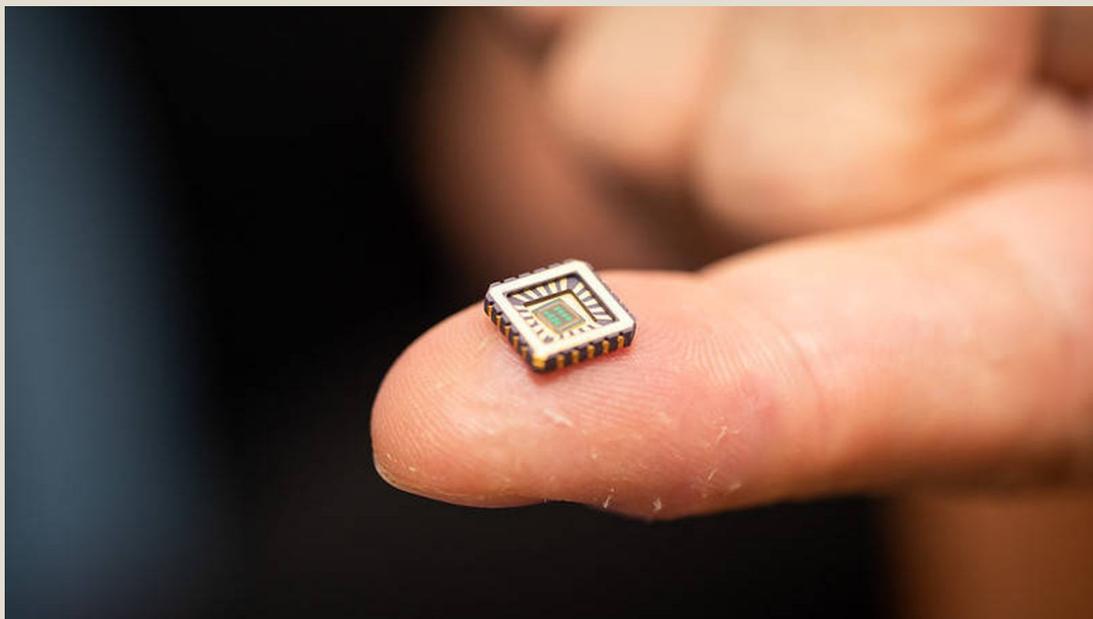


ПРЕЗЕНТАЦИЯ НА  
ТЕМУ  
«ИСКУССТВЕННЫЙ  
НЕЙРОН »

Сторожева Мария.

Тимофеева Элизабета 11Б



Инженеры из Университета Бата рассказали о создании «искусственного нейрона» — электронного устройства, которое, впервые в точности воспроизводит поведение настоящих нервных клеток человека. речь идет о типе этих клеток, которые встречаются в головном мозге и участвуют в регуляции дыхания и сердцебиения. Подразумевается что такие нейроны помогут в лечении Альцгеймера и др серьезных болезней. **Сейчас** подобные устройства полезны как интерфейсы между мозгом и компьютером и «протезы» для базовых функций организма.

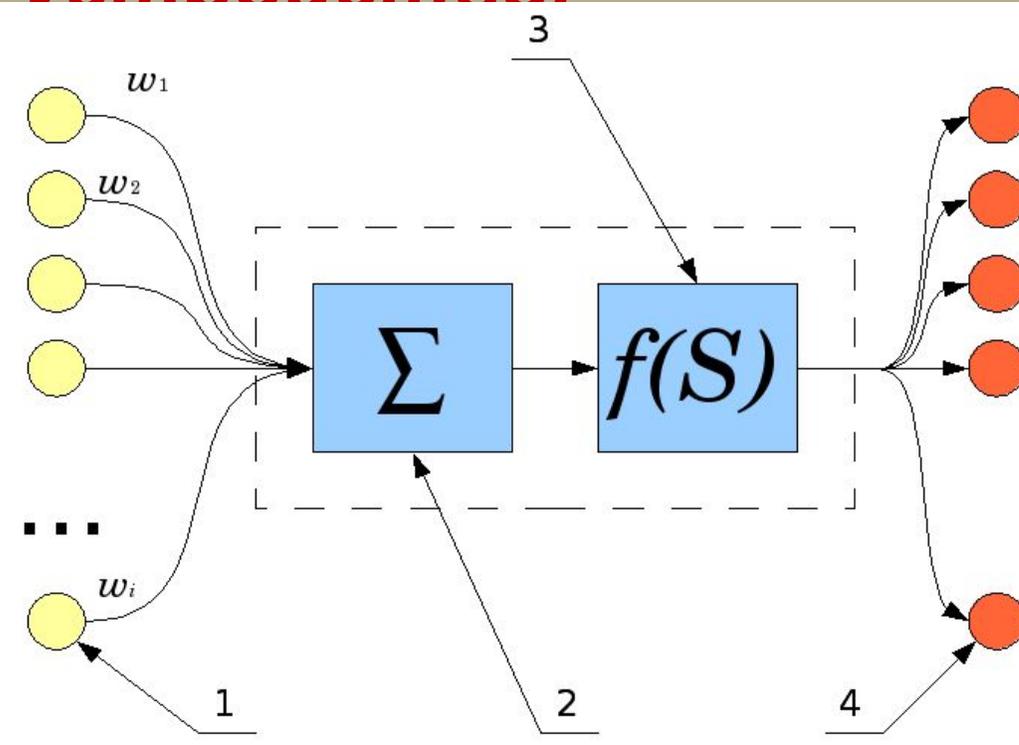
Их главная задача — воспроизвести на микросхеме электрическую активность настоящих, живых клеток. Такую микросхему можно назвать симулятором — его работа никак не использует цифровой сигнал.

Создание искусственных нейронов и методов их подключения к нервной системе могло бы сделать устройства медицины не только существенно «умнее», но и радикально снизить их электропотребление.

Некоторое представление о том, как это может выглядеть в ближайшем будущем, дает относительно недавний эксперимент на крысах, в котором с помощью специальной электронной схемы удалось воспроизвести взаимодействие между системой регуляции дыхания и сердцебиения животного.

Искусственный нейрон из Университета Бата в этом смысле — огромный шаг вперед, и вот почему.

# Даже одиночный нейрон — сложное устройство.



Основная сложность при создании искусственной нервной клетки состоит в специфическом характере нервного импульса. Чтобы живой нейрон смог принять сигнал от искусственного, сигнал должен быть строго определенного вида — на другие импульсы он просто не сможет правильно отреагировать. То же самое касается и передачи импульса в обратном направлении: он будет именно таким, каким его передаст мембрана нервной клетки, и искусственному нейрону нужно будет обработать его правильным образом.

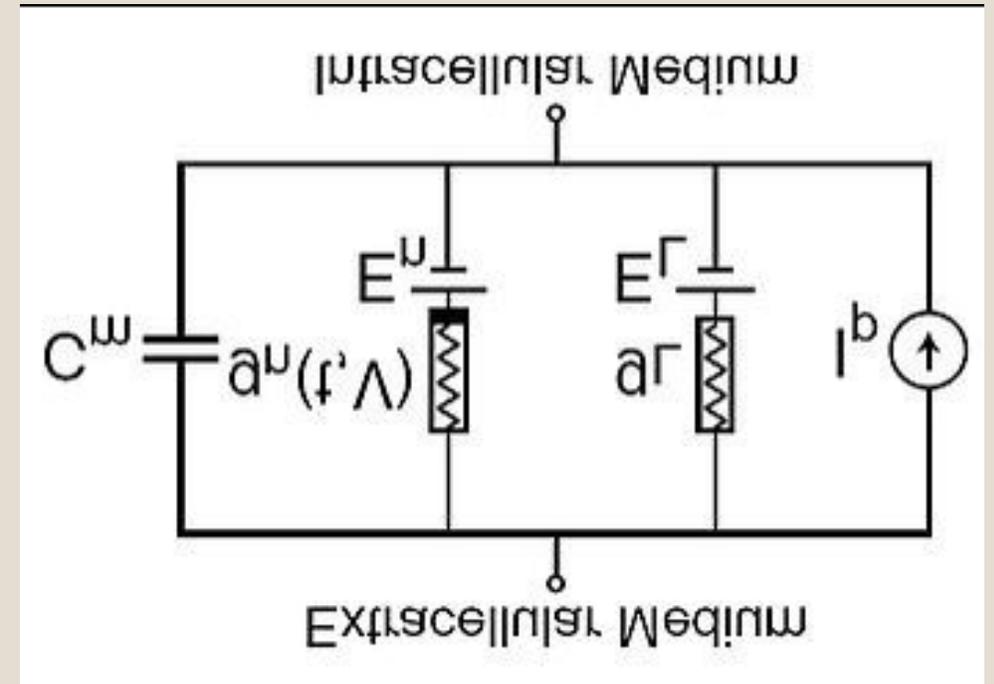
Что же это за такой особенный характер нервного импульса, который так сложно воспроизвести в искусственной системе? Определяется он механизмом возбуждения на клеточной мембране. Как и в обычной электрической цепи, импульс зарождается, если подать в нужное место электрическое напряжение. В нервной клетке это приведет к тому, что изменится разность потенциалов между внешней и внутренней сторонами клеточной мембраны.

У невозбужденной клетки, которая не передает никаких сигналов, разность потенциалов между внутренней и внешней сторонами мембраны отрицательная. При возбуждении она сначала растет и становится положительной, после чего вновь падает в отрицательную область даже ниже начального уровня, а потом постепенно возвращается к исходному состоянию. Весь этот процесс у разных организмов может занимать от нескольких миллисекунд до нескольких секунд и полностью обеспечивается работой ионных каналов для натрия и калия, которые в нужное время открываются или закрываются, реагируя на изменение напряжения на мембране. После передачи импульса ионные каналы на мембране на какое-то время остаются неактивными, и клетка берет паузу в работе, готовясь передавать следующий сигнал.

Смоделировать такую сложную последовательность изменений в искусственной электрической системе совсем непросто. Впервые схему электрической цепи, предложили Алан Ллойд Ходжкин и Эндрю Хаксли еще в середине прошлого века. Они представили мембрану как электрическую цепь, состоящую из четырех параллельных элементов: первый моделирует саму мембрану как конденсатор, а остальные представляют собой модели трех независимых ионных каналов с переменной проводимостью: один канал для ионов калия, второй — для ионов натрия, третий — для всех остальных ионов. И именно эта модель, описывающая в явном виде работу ионных каналов, очень точно описала зависимость напряжения на мембране нейрона от времени.

# Точность и миниатюрность — главное в новом кремниевом нейроне

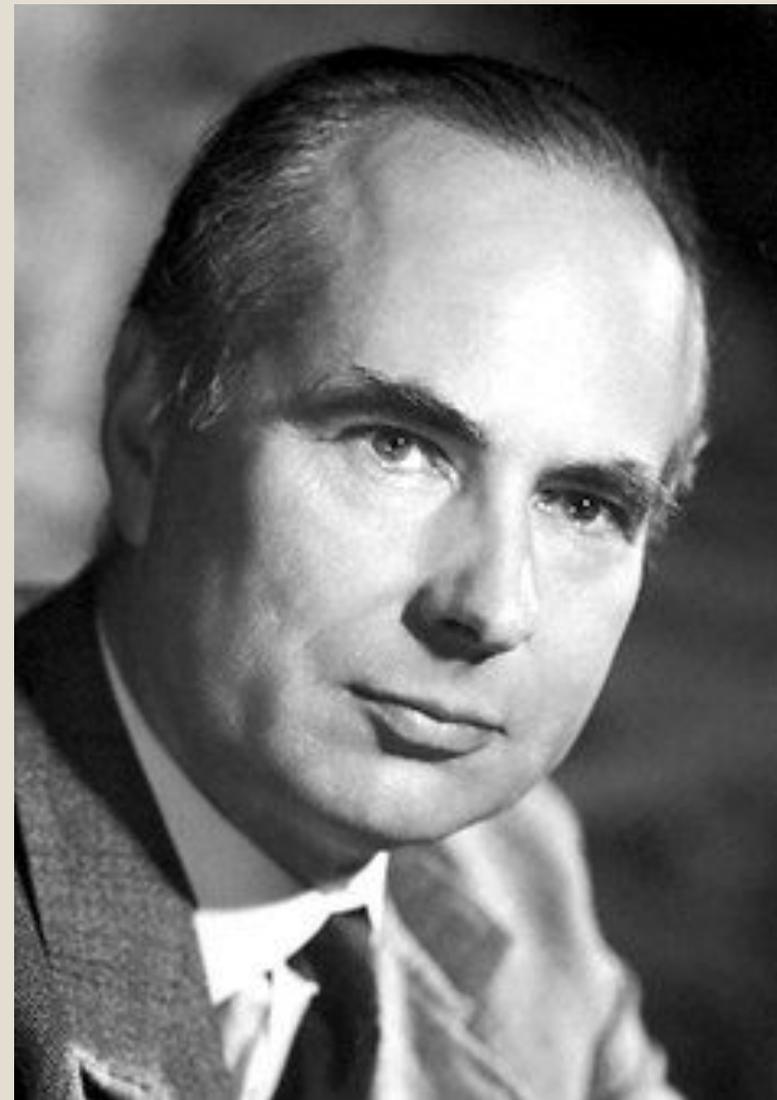
- Точность и миниатюрность — главное в новом кремниевом нейроне
- Модель Ходжкина и Хаксли прекрасно работает в теории и как модельная электрическая схема в экспериментах, но использовать ее в качестве основы для прототипов нейроимплантатов никогда не удавалось.
- Подавляющее большинство искусственных нейронов, синапсов и нейронных сетей пытались смоделировать общую структуру нервной системы, но практически никогда не пытались воссоздать характер нервного импульса. Новые элементы должны воспроизводить электрический сигнал как можно ближе к естественному. Ученым под руководством Алена Ногаре удалось придумать схему электрической цепи, которая может служить полным аналогом нервной клетки и в точности воспроизводит реакцию на различные внешние стимулы. Транзисторы в этой схеме не требуют больших мощностей для работы, а законы изменения проводимости модельных ионных каналов полностью моделируют поведение мембраны настоящей нервной клетки.
- Пока такой искусственный нейрон представляет собой микросхему на кремниевом чипе, зато он прошел серьезную трехстадийную проверку на пригодность. Первые два этапа проверки носили скорее методологический характер: сначала авторы работы проверили, насколько микросхема соответствует новой теоретической модели и классической модели Ходжкина-Хаксли. Оказалось, что для трехканальной системы точность работы искусственного нейрона превосходит 96%.



Третий этап проверки состоял в моделировании настоящих нейронов: пирамидальных клеток гиппокампа и нейронов дыхательного центра крысы. Для этих клеток хорошо изучены характеристики ионных каналов: их типы, количество, соотношение и пространственное расположение. Оказалось, что для обоих типов клеток можно сделать точные искусственные аналоги, если использовать шесть типов модельных ионных каналов и правильно задать правила их работы. Для оценки работоспособности нейронов биофизики «скормили» им 60 различных последовательностей электрических сигналов и сравнили с известными экспериментальными данными. Точность воспроизведения импульсов составила от 94% до 97%.

Такая точность при воспроизведении работы настоящих нервных клеток впечатляет и заставляет верить в неизбежное наступление эпохи биоэлектронной медицины.

Во-первых, так и не снят вопрос имплантации: такой нейрон удалось сделать только на чипе.. Во-вторых, неизбежно возникнет проблема создания искусственных синапсов — соединений нескольких элементов. Ведь именно за счет них электрический импульс должен передаваться от искусственной клетки к живой и именно за счет них сигнал по цепочке нейронов идет только в нужном направлении. Работы над этим ведутся уже давно, но создание первого полноценного искусственного нейрона, безусловно, эти исследования сильно ускорит.



Эндрю Филдинг Хаксли

СПАСИБО

ЗА ВНИМАНИЕ!!!