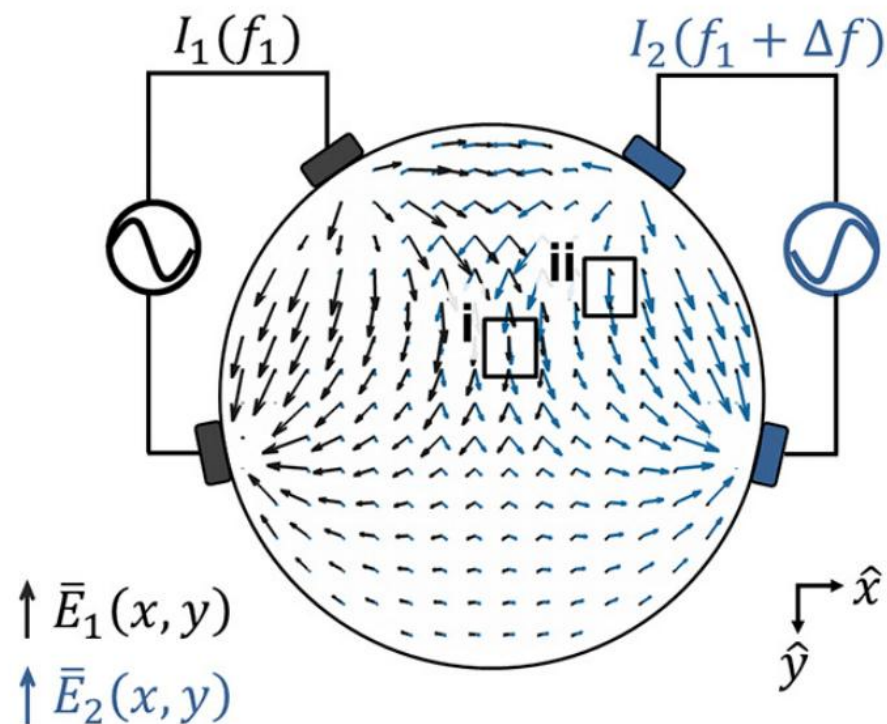
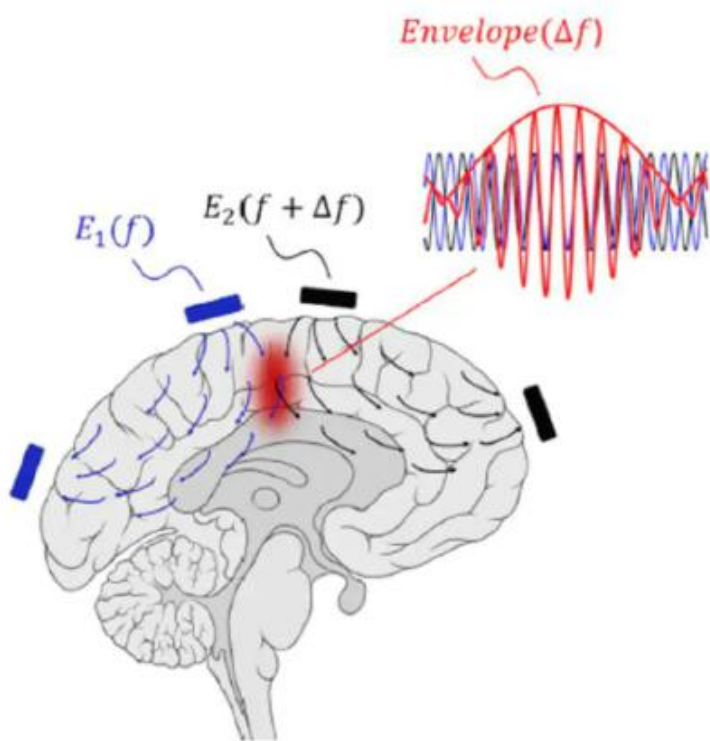
Източник: <https://myrehabteam.com.au/blog/what-is-transcranial-magnetic-stimulation/>

# Дълбока мозъчна стимулация

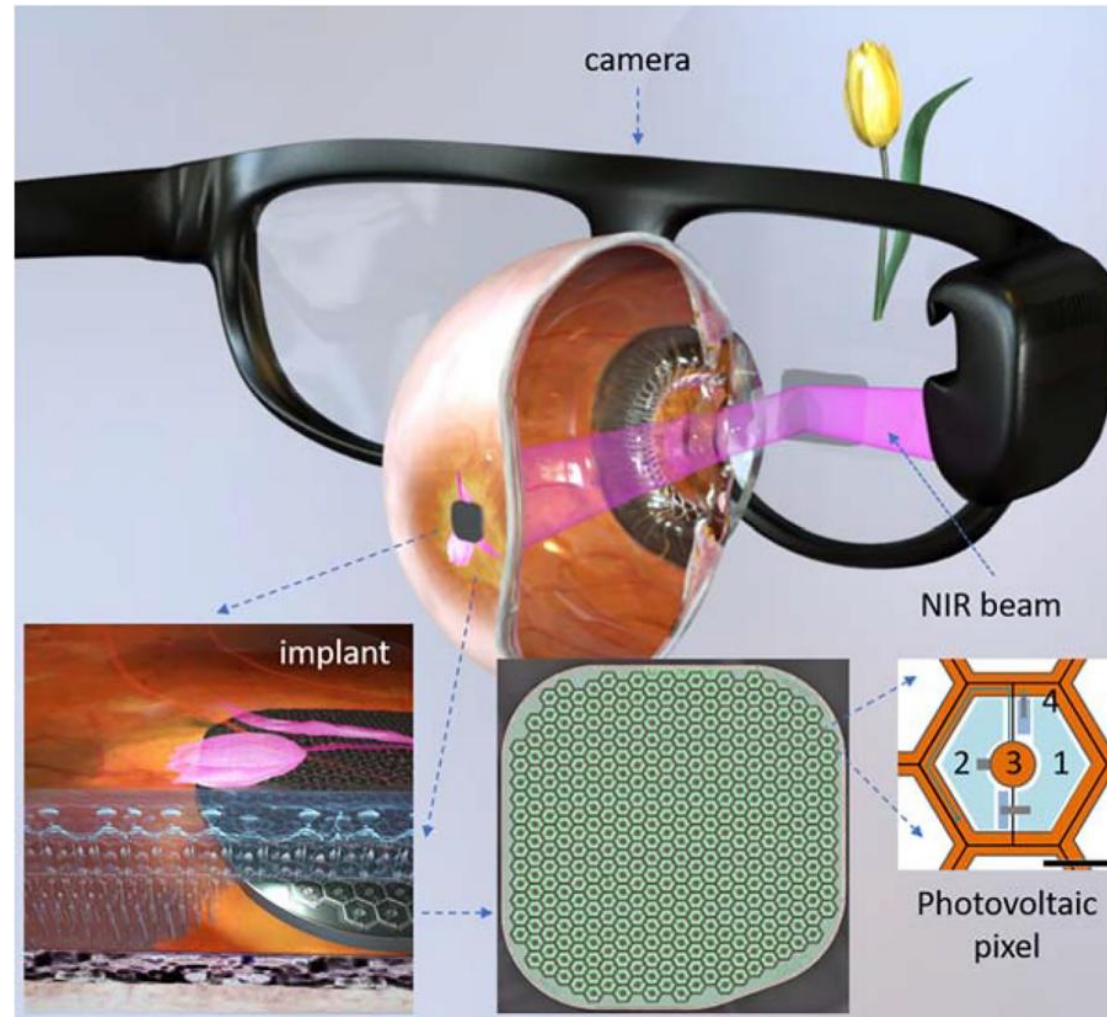




# Времева интерференция (ефект на биене)



# Възстановяване на загубено зрение





**Фотокаталитични**

**Фотоволтаични**

**Фототермални**

# Фотоволтаични



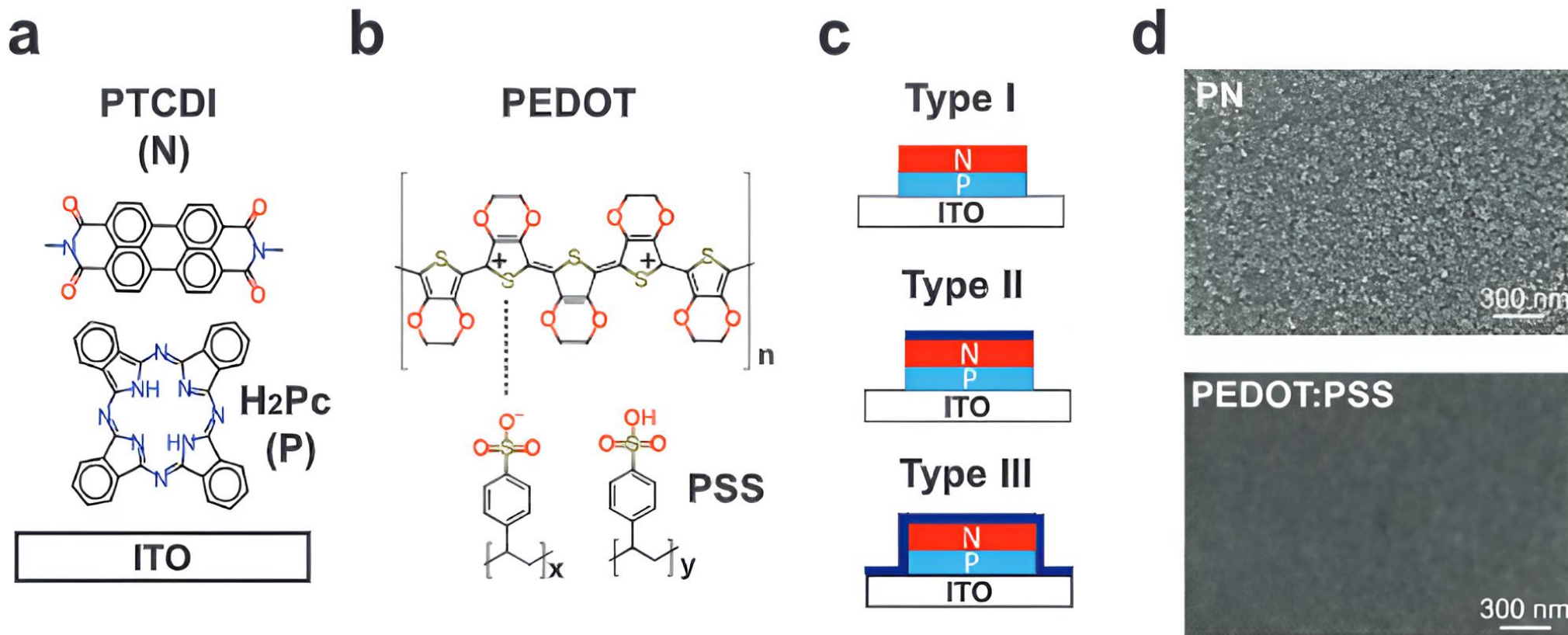
```
graph TD; A[Фотоволтаични] --> B[Обратими Фарадееви процеси]; A --> C[Капацитетно впитане];
```

Обратими Фарадееви процеси

Капацитетно впитане

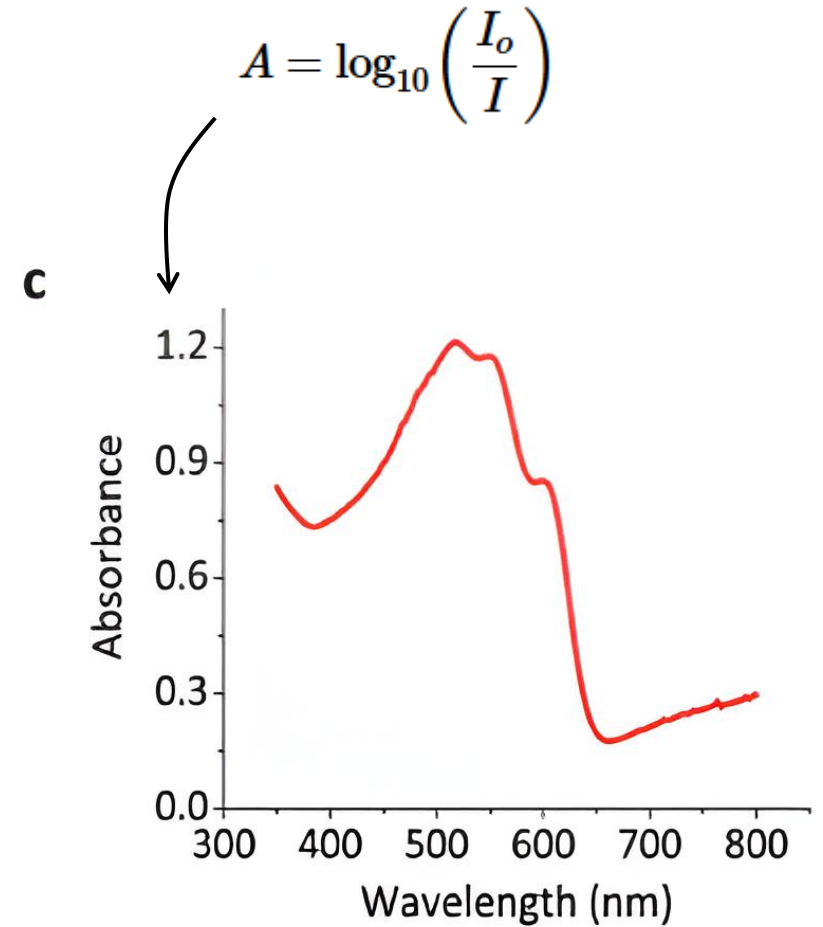
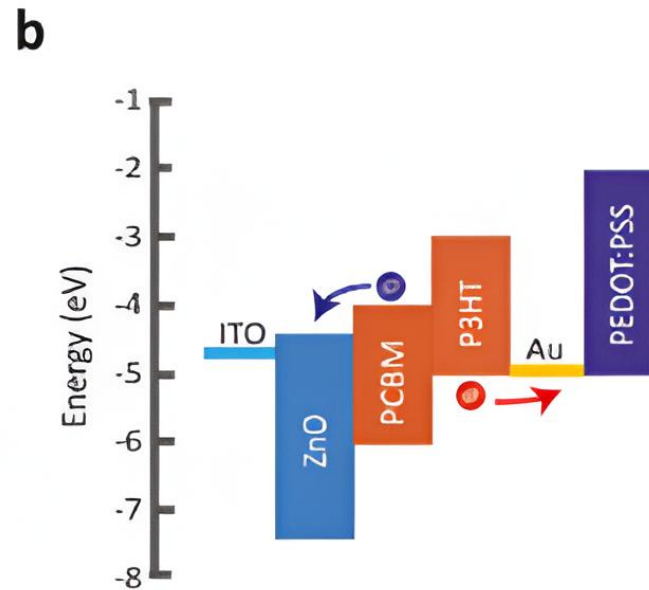
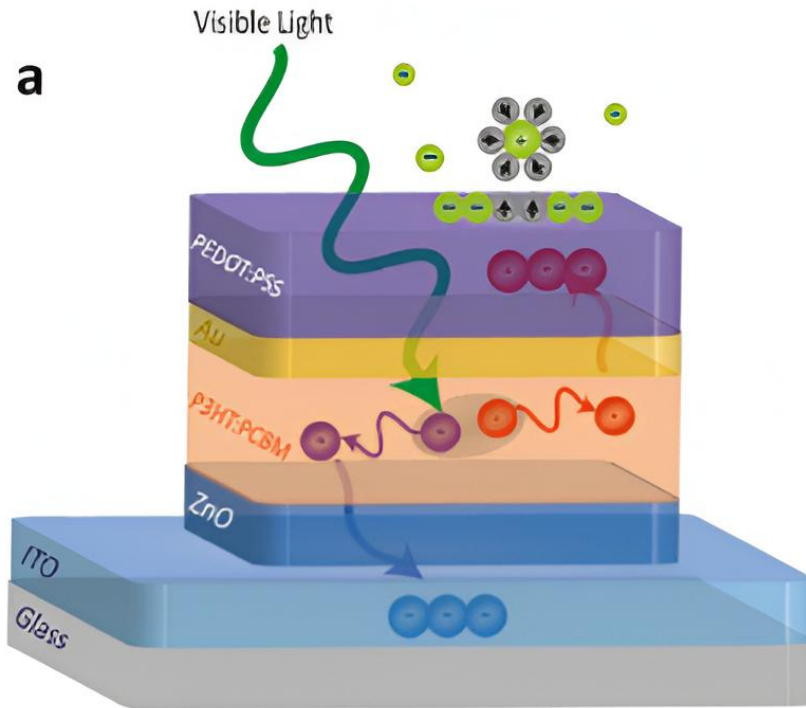
# Примерни интерфейси (1)

Капацитетно впитане за измерване на йонни токове в мембрани



# Примерни интерфейси (2)

## Обратим Фарадеев процес



# Фотокатализа

- НОВИ ХИМИЧНИ СЪЕДИНЕНИЯ
- $t > t_{\text{неврон}}$



# Фототермална стимулация

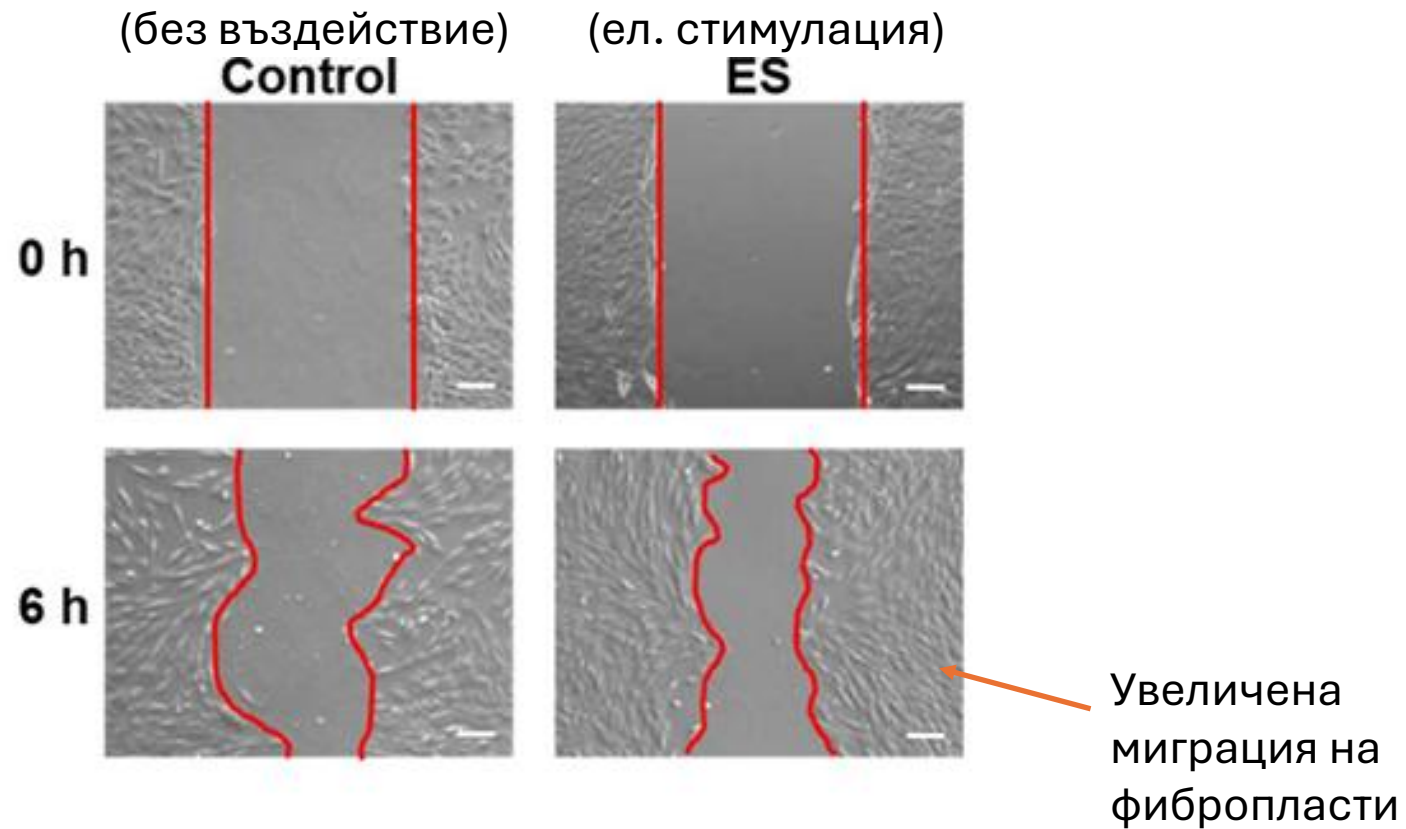
- Промяна в температура под  $5^{\circ}$



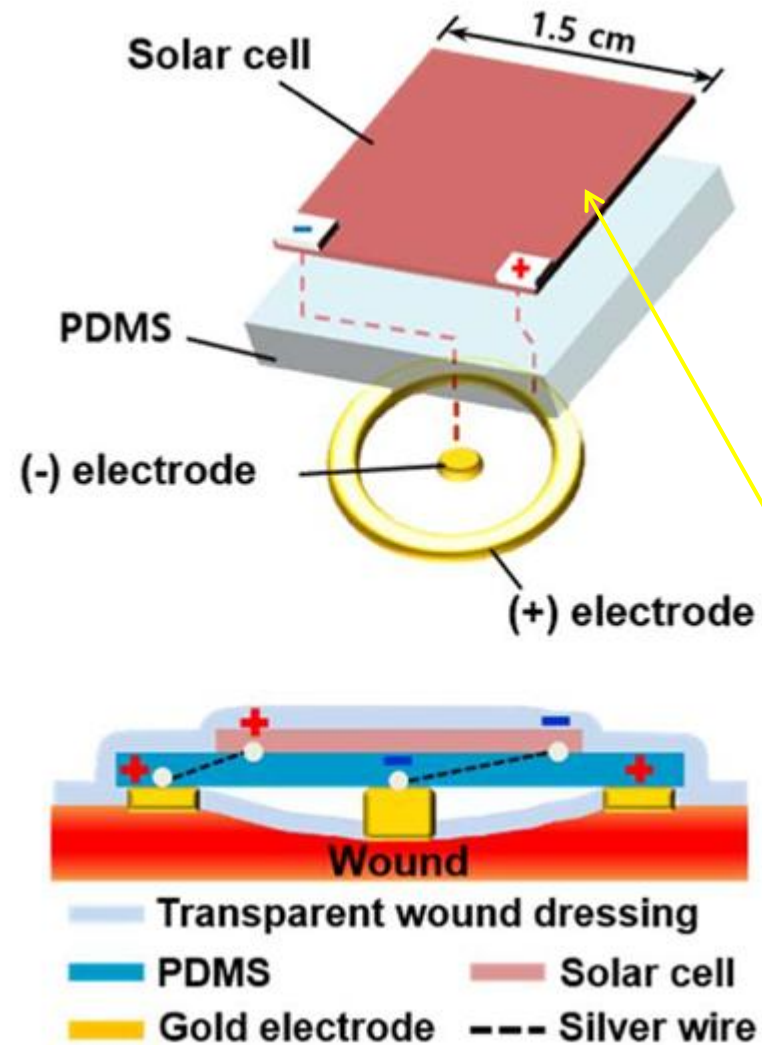
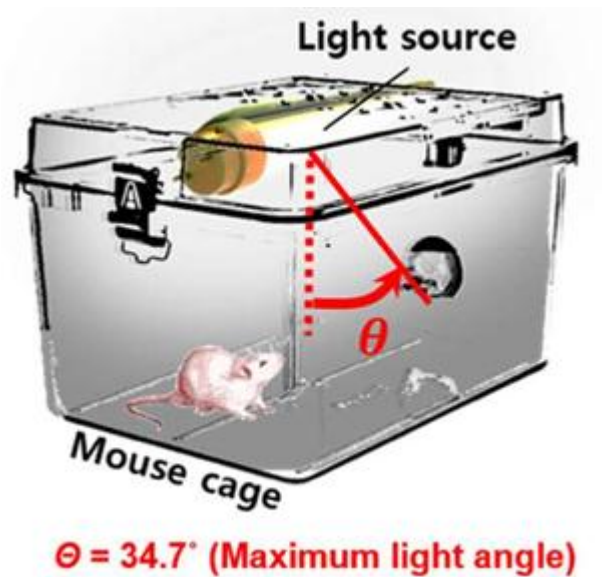
- $I \sim 10 \frac{mW}{mm^2}$

- Капацитет на йонни каналчета и колбички

# Исключительно – лекуване на рани!

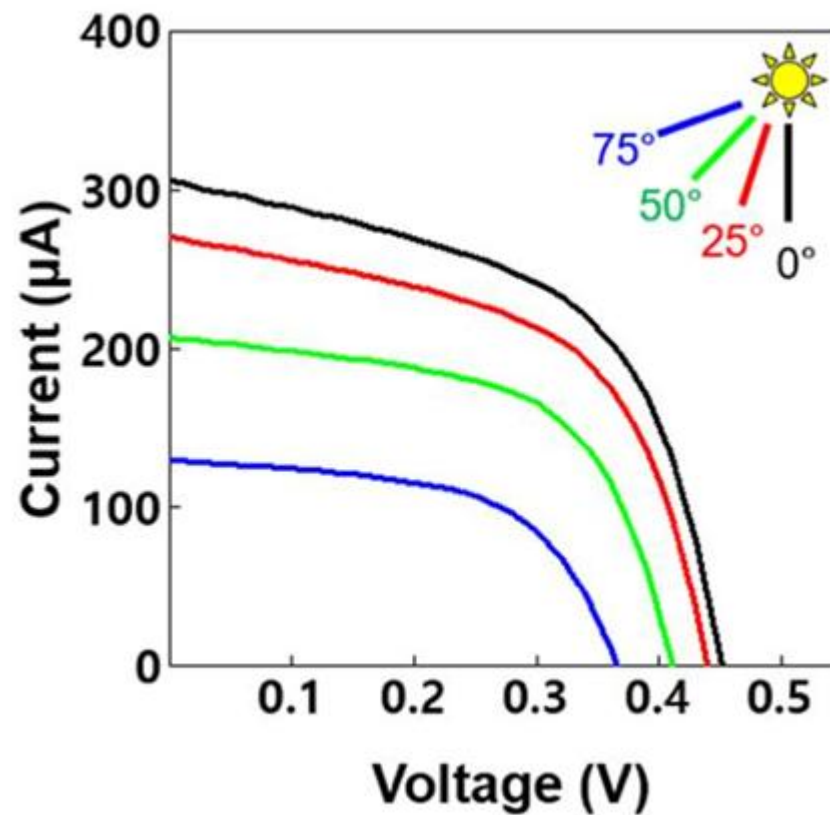


# Ето как..



Хетероструктурна  
клетка

# Ток от порядъка на няколкостотин $\mu\text{A}$



Волт-амперна х-ка на клетката

# За бъдещите разработки се очаква:

- 1) Прехвърляне към близката инфрачервена област;
- 2) Важно е устройството да не става прекалено малко (грееене). **Най-важното е ефективността да се вдига;**

Една перспектива: инженеринг на растенията

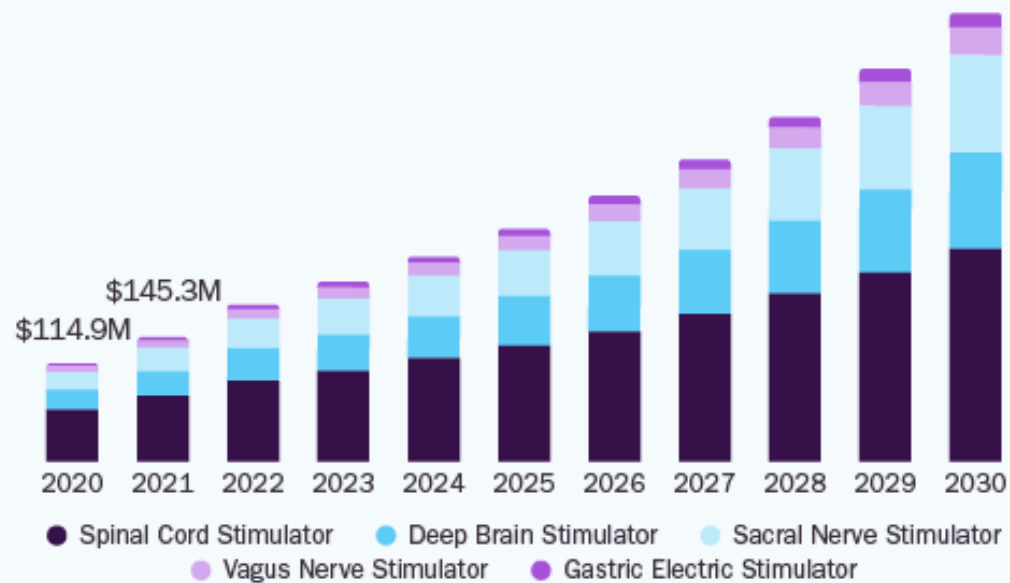




# Икономика

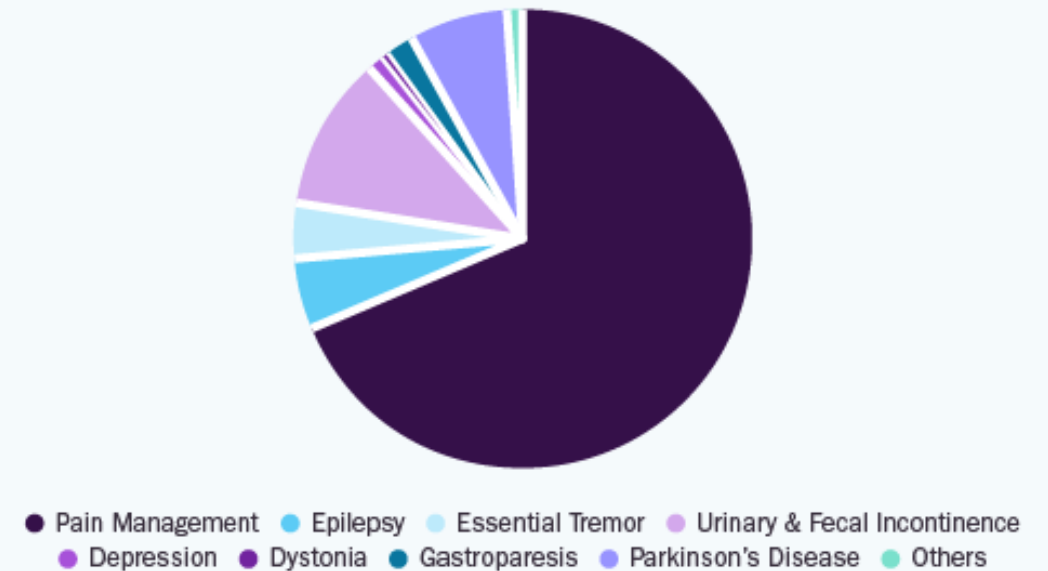
## Germany Neurostimulation Devices Market

Size, by Product, 2020 - 2030 (USD Million)



## Global Neurostimulation Market

Share, by Application, 2022 (%)



## Market Concentration



Source: Mordor Intelligence



# Компании



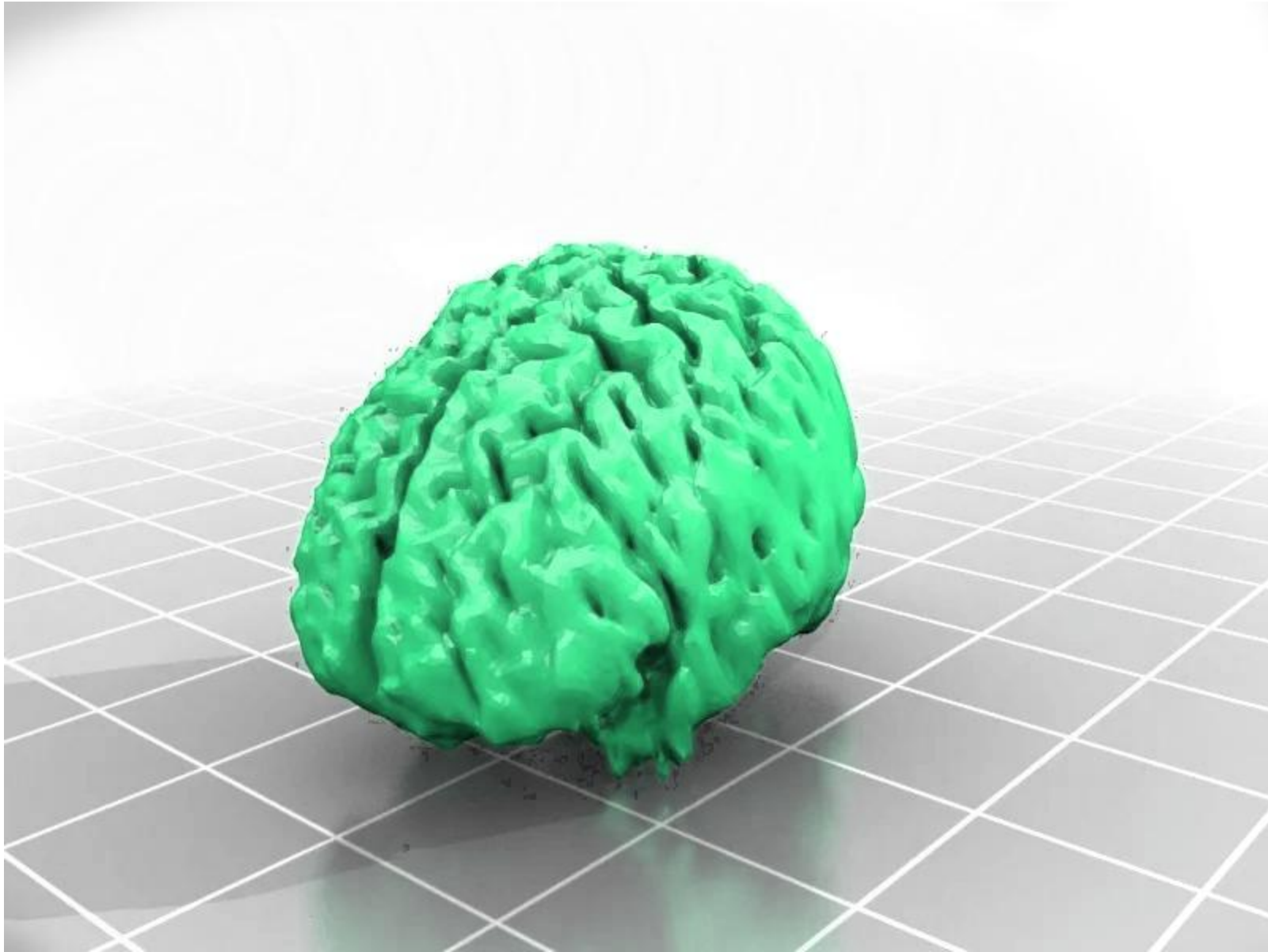
**Medtronic**



Благодаря за вниманието!

 pelenkin@uni-sofia.bg









**Каква е разликата в електрическите свойства на органичните и неорганичните полупроводници при приложения за невростимулация?**

Органичните полупроводници са по-гъвкави и биосъвместими, но имат по-ниска електронна мобилност в сравнение с неорганичните. Неорганичните полупроводници (като силиций) имат по-добра проводимост, но са по-твърди и не толкова добре съвместими с тъканите.

**Какви са възможностите за комбиниране на невростимулация с AI-базирани системи за персонализирано лечение?**

AI може да анализира невронните отговори на стимулацията в реално време и автоматично да адаптира параметрите на устройството за оптимален ефект при всеки пациент.

**Как може да се използва квантово капсулиране на лекарствени молекули върху органични полупроводници за едновременно фармакологично и електрическо въздействие върху невроните?**

Чрез свързване на лекарствени молекули върху полупроводникови повърхности може да се създаде интелигентна система, която освобождава медикаменти само при определени електрически стимули. Това би позволило по-добър контрол върху невромодулацията и би намалило страничните ефекти.

(по-екзотично)

