

# Физиология активности Н. А. Бернштейна

Выполнил Федотовских Юрий, ФФК 322

**Николай Александрович  
Бернштейн (5 октября 1896,  
Москва — 16 января 1966, там  
же) — советский  
психофизиолог и физиолог,  
создатель нового  
направления исследований  
— физиологии активности.**



**Физиология активности** — концепция Н. А. Бернштейна, разработанная им на основе изучения движений, согласно которой активность рассматривается как существенное свойство организма животного, определяющее его поведение. Физиология активности явилась принципиально новым шагом в развитии не только нейрофизиологии и психологии, но и биологии, переходом от рассмотрения организма как реактивной системы к его рассмотрению как активной системы.

В основе научного творчества Н.А. Бернштейна лежит его новое понимание жизнедеятельности организма, в соответствии с которым он рассматривается не как **реактивная система**, пассивно приспособляющаяся к условиям среды (именно это следует из условно-рефлекторной теории), а как созданная в процессе эволюции **активная, целеустремленная система**. Иначе говоря, процесс жизни есть не простое «уравновешивание с внешней средой», а активное преодоление этой среды.

До работ Бернштейна в физиологии бытовало мнение, что двигательный акт организуется следующим образом: на этапе обучения движению в двигательных центрах формируется и фиксируется его программа; затем в результате действия какого-то стимула она возбуждается, в мышцы идут моторные командные импульсы, и движение реализуется. Таким образом, в самом общем виде механизм движения описывался схемой рефлекторной дуги: стимул – процесс его центральной переработки (возбуждение программ) – двигательная реакция.



Первый вывод, к которому пришел Н. А. Бернштейн, состоял в том, что так не может осуществляться какое-нибудь **сложное движение**. Вообще говоря, очень простое движение, например коленный рефлекс или отдергивание руки от огня, может произойти в результате прямого проведения моторных команд. Но сложные двигательные акты, которые призваны решить какую-то задачу, достичь какого-то результата, так строиться не могут. Главная причина состоит в том, что результат любого сложного движения зависит не только от собственно управляющих сигналов, но и от целого ряда дополнительных факторов.

## Дополнительные факторы, которые, помимо моторных команд, влияют на ход движения:

- 1. Реактивные силы.** Если вы сильно взмахнете рукой, то в других частях тела разовьются реактивные силы, которые изменяют их положение и тонус.  
Это хорошо видно в тех случаях, когда у вас под ногами нетвердая опора. Неопытный человек, стоя на льду, рискует упасть, если слишком сильно ударит клюшкой по шайбе, хотя, конечно, это падение никак не запланировано в его моторных центрах. Если ребенок залезает на диван и начинает с него бросать мяч, то мать тут же спускает его вниз; она знает, что, бросив мяч, он может сам полететь с дивана; виной опять будут реактивные силы.
- 2. Инерционные силы.** Если вы резко поднимете руку, то она взлетает не только за счет тех моторных импульсов, которые посланы в мышцы, но с какого-то момента движется по инерции.  
Влияние инерционных сил особенно велико в тех случаях, когда человек работает тяжелым орудием — топором, молотом и т.п. Но они имеют место и в любом другом движении. Например, при беге значительная часть движения выносимой вперед ноги происходит за счет этих сил.

- 3. Внешние силы.** Если движение направлено на объект, то оно обязательно встречается с его сопротивлением, причем это сопротивление далеко не всегда предсказуемо. Представьте себе, что вы натираете пол, производя скользящие движения ногой. Сопротивление пола в каждый момент может отличаться от предыдущего, и заранее знать его вы никак не можете. То же самое при работе резцом, рубанком, отверткой. Во всех этих и многих других случаях нельзя заложить в моторные программы учет меняющихся внешних сил.
- 4. Исходное состояние мышцы.** Состояние мышцы меняется по ходу движения вместе с изменением ее длины, а также в результате утомления и т.п. Поэтому один и тот же управляющий импульс, придя к мышце, может дать совершенно разный моторный эффект.

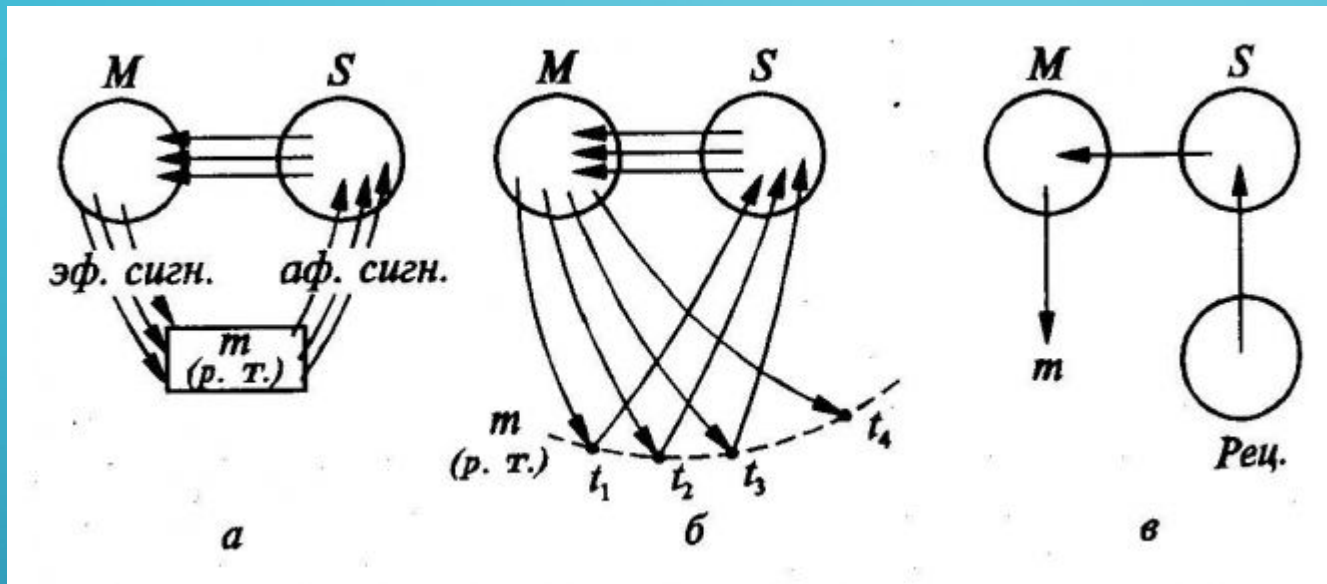


Итак, действие всех перечисленных факторов обуславливает необходимость непрерывного учета информации о состоянии двигательного аппарата и о непосредственном ходе движения. Эта информация получила название «**сигналов обратной связи**». Тезис о том, что без учета информации о движении последнее не может осуществляться, имеет веские фактические подтверждения.

Рассмотрим два примера:

1. Есть такое заболевание — сухотка спинного мозга, при котором поражаются проводящие пути мышечной и суставной, а также кожной чувствительности. При этом больной имеет совершенно сохранную моторную систему, моторные центры целы, моторные проводящие пути в спинном мозге сохранены, его мышцы находятся в нормальном состоянии. Нет только афферентных сигналов от опорно-двигательного аппарата. И в результате **движения оказываются полностью расстроены**. Так, если больной закрывает глаза, то он не может ходить; также с закрытыми глазами он не может удержать стакан — тот у него выскользывает из рук. Все это происходит потому, что субъект не знает, в каком положении находятся, например, его ноги, руки или другие части тела, движутся они или нет, каков тонус и состояние мышц и т.п. Но если такой пациент открывает глаза и если ему еще на полу чертят полоски, по которым он должен пройти (т.е. организуют зрительную информацию о его собственных движениях), то он идет более или менее успешно. То же происходит с различными ручными движениями.
2. Современная лабораторная техника позволяет поставить человека в совершенно необычные условия. Испытуемому предлагают произносить какой-нибудь текст, например знакомое стихотворение. Этот текст через микрофон подают ему в наушники, но с некоторым запаздыванием; таким образом, испытуемый слышит то, что он говорил несколько секунд назад, а то, что говорит в данный момент, он не слышит. Оказывается, что в этих условиях речь субъекта полностью расстраивается; он оказывается неспособным вообще что-либо говорить. В чем здесь дело? Нельзя сказать, что в описанных опытах испытуемый лишен сигналов обратной связи: оба чувствительных канала — мышечный и слуховой — функционируют. Дело все в том, что по ним поступает несогласованная, противоречивая информация. Так что на основании одной информации следовало бы производить одно речевое движение, а на основании другой — другое движение. В результате испытуемый не может произвести никакого движения. Замечу, что описанный прием «сшибки» сигналов обратной связи используют для выявления лиц, симулирующих глухоту: если человек действительно не слышит, то задержка сигналов обратной связи по слуховому каналу не вызывает у него никакого расстройства речи; если же он только притворяется не слышащим, то этот прием действует безотказно.

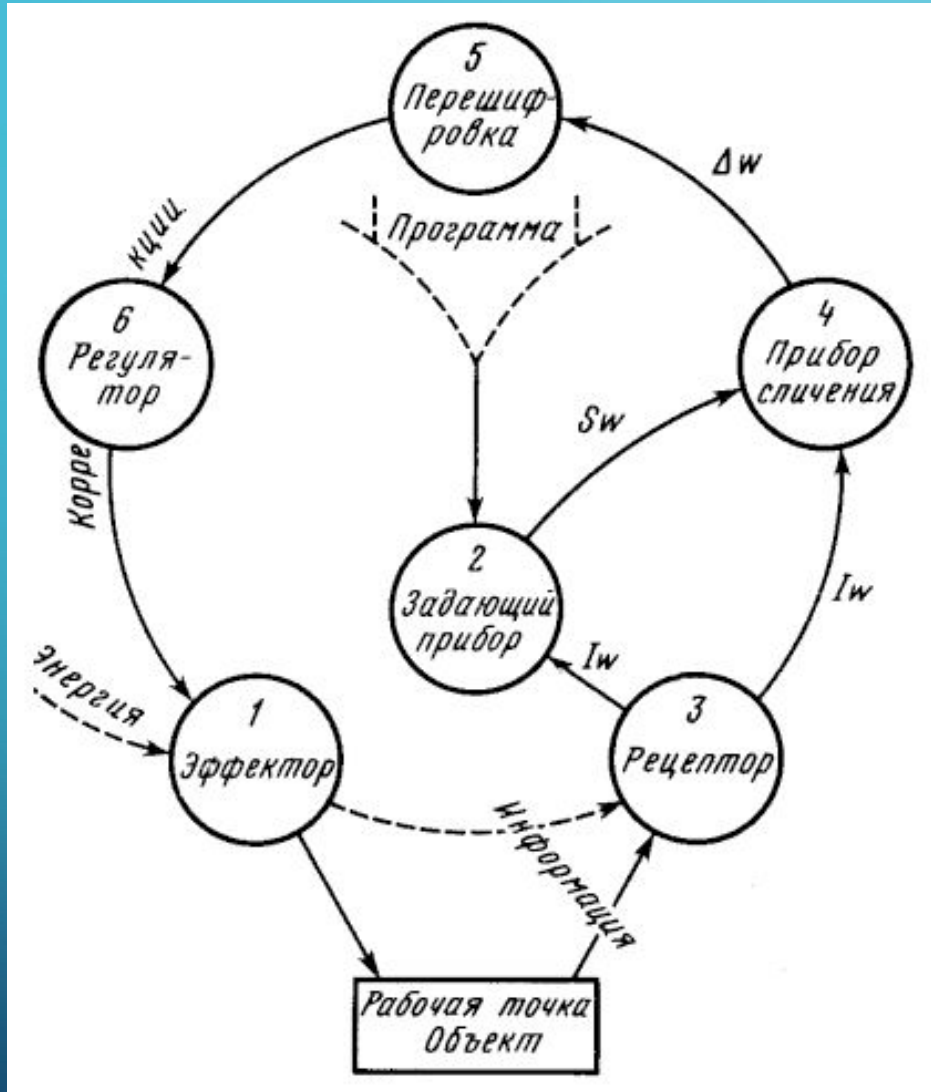
# Принципы управления движениями



а - принцип сенсорных коррекций (по Н. А. Бернштейну), б - то же, временная развертка, в — принцип рефлекторной дуги.

М - моторный центр (из которого поступают эффекторные команды в мышцу.), S - сенсорный центр, т (р. т) - мышца, рабочая точка, аф. сигн.— сигналы обратной связи от движения, эф. сигн.— эффекторные команды, рец.— рецептор внешнего стимула внизу, имея в виду также рабочую точку движущегося органа (т).

## Схема рефлекторного кольца



Имеются моторные «выходы» (эффектор), сенсорные «входы» (рецептор), рабочая точка или объект (если речь идет о предметном действии) и блок перешифровок. Новыми являются несколько центральных блоков — программа, задающий прибор и прибор сличения.

## От рефлекторного кольца – к теории уровней построения движений.

В зависимости от того, какую информацию несут сигналы обратной связи: сообщают ли они о степени напряжения мышц, об относительном положении частей тела, о скорости или ускорении движения рабочей точки, о её пространственном положении, о предметном результате движения, афферентные сигналы приходят в разные чувствительные центры головного мозга и соответственно переключаются на моторные пути на разных уровнях. причём под уровнями следует понимать буквально морфологические «слои» ЦНС. Каждый уровень имеет специфические, свойственные только ему моторные проявления, каждому уровню соответствует свой класс движений.



**Уровень А.** Самый низкий и филогенетически самый древний. Не имеет самостоятельного значения, заведует тонусом мышц.

Исключение: непроизвольная дрожь, стук зубами от холода и страха и тд.

**Уровень В.** Уровень синергий. Перерабатываются сигналы от мышечно-суставных рецепторов, которые сообщают о взаимном положении и движении частей тела. «Пространство тела». Вольная гимнастика, потягивание, мимика.

**Уровень С.** Уровень пространственного поля. Поступает информация о внешнем пространстве. ходьба, лазанье, бег, прыжки, акробатика, гимнастика, метания, игра в теннис и городки, бильярд, броски вратаря на мяч.

**Уровень D.** Уровень предметных действий. Кортикый уровень, который заведует организацией действий с предметами. Принадлежит только человеку. Примерами могут служить движения жонглера, фехтовальщика; все бытовые движения: шнуровка ботинок, завязывание галстука

**Уровень Е.** Уровень интеллектуальных двигательных актов. Речевые движения, движения письма, а также движения символической, или кодированной, речи — жестов глухонемых, азбуки Морзе и др. Движения этого уровня определяются не предметным, а отвлечённым, вербальным смыслом.



- 1.** В организации сложных движений участвуют, как правило, сразу несколько уровней – тот, на котором строится данное движение (он называется ведущим), и все нижележащие уровни.

В сознании человека представлены только те компоненты движения, которые строятся на ведущем уровне.

- 2.** Формально одно и то же движение может строиться на разных ведущих уровнях.

**Чем определяется факт  
построения движения на том или  
другом уровне?**

**Ведущий уровень построения  
движения определяется смыслом,  
или задачей (целью), движения.**

**Пример с раненым. Проба для выяснения того, насколько восстановилась функция руки.**

1. Поднять руку как можно выше (уровень В).
2. Поднять руку до указанной отметки на стене (уровень С).
3. Снять шляпу с крючка (уровень D).

Проявлялась смена уровней в том, что движение приобретало новые характеристики, в частности осуществлялось со всё большей амплитудой.

## Механизмы формирования навыка

**1.** Первоначальное знакомство с движением и первоначальное овладение им.

**1.1.** Выявление двигательного состава (рассказ, показ, разъяснения, наблюдение, анализ). Ознакомление с тем, как движение выглядит снаружи (внешняя картина движения).

**1.2.** Прояснение внутренней картины движения. Человек учится перешифровывать афферентные сигналы в эффекторные команды. Накопление «словаря перешифровок». Организм должен «наощущаться досыта». Наиболее «горячие точки» этого периода: «программа», «задающий прибор» и «перешифровки». Заканчивается этот период первоначальной росписью коррекций по нижележащим уровням.

## **2. Автоматизация движения.**

Полная передача отдельных компонентов движения или всего движения целиком в ведение фоновых уровней. В результате ведущий уровень частично или полностью освобождается от заботы об этом движении.

### **2.1. Увязка деятельности всех низовых уровней.**

#### **2.2. «Рекрутирование» готовых двигательных блоков.**

«Фонотека» (фон). Каждый организм имеет свою «фонотеку», т.е. набор фонов, и от его объёма зависят его двигательные возможности и даже способности.

При обучении езде на двухколёсном велосипеде очень полезным оказывается навык бега на коньках, потому что в обоих типах движений имеются внутренние одинаковые элементы. Это перешифровки, обеспечивающие поддержание равновесия в условиях очень узкой опоры.



### 3. Шлифовка навыка за счёт стабилизации и стандартизации.

**Стабилизация** – навык приобретает такую прочность, что не разрушается ни при каких обстоятельствах.

Помехоустойчивость приобретается за счёт того, что к этому моменту организм уже опробовал массу отклонений, которые вызывались внутренними и внешними помехами. Все они были отработаны и теперь на каждый возможный случай у него имеется запас соответствующих коррекций.

**Стандартизация** – приобретение навыком стереотипности. В этот период при многократном повторении движения получается серия абсолютно одинаковых копий, напоминающих «гвардейцев в строю»