ГБОУ города Москвы школа №1505 «Преображенская»

Структурное подразделение «Пугачевская, 6а»

Нейро-компьютерный интерфейс

Работа выполнена Горячевой Софьей, учащейся 9 «Б» класса

Консультант: Воробьева Е.А.

Москва, 2017

Содержание:

[Введение 2](#_Toc500804950)

[Актуальность: 4](#_Toc500804951)

[Цель: 4](#_Toc500804952)

[Задачи: 4](#_Toc500804953)

[§1 Анатомия и физиология нервной системы человека. 5](#_Toc500804954)

[§1.1 строение нервной системы 5](#_Toc500804955)

[§1.2 Функции нервной системы 7](#_Toc500804956)

[Функции спинного мозга 7](#_Toc500804957)

[Функции головного мозга 8](#_Toc500804958)

# Введение

Межличностное общение существенно отличается от коммуникации с машиной. При общении с машиной человек использует набор команд, которые машина может выполнить. Общение с другими людьми намного сложнее и интереснее, так как предполагает не только восприятие явной информации, но и анализ жестов, движений, выражения лица. Задача нейро-компьютерного интерфейса – перенести свойства человеческого общения на общение человека с машиной. Одним из путей решения данной задачи является интерпретация сигналов, возникающих в мозгу. Однако существуют две основные проблемы, препятствующие достижению цели. Во-первых, поверхность мозга имеет складчатую форму, что осложняет процесс интерпретации сигналов. Во-вторых, кора мозга, а именно ее «узор», абсолютно индивидуальны, из-за чего расположение некоторых функциональных частей, из которых поступает сигнал, у разных индивидуумов отличается.

Еще в древности человек пытался найти способ заменить поврежденные или отсутствующие конечности. По всему миру люди находят разные типы протезов, возраст некоторых из них насчитывает более 2200 лет. Уже в XVI веке были совершены попытки создания подвижных протезов. Так, в 1504 году в Баден-Вюнтерберге один кузнец смастерил руку с четырьмя подвижными пальцами, а в 1564 году французский хирург Амбруаз Паре смоделировал подвижные протезы рук и ног, а также изобрел первые протезы глазных яблок. В XVII веке произошли значительные усовершенствования механических протезов. Они стали более практичны в использовании и выглядели более эстетично. Принцип таких протезов используется и в наше время, однако сейчас используются другие материалы.

Помимо протезов, заменяющих отсутствующие конечности, существуют устройства, протезирующие или способствующие нормальной работе внутренних органов: кардиостимуляторы, искусственные хрящи, сосудистые стены, жесткие структуры для суставов и костей. Однако такие хирургические протезы появились только в конце XX века. Следующий этап развития протезов – «интеллектуальные» протезы, эндо протезы и киберпротезы. такие протезы существенно отличаются от их предшественников, так как они непосредственно связаны с нервной системой или мышцами носителя.

На сегодняшний день технологии нейро-компьютерного интерфейса (НКИ) способны повлиять на образ жизни многих людей с ограниченными возможностями. Существует несколько систем классификации НКИ. Функциональная классификация выделяет:

1. моторные
2. сенсорные
3. сенсомоторные, или двунаправленные
4. когнитивные НКИ
5. мозгосети.

Моторные НКИ воспроизводят движения конечностей, а также осуществляют управление движением моторизированного кресла. Сенсорные НКИ вызывают ощущения, а сенсомоторные НКИ одновременно выполняют функции сенсорных и моторных НКИ. Когнитивные НКИ работают в области высшей нервной деятельности, они улучшают такие функции, как память, внимание и принятие решений. Мозгосети – это НКИ, включающие несколько участников. Также принято классифицировать НКИ по степени инвазивности (степень внедрения во внутреннюю среду организма). Выделяют инвазивные и неинвазивные НКИ. Инвазивные НКИ небезопасны: для них требуется трепанация черепа, позволяющая ввести электроды в мозг или поместить на его поверхность. Использование неинвазивных НКИ незатруднительно. Например, ЭЭГ- электроды смачиваются электродной пастой и накладываются на поверхность головы. Так же существует классификация НКИ, основанная на области мозга, в которой записывается активность.

## Актуальность:

Так как данная технология достаточно новая и находится в стадии активного развития, то изучение этой темы может привлечь интерес нового поколения, что будет способствовать появлению новых идей ее 5дальнейшего развития и использования. Изучение данной темы позволяет ознакомиться с начальным этапом современной технологии, которая имеет широкий спектр применения. Так же развитие данной технологии может кардинально изменить образ жизни многих людей, особенно людей с ограниченными возможностями.

## Цель:

Целью данной работы является изучение основных принципов работы нейро-компьютерного интерфейса, а так же определить факторы, влияющие на развитие данной технологии.

## Задачи:

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. поиск источников информации по теме
2. изучение информации в найденной литературе
3. обобщение и структурирование полученных знаний

# §1 Анатомия и физиология нервной системы человека.

Нервная система – одна из самых удивительных и высокоорганизованных систем в мире. Именно нервные клетки управляют нашим организмом и осуществляют взаимодействие человека с окружающим его миром. Нормальная деятельность нервной системы определяется возбудимостью нервных клеток – нейронов. Возбуждение – это электрохимический процесс, который проявляется в виде ответной реакции нервных клеток на раздражителей. Этот процесс происходит исключительно на цитоплазматической мембране клетки и изменяет ее электрическое состояние, что приводит к запуску специфической для каждой ткани функции. Всю нервную систему делят на центральную и периферическую, однако они не существуют отдельно друг от друга. Периферические нервы обеспечивают связь центральной нервной системы со всеми органами и тканями человеческого организма

## §1.1 строение нервной системы

Нервную систему делят на два основных отдела: центральную и периферическую нервную систему. К центральному отделу нервной системы относятся головной и спинной мозг, а к периферическому нервы, нервные сплетения и узлы. Однако данные отделы представляют собой единую систему, так что такое деление достаточно условно. *Центральная нервная система* состоит из скопления нервных клеток, которые называются центры или ядра; *периферическая часть нервной системы в основном состоит из* нервов, т. е. отростков нервных клеток, тела которых находятся в центральной части нервной системы. Функционально нервная система делится на *соматическую* и *вегетативную.* *Соматический отдел нервной системы* снабжает тело и некоторые внутренние органы нервными волокнами, обеспечивая их связь с ЦНС. *Вегетативный отдел нервной системы* состоит из симпатической и парасимпатической частей. Также существует деление нервной системы на *афферентный* и *эфферентный отделы. «Афферентный* отдел отвечает за поступление информации в нервную систему из внешней и внутренней среды, а *эфферентный* обеспечивает управляющие воздействия нервной системы на организм. В основе деятельности нервной системы ежит рефлекс». [[1]](#хомутов)

«Мозг состоит из миллиардов нервных клеток, или нейронов. Нейрон состоит из трех основных частей: тело нейрона (сома); дендриты – короткие отростки, которые получают сообщения от других нейронов; аксон – длинное отдельное волокно, которое передает сообщения от сомы к дендритам других нейронов или тканям тела, мышцам. Передача возбуждения от аксона одного нейрона к дендритам другого называется нейропередачей или нейротрансмиссией. Существует большое многообразие нейронов ЦНС. Чаще всего классификация нейронов осуществляется по трем признакам – морфологическим, функциональным и биохимическим» [[2]](#пивоварчик)

1. Морфологическая классификация нейронов делит нейроны в зависимости от количества отростков *на униполярные, биполярные и мультиполярные (униполярные – один отросток, биполярные – два отростка – аксон и дендрит, мультиполярные – один аксон и более двух дендритов).*
2. Функциональная классификация нейроновделит нейроныв зависимости от выполняемой ими функции и их расположением в рефлекторной дуге на три типа: *афферентные* (чувствительные: создают нервные импульсы, отвечая на раздражители внешней среды), *эфферентные* (двигательные: передают информацию от ЦНС к железам, мышцам и органам) и *ассоциативные* (передают нервный импульс афферентного нейрона эфферентному).
3. Биохимическая классификация нейроновделит нейроны по им биохимическим признакам.

Нервная система и проводящие пути в ЦНС состоят из нервного волокна (отросток нейрона). Диаметр такого волокна может составлять от 0,5 до 1700 мкм и зависит от скорости проведения возбуждения (чем выше скорость, тем толще волокно), а длина может быть более 1 м. нервные волокна собраны в пучки, из которых состоят нервы. «Нервы делят на два типа в зависимости от того, в каком направлении они передают импульсы. Сенсорные, или афферентные, нервы (такие как обонятельный, зрительный, слуховой) передают импульсы в ЦНС, а эфферентные (такие как глазодвигательный, отводящий, блоковый) — от ЦНС к периферии. Смешанные нервы передают импульсы в обоих направлениях, например, тройничный, лицевой, языкоглоточный, блуждающий и все спинномозговые нервы». [[1]](#хомутов)

Передача информации от одной нервной клетки к другой происходит посредством синапсов – мест соединений клеток. По своему строению синаптические образования делятся на электрические и химические. «Оба способа синаптическои передачи имеются и в нервной системе беспозвоночных, и у позвоночных, тем не менее у высших организмов преобладает химический способ передачи информации. Там, где необходима быстрая передача возбуждения, выгоднее электрические синапсы: здесь не бывает синаптическои задержки, и электрическая передача проходит большей частью в обоих направлениях, что особенно удобно для одновременного возбуждения нескольких участвующих в процессе нейронов». [[1]](#хомутов)Электрический синапс симметричен и обладает тесным контактом обеих мембран. *Химический синапс* является специфическим и несимметричным контактом между клеточными мембранами двух нейронов.

## §1.2 Функции нервной системы

### Функции спинного мозга

Центральная нервная система состоит из спинного мозга, расположенного в позвоночном канале, и головного мозга, расположенного в полости черепа. Спинной мозг имеет относительно простое строение и сегментарную организацию. «Он обеспечивает связи головного мозга с периферией и осуществляет сегментарную рефлекторную деятельность». [[2]](#пивоварчик)

**Первой основной функцией** центральной нервной системы является *рефлекс***. «**Рефлекс – это возникновение, изменение или прекращение функциональной активности органов, тканей или целостного организма, осуществляемое при участии ЦНС в ответ на раздражение рецепторов организма. Осуществление любого рефлекса требует обязательного выполнения четырех основных операций:

1. прием информации от рецептора;

2. расшифровка этой информации и программирование адекватного ответа;

3. реализация ответа путем передачи сигнала к исполнительным органам (мышцам, железам);

4. контроль за правильностью осуществления программы». [[2]](#пивоварчик)

В основу рефлекса входит рефлекторная дуга – цепь последовательно соединенных нейронов, необходимых для осуществления рефлекса. Рефлекторная дуга, предназначенная для безусловных рефлексов, генетически-запрограммирована в человеческом организме. Однако в процессе появления условных рефлексов образуются новые нейронные соединения.

**Вторая основая функция спинного мозга** –проводниковая. Она связана с передачей афферентных сигналов головного мозга на мотонейроны и вегетативные нейроны спинного мозга. Существуют*афферентные входы в спинной мозг*- входы, которые несут информацию в ЦНС. Они образованы аксонами нейронов, которые лежат вне спинного мозга. Также существует три группы афферентных входов в спинной мозг. *Первая группа* состоит из чувствительных волокон, по которым поступает информация от мышц, сухожилий и связок. *Вторая группа* несет информацию от рецепторов кожи (тактильных, болевых и температурных). *Третья группа* - группа, несущая информацию от внутренних органов.

### Функции головного мозга

Головной мозг делят на ствол головного мозга, мозжечок и большой мозг. Ствол мозга, в свою очередь делят напродолговатый мозг, мост, средний мозг и промежуточный мозг. Мост и мозжечок составляют задний мозг. Задний мозг вместе с продолговатым мозгом представляют ромбовидный мозг.

***Ствол*** мозга является продолжением спинного. В том месте, где они соединяются, находятся черепно-мозговые нервы, совокупность нервных структур, ядерные образования, которые имеют отношение к осуществлению многих рефлекторных реакций соматического и вегетативного обеспечения высших функций центральной нервной системы. Также, через ствол мозга проходят восходящие и нисходящие пути, связывающие его со спинным и головным мозгом.

«**Продолговатый мозг** начинается у нижнего края моста и продолжается до корешковых нитей первого шейного сегмента». [[2]](#пивоварчик) Продолговатый мозг имеет *проводниковые и сенсорные функции*. Его свойство проводника проявляется в том, через него проходят все афферентные пути и эфферентные пути спинного мозга. «*Сенсорные функции* продолговатого мозга заключаются в первичной обработке сенсорных потоков, идущих от рецепторов. В задневерхних отделах продолговатого мозга проходят пути кожной, проприоцептивной, висцеральной чувствительности, часть из которых переключается здесь на второй нейрон». [[2]](#пивоварчик) Продолговатый мозг, мост и средний мозг принимают участие в *управлении движениями* (**Средний мозг** отвечает за прохождение таких важных реакций реакций, как: *ориентировочного и сторожевого рефлекса*). Активность двигательных ядер черепномозговых нервов, обеспечивает такие функции, как захват, переработка и проглатывание пищи. Также, благодаря вестибулярным ядрам, находящимся в продолговатом мозге, происходит регуляция позы.

**Мост** является частью заднего мозга. «Мост, являясь связующим звеном между отделами головного мозга, участвует в управлении движениями, в осуществлении вегетативных функций, а также в реализации сенсорных функций мозга». [[2]](#пивоварчик)

**Промежуточный мозг** – это структура мозга, которая принимает участие в реализации различных функций мозга, в том числе как компонент сенсорных, двигательных и вегетативных систем мозга, обеспечивающий целостную деятельность организма.

**Таламус**  - это крупное скопление серого вещества, которое разделено прослойками белового вещества на большое количество ядер – центров восходящих афферентных путей. Часть этих ядер выполняет сенсорную функцию, другая часть является компонентом двигательной системы, а остальные ядра - компоненты вегетативной и лимбической систем.

Ядра **метаталамуса** относятся к сенсорным специфическим релейным, или переключательным, ядрам, а также к сенсорным ассоциативным ядрам.

«**Эпиталамус** контролирует деятельность органа обоняния, принимает участие в тормозном контроле над формированием половой системы организма, регулирует деятельность организма в соответствии с уровнем освещенности окружающей среды». [[2]](#пивоварчик)

**Гипоталамус** находится в основании головного мозга человека и является центральной структурой лимбической системы мозга. Он выполняетфункции, связанные с *гормональными регуляциям*, которые осуществляются через гипофиз, и *регуляцией биологических мотиваций* (потребление пищи, поддержание массы тела, потребление воды и водно-солевой баланс в организме, регуляция температуры в зависимости от температуры внешней среды, эмоциональные переживания, мышечная работа и функция размножения).

**Кора мозга** – слой серого вещества (2 – 5 мм) на поверхности больших полушарий, который образован телами нейронов и глиальными клетками, расположенными слоями. «Кора – место высшего анализа и синтеза всей поступающей в мозг информации, интеграции всех форм сложного поведения и высших психических функций». [[2]](#пивоварчик)

1. А.Е. Хомутов, С.Н. Кульба «Анатомия центральной нервной системы»
2. М. В. Пивоварчик «Анатомия и физиология центральной нервной системы»