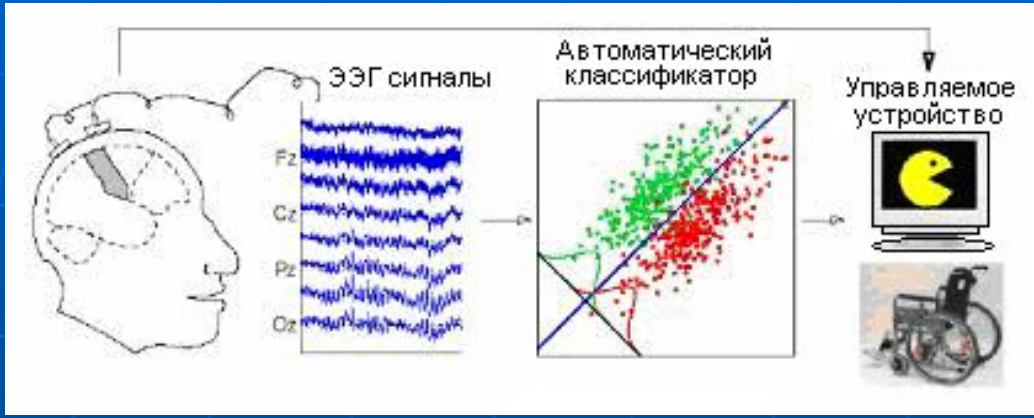
Интерфейсы при потере подвижности

Лекция 1

Неинвазивные интерфейсы, основанные на ЭЭГ



- В основе устройства BCI должно лежать распознавание паттернов ЭЭГ. Если испытуемый может изменять характер своих биопотенциалов, то система BCI могла бы транслировать эти изменения в контрольные коды, например по перемещению курсора мыши на экране компьютера или руки робота-манипулятора.
- Также эти коды можно использовать для выбора букв на «виртуальной клавиатуре» или для контроля инвалидной коляски.
- Скорость передачи и точность этого коммуникационного канала пока невелика.

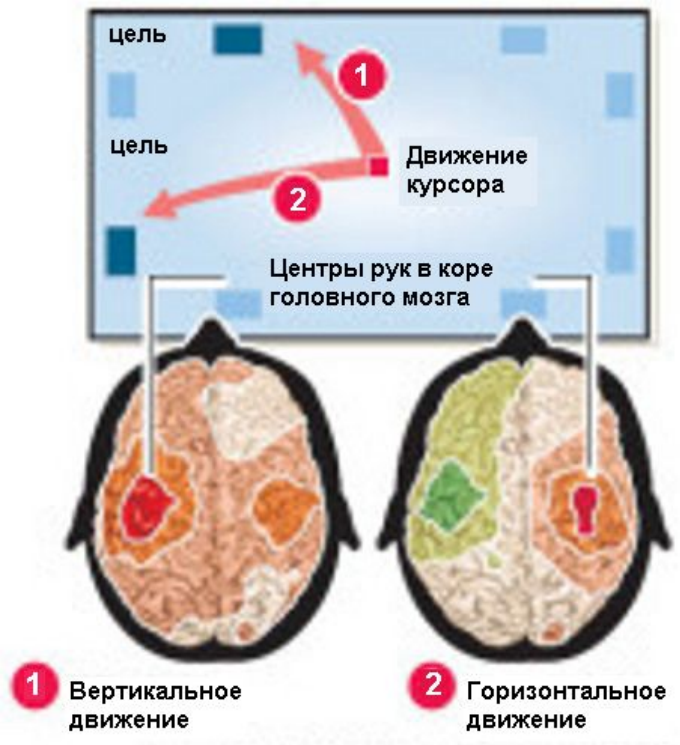
Виртуальная клавиатура

- Одной из систем “мысленного” управления компьютером стал программно-аппаратный комплекс для набора текста, разработанный в 2006 году коллективом под руководством Питера Бруннера (штат Нью-Йорк, США).
- Эта система была полностью адаптирована для домашнего применения и включала в себя шлем для снятия ЭЭГ с 24 контактами, специальный преобразователь сигналов и обычный ноутбук.
- Система работала на очень простом, но эффективном принципе. На экране компьютера отображалась таблица с символами, которые поочередно подсвечивались. Человек должен был смотреть на нужный символ, а компьютер, анализируя ВП в ответ на подсветку, фиксировал момент, когда подсвечивалась именно та буква, о которой думал человек.
- И хотя скорость набора текста составляла примерно один символ в 15 секунд — это был прорыв, позволивший нескольким парализованным людям общаться с внешним миром. Среди них был 48-летний нейробиолог, страдающий боковым амиотрофическим склерозом, который не мог двигать ни руками, ни даже глазами. Используя разработанный мозг-компьютерный интерфейс, ученый смог продолжить свою работу

Управление коляской

- http://one-fact.ru/1-human-fact/upravlenie-myslyu-ot-kompyutera-do-invalidnoj-kolyaski-i-robotov.html

Алгоритм управления курсором при помощи ЭЭГ

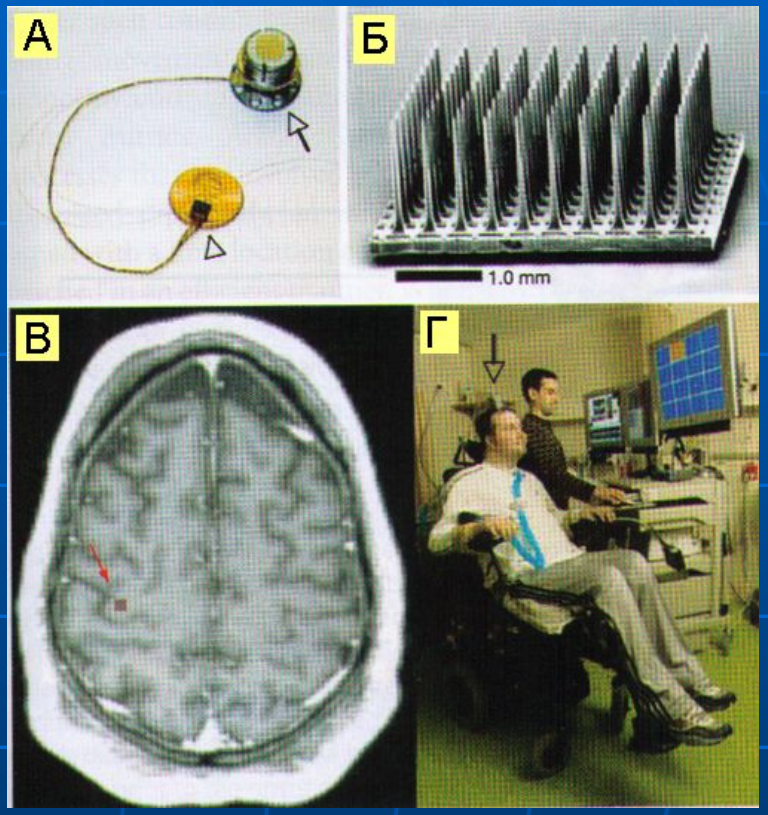


- Управление основано на спектральном анализе амплитуды мю-ритма;
- Алгоритм адаптируется к ЭЭГ пользователя

Вставить сюда материал статьи о неинвазивном интерфейсе из папки BMI

Примеры инвазивных технологий для управления внешними устройствами (протезирование подвижности)

- Биомеханический протез, управляемый нейрональной активностью мозга обезьяны.
- Обезьяна обучена брать механической рукой лакомство из предложенного места и притягивать к своему рту.

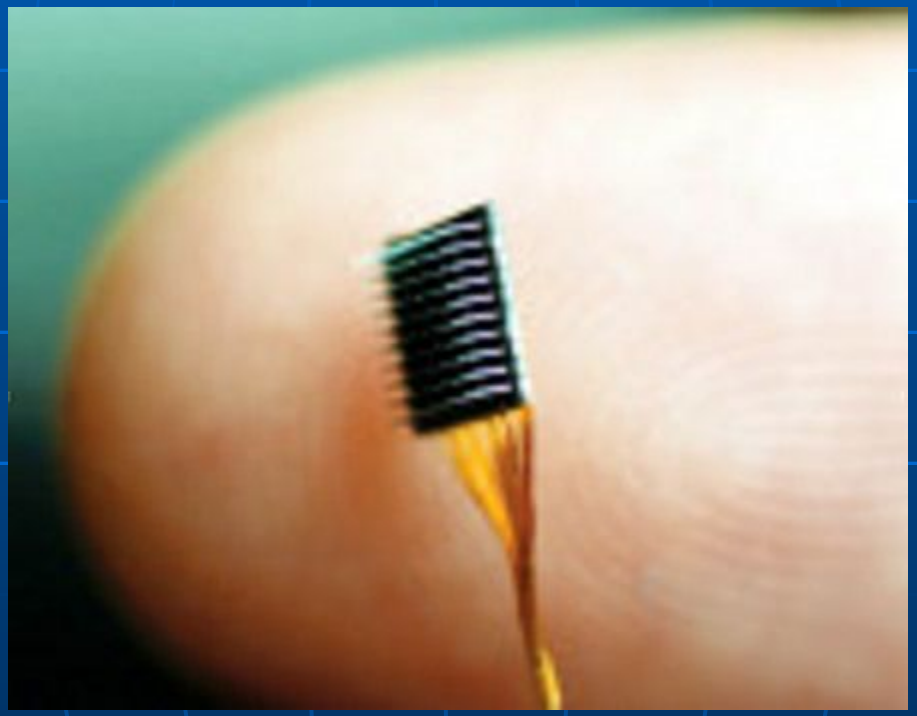


- **А.** Вживляемое устройство и пенсовая монетка.
- **Б.** Увеличенное изображение массива электродов.
- **В.** Расположение «колодки» электродов в прецентральной извилине (моторная кора).
- **Г.** Человек с имплантированным устройством контролирует компьютер с помощью мозговой активности, мысленно представляя движения.

Пациентка с роботизированной рукой

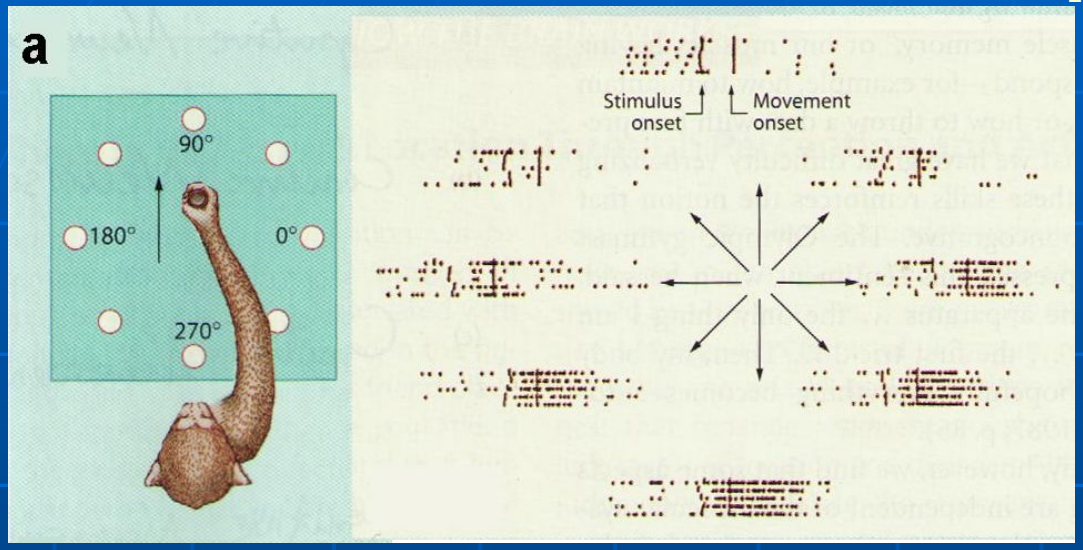
- http://science.compulenta.ru/728055/

Блок микроэлектродов с проводом на кончике указательного пальца

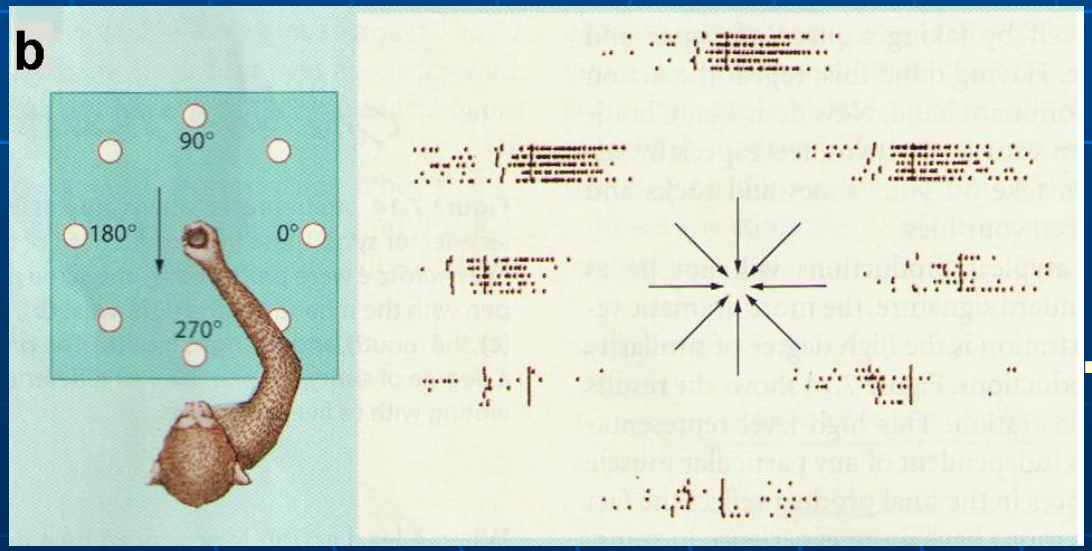


Вставить сюда слайд о фирме Киберкинетикс

Направление движения и активность клеток моторной коры



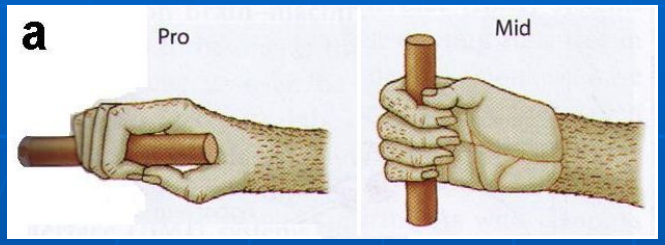
- **a**. Животное было обучено двигать рычаг от центрального положения к одному из восьми краевых положений. Активность нейрона моторной коры наносилась затем в соответствии с положением каждой цели. Каждая линия представляет отдельное движение, а точки соответствуют потенциалам действия.

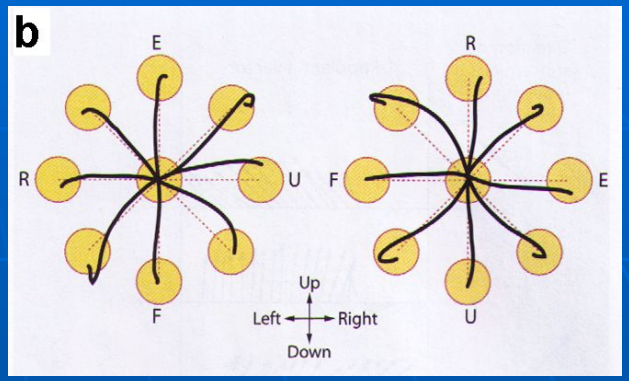


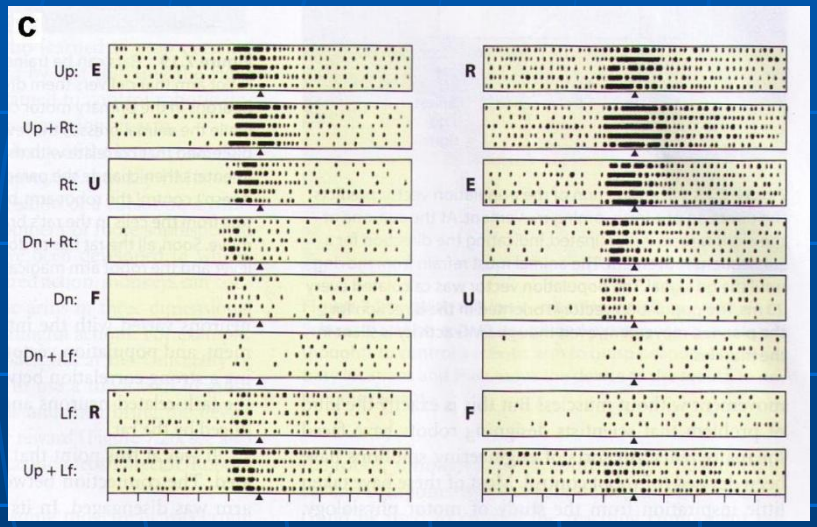
- **b**. Здесь движения начинаются от одного из краевых положений и всегда заканчиваются в центральном положении. Активность нейронов здесь классифицируется по стартовому положению.

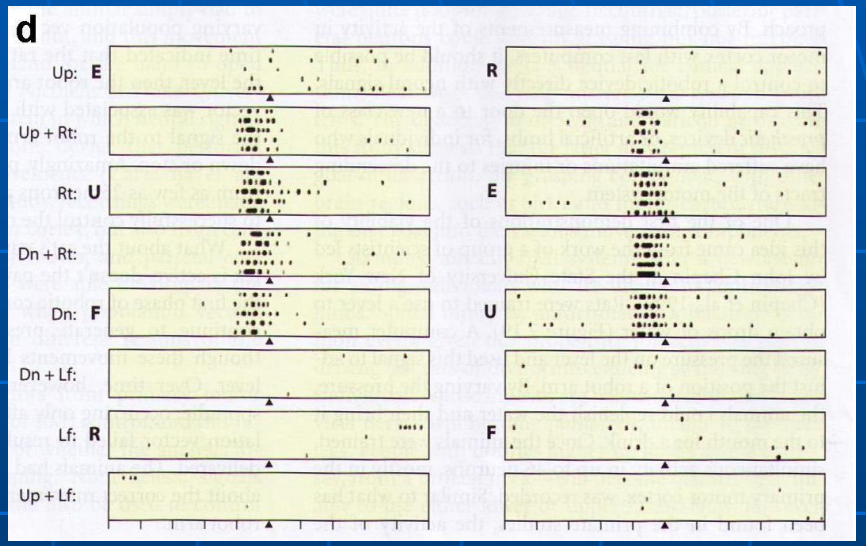
- Нейрон всегда наиболее активен при движениях в направлении низа независимо от стартовой или финальной позиции

Направление и мышечный паттерн



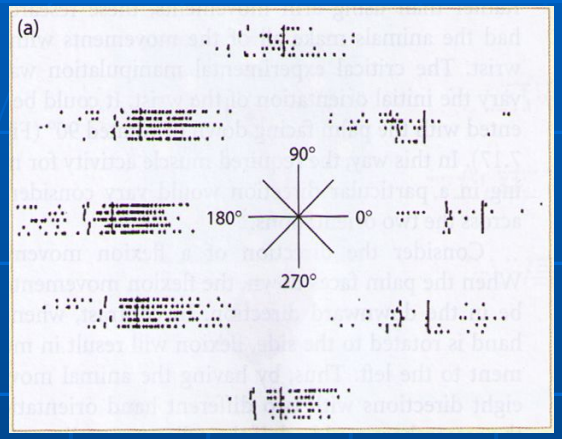


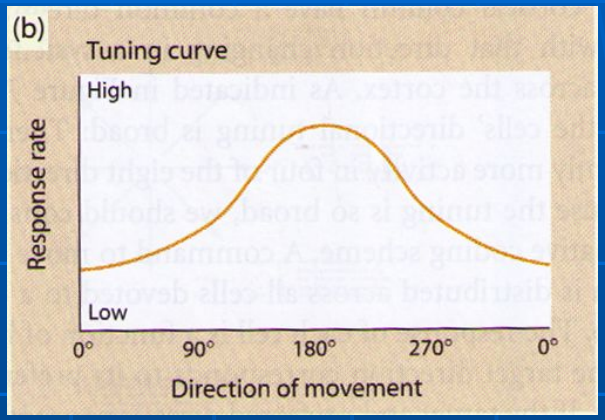


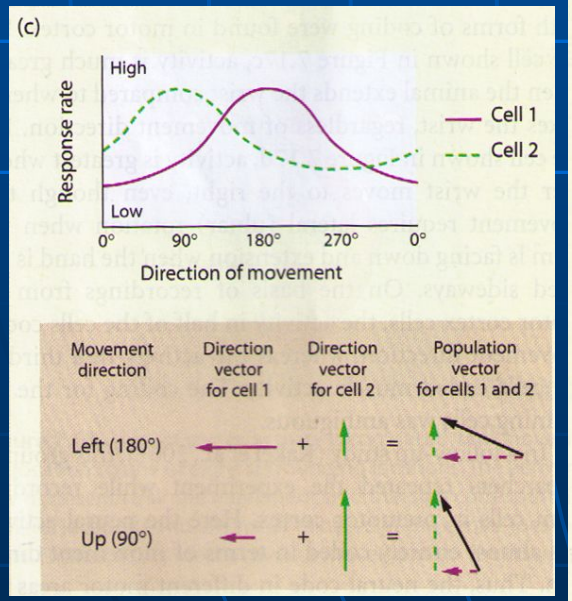


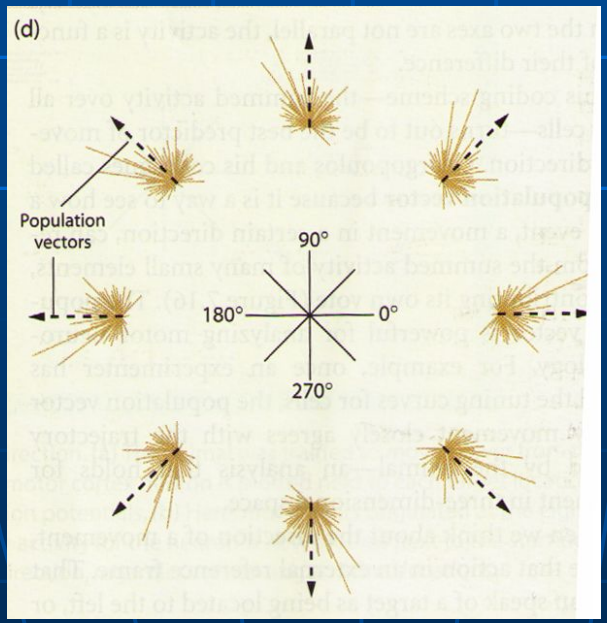
- (a) Стартовая позиция руки обезьяны с полной пронацией (Pro) или в среднем положении (Mid).
- (b) Усреднённые траектории движений к каждой из восьми целей и типы флексии или экстензии, требуемые для движения (E-экстензия, F-флексия, R-радиальное вращение, U-лучевое вращение).
- (c) Каждая колонка показывает активность нейрона в первичной зрительной коре во время каждого из направлений мышечного движения (E,F,R,U), которое требуется для направленного движения вверх (Up), вниз (Dn), вправо (Rt), влево (Lf), вверх и вправо (Up+Rt), вниз и вправо (Dn+Rt), вверх и влево (Up+Lf), вниз и влево (Dn+Lf). Регистрируемая при этом клеточная активность зависит от движения той или иной мышцы, но не зависит от направления движения.
- (d) Активность другой клетки, записанной от первичной моторной коры, во время тех же самых манипуляций, что и (c). Эта клетка таким образом избирательна к направлению движения запястью независимо от паттерна мускульной активности, требуемого движением.

Представительство движения в виде популяционного вектора









- Активность отдельного нейрона в моторной коре измерялась для каждого из восьми движений (a) и изображалась в виде профиля (b).

Предпочитаемое направление для данного нейрона 180 градусов, т.е. налево.

(c) Вклады нейронов в конкретное движение могут быть изображены в виде вектора. Направление этого вектора всегда изображает его предпочитаемое направление, а длина вектора соответствует частоте импульсации при данной цели движения. Популяционный вектор (прерывистая линия) – это сумма индивидуальных векторов.

(d) Для каждого направления сплошные линии это индивидуальные векторы для каждого из 241 нейронов моторной коры; прерывистая линия – популяционный вектор, вычисленный по всем нейронам. Хотя многие нейроны активны во время каждого из движений, суммарная активность (вычисленная) тесно коррелирует с реально наблюдавшемся движением.

Дирекционный вектор задаёт направление движения

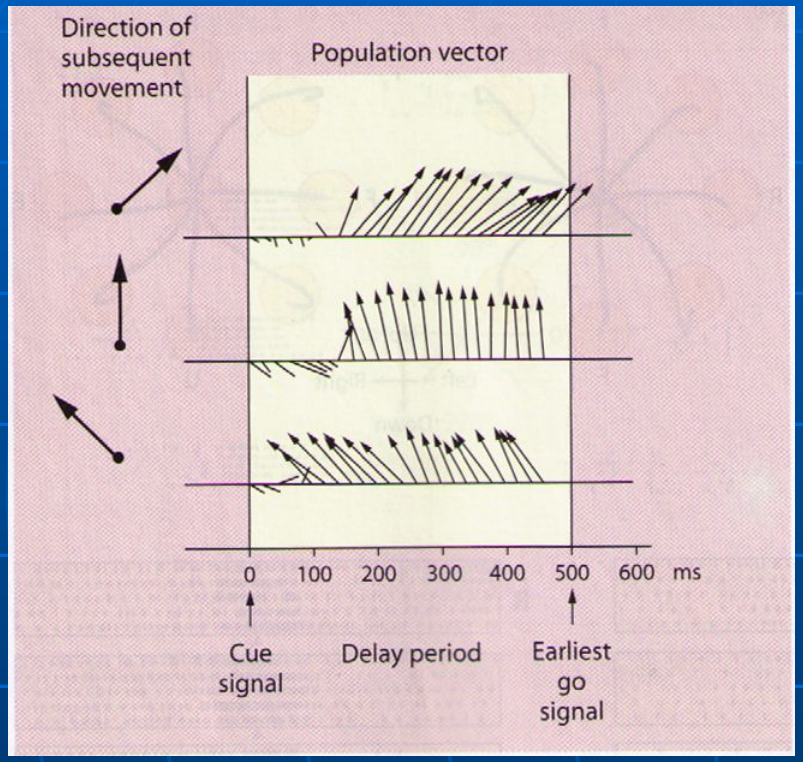


Figure 7.18 The direction of the population vector predicts the direction of a forthcoming movement. At the cue, one of the eight targets is illuminated, indicating the direction for a subsequent movement. The animal must refrain from moving until the go signal. The population vector was calculated every 20 ms. The population vector is oriented in the direction for the planned movement, even though EMG activity is silent in the muscles.

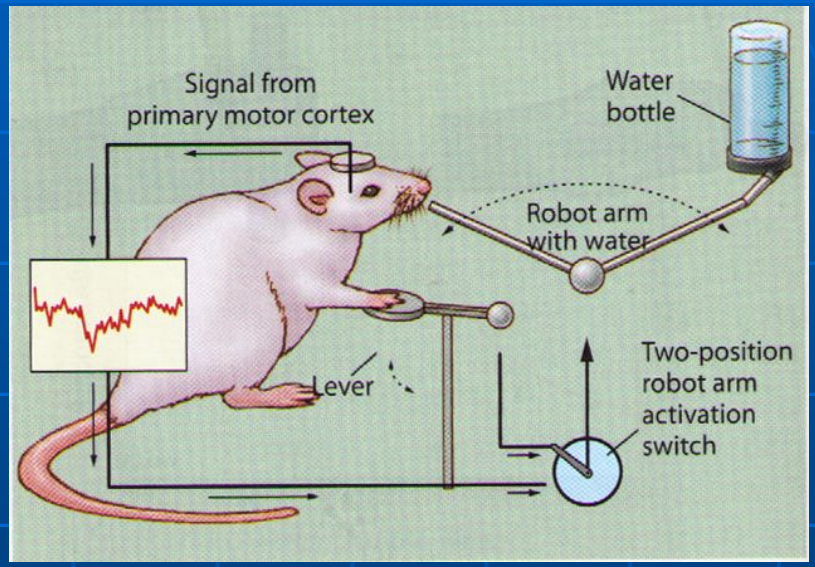
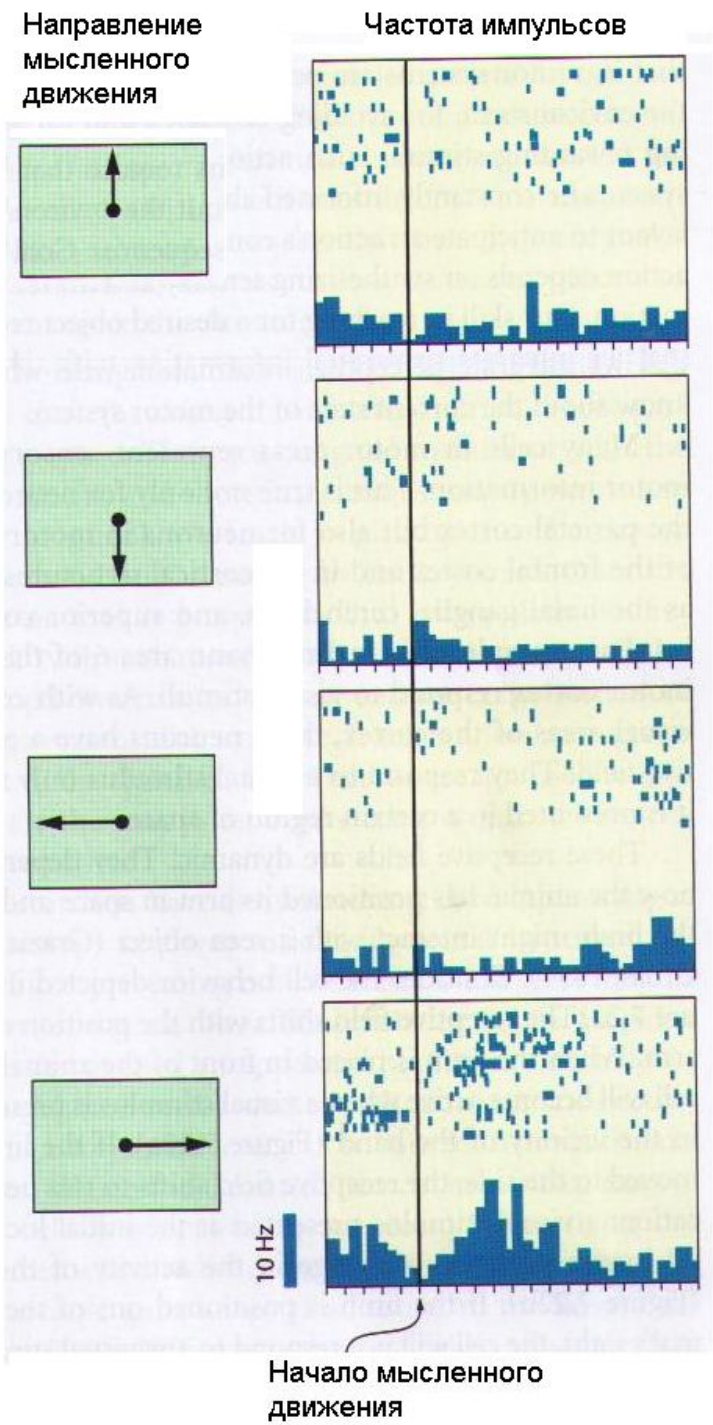


Figure 7.19 Rats can be trained to use a lever to control a robot arm that delivers them drops of water. When several neurons in the primary motor cortex of the rat are recorded while the animal presses the lever, population vectors can be discerned that correlate with the actual movement. The experimenters then change the paradigm so that lever movement doesn't control the robot arm, but rather the population vectors from the cells in the rat's brain tell the robot arm where to move. Soon, all the rat has to do is think about moving the lever and the robot arm magically delivers water!



Нейрон-детектор направления

- Активность этого нейрона связана с направлением мысленного движения.
- Частота импульсов растёт при мысленном движении вправо.
- Среди нейронной популяции представлены нейроны-детекторы всевозможных направлений.
- Всей своей совокупностью они создают узоры активности, специфичные для каждого из направлений.

- Спасибо за внимание