

Условно-рефлекторная деятельность (ассоциативное научение)

1. Классические условные рефлексы
2. Временная связь, динамический стереотип
3. Доминанта и условный рефлекс
4. Оперантное научение
5. Когнитивное научение

Вопрос_1

Классические условные рефлексы

Для последующих этапов филогенетического развития животных характерно возникновение специализации ядерных образований в промежуточном мозге и вычленение архи-, палео- и неокортекса. В связи с этим возникает возможность образования *условных рефлексов* различной сложности. На более поздних этапах эволюции у высших животных появляется способность к формированию *высших форм ассоциативных связей*.

Определение_1

Формы ассоциативного научения характеризуются совпадением во времени (ассоциацией) какого-либо воспринимаемого индифферентного раздражителя с деятельностью самого живого организма

Формирование ассоциативных связей обуславливается мощным развитием и объединением ассоциативных и проекционных систем мозга (зрительной, слуховой, обонятельной, соматокинестетической) в единую интегрированную морфофункциональную структуру, а также усложнением таламокортикальных связей.

Биологический смысл возникновения ассоциативных связей, т.е. выработки условного рефлекса, заключается в том, что ранее индифферентный раздражитель принимает значение предупреждающего фактора, сигнализирующего о наступлении какого-либо событий и подготавливающего организм к взаимодействию с ними.

Появление условно-рефлекторных функций значительно расширяет спектр факторов, которые могут приобретать то или иное сигнальное значение в зависимости от их с реакцией организма. Таким образом, организм переходит от пассивного восприятия среды к активному процессу формирования собственной среды. Обучение в этот период носит эффект-зависимый характер, т. е. определяемый результативностью контакта организма со средой.

Определение_2

Ассоциативное научение – это активный процесс формирования собственной среды путем извлечения таких составляющих, которые значимы для выполнения тех или иных актов поведения.

Эволюция мозга шла по пути появления и ускоренного развития тех мозговых структур, которые связаны с высшими интегративными процессами. В результате возникновения ассоциативного научения появилась более эффективная форма организации поведения – условные рефлексы. Безусловные рефлексы генетически детерминированы и обеспечивают постоянную («жесткую») связь с объектами внешней среды, а условные рефлексы обеспечивают временную («пластичную») связь. Кроме того, условные рефлексы способны к долговременному сохранению в памяти, а также обладают свойством «изменчивости» (перестройки) в зависимости от среды или ситуации, поэтому лежит в основе индивидуального приспособления, накопления индивидуального опыта, научения, «знаний».

Определение_3

Условный рефлекс – это выработанная в онтогенезе индивидуальная реакция организма на раздражитель, ранее индифферентный для этой реакции

Для пояснения введем несколько понятий:

- безусловный раздражитель (подкрепление),
- условный (индифферентный) раздражитель,
- обстановочная афферентация.

Безусловный раздражитель – это стимул запускающий механизм, безусловно-рефлекторного поведенческого акта.

Условный раздражитель – это стимул, который при определенных условиях заменяет безусловный раздражитель.

Обстановочная афферентация – это сумма всех возбуждений, возникающих в конкретных условиях и сигнализирующих об обстановке, в которой находится организм.

Рассмотрим механизму выработки условного слюноотделительного рефлекса у собаки по И. П. Павлову.

В своих наблюдениях И. П. Павлов заметил, что при одном только виде миски с пищей у собаки начинает выделяться слюна. То есть вид пищи выступал в качестве безусловного раздражителя, многократное предъявление которого привело к тому, что собака научилась ассоциировать вид пищи с самой пищей.

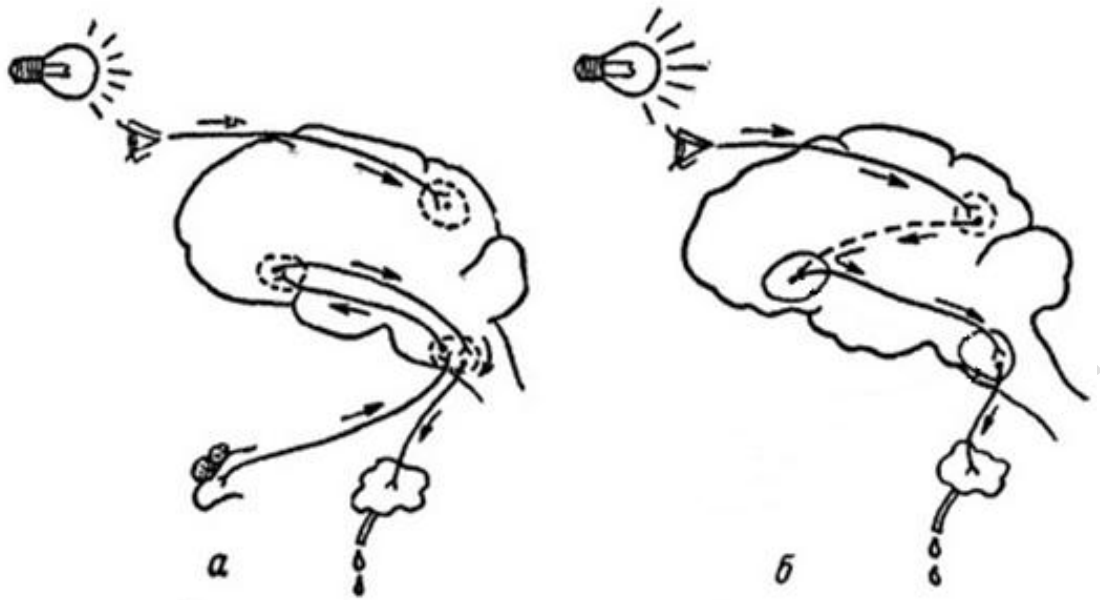


Рисунок 1 – Схема слюноотделительного рефлекса

В результате своих наблюдений И. П. Павлов столкнулся со случаем *ассоциативного научения*. Павлов решил выяснить, можно ли научить собаку ассоциировать пищу с другим раздражителем, заменив ее каким-либо другим стимулом.

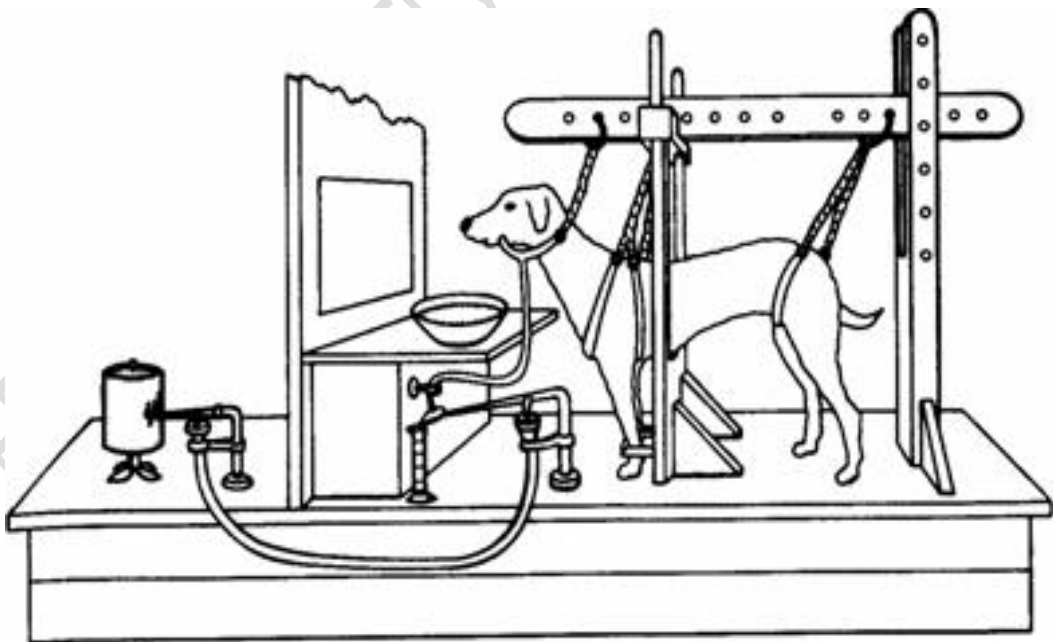


Рисунок 2 – Схема эксперимента И. П. Павлова

Для проведения эксперимента И. П. Павлов предложил следующую последовательность действий:

1. В слюнную железу собаки вживил фистулу, позволяющую измерять количество выделенной слюны.

2. Перед собакой ставили миску, в которую автоматически подавалась пища. Выделение слюны, у голодной собаки, при виде пищи является безусловным (врожденным) рефлексом. Здесь нет ассоциативного научения, пища является безусловным стимулом.

3. Перед подачей пищи экспериментатор включал перед собакой свет – индифферентный раздражитель, а затем, через несколько секунд, в миску подавалось пища, а свет выключался. В начале эксперимента свет является индифферентным раздражителем, а после становится условным раздражителем (см. определение).

4. После повторения предложенной схемы действий у собаки при включении света и без подачи пищи наблюдалось выделение слюны в фистулу. Таким образом, индифферентный раздражитель – свет – превратился в условный раздражитель, а у собаки сформировался условный рефлекс.

Эксперимент И.П. Павлова служит примером классических условных рефлексов, которые Ю.М. Конорский назвал условными рефлексами первого типа. Краткую схему рефлекса можно представить следующим образом:

индифферентный раздражитель – безусловный раздражитель – рефлекс

Процесс формирования классического условного рефлекса проходит три стадии:

– стадия *прегенерализации*, которая характеризуется накоплением возбуждения в проекционных зонах коры принимающих сигналы условного и безусловного раздражителей;

– стадия *генерализации*, которой сопровождается диффузным распространением (т.е. иррадиаций) возбуждения в коре больших полушарий. В этот период наблюдается синхронизация биоэлектрической активности коры и подкорковых образованиях, принимающих сигналы условного и безусловного раздражителей.

– стадия *специализации*, когда межсигнальные реакции угасают и условный ответ возникает только на сигнальный раздражитель.

Благодаря классическим условным рефлексам обеспечивается первичная ориентация животного по признакам окружающей среды с самого начала любого поведенческого акта. С помощью классических условных рефлексов животное *адаптируется* к внешней среде.

На примере слюноотделительного рефлекса Павловым были определены общие признаки условных рефлексов:

1. Условные рефлексы имеют *приспособительный* характер. Смысл условного рефлекса в том, что он делает поведение пластичным,

подогнанным к конкретным условиям среды (времени, месту, качеству, подкрепления и пр.).

2. Любые условные рефлексы образуются при участии высших отделов головного мозга (а у насекомых, например, высших головных ганглиев). Поэтому приспособительные реакции простейших или кишечнорастных (лишенных, как известно, центральной нервной системы) не могут быть отнесены к реакциям условно-рефлекторного типа.

3. Условные рефлексы приобретаются и отменяются в *индивидуальной жизни* каждой конкретной особи. Этим они принципиально отличаются от безусловных рефлексов.

4. Условные рефлексы образуются только при повторном сочетании условного и безусловного раздражителей. С помощью индивидуальной памяти в условно-рефлекторной реакции записываются не всякие случайные совпадения условного и безусловного раздражений, а лишь те, сочетание которых во времени оказывается наиболее вероятным. Все остальные, случайно возникшие связи затормаживаются. Однако, если вероятность получения подкрепления (пищевого или полового, например) по данному сигналу становится близкой к нулю, такие условные рефлексы постепенно отменяются, ибо перестают выступать в качестве фактора организации целесообразного поведения.

5. Условный рефлекс принимает *сигнальный* значение, т. е. всегда предшествует, предупреждает последующее возникновение безусловного рефлекса. Смысл условного рефлекса состоит в том, чтобы обеспечить подготовку организма к какой-либо биологически целенаправленной деятельности. С помощью условных рефлексов животное может заранее избежать опасности или подготовиться к захвату добычи, поискам полового партнера и т. д.

Вопрос_2

Временная связь, динамический стереотип

В основе формирования условного рефлекса лежит процесс замыкания временной связи (т.е. явление ассоциации) между нервными центрами безусловного рефлекса и центром/и восприятия индифферентного сигнала. У высших животных и человека необходимым субстратом для формирования условных рефлексов является кора больших полушарий. Таким образом, оба нервных центра, замыкающих рефлекторные дуги, имеют корковое представительство в коре. Каждый условный сигнал поступает в корковый конец анализатора, в проекционную (сенсорную) зону коры, а каждый безусловный раздражитель, центр которого расположен в подкорковых структурах, в свое корковое представительство.

Определение_4

Временная связь – это совокупность изменений мозга, возникающих в результате сочетания условного и безусловного раздражителей и формирующих определенные связи (ассоциации) между разными областями мозга

Условные рефлексы образуются лишь при большей физиологической силе безусловного раздражителя по сравнению с силой условного. Важнейшим фактором в выработке условной связи является совпадение безусловного подкрепления с доминирующей потребностью организма. Увеличение интенсивности подкрепления обычно повышает эффективность научения (скорость выработки условного рефлекса и его прочность). Эффективность выработки условно-рефлекторного научения определяется как отношение числа условных (правильных) ответов к общему числу предъявлений условного стимула.

Обычно образование условного рефлекса происходит при совпадении сочетаемых раздражителей либо опережении сигнальным раздражителем безусловного подкрепления. Для большинства условных рефлексов наиболее эффективно 0,5-секундное опережение условным стимулом безусловного.

Условные рефлексы по показателю временных соотношений между условным и безусловным раздражителями делят на две группы:

- наличные рефлексы возникают в случае совпадения во времени условного сигнала и подкрепления (безусловного сигнала),
- следовые условные рефлексы, когда подкрепление предъявляется лишь после окончания условного раздражителя.

Наличные условные рефлексы в зависимости от интервала между раздражителями делят на три группы:

- совпадающие рефлексы, это рефлексы, при которых подкрепление подается сразу за условным раздражителем (не позднее 1-3 с);
- отставленные рефлексы, это рефлексы, при которых подкрепление подается в период действия условного раздражителя до 30 секунд;
- запаздывающие рефлексы это рефлексы, при которых действие условного стимула продолжается 1-3 мин.

Следовые условные рефлексы образуются тогда, когда подкрепление следует уже после окончания действия условного стимула. Иными словами, подкрепление сочетается с остаточными *«следами нервного стимула»*. Особую разновидность следовых условных рефлексов представляют условные рефлексы на время. Они образуются при регулярном повторении безусловного раздражителя. Например, кормление животного через каждые 30 мин. После большого количества сочетаний (пища + определенный интервал времени) каждый раз после окончания данного интервала времени появляется рефлекторная реакция, которая ранее возникала при действии безусловного раздражителя. Условные рефлексы на время могут быть

выработаны на различные временные интервалы – от нескольких секунд до нескольких часов и даже суток. Видимо, ориентиром в отсчете времени могут служить различные периодические процессы, происходящие в организме.

В зависимости от *структуры* условного сигнала условные рефлекс делятся на простые и сложные. Иначе говоря, условными сигналами могут быть одиночные и комплексные раздражители. Среди комплексных условных рефлексов, прежде всего, выделяют рефлекс на одновременные и последовательные комплексы раздражителей, а также на цепь раздражителей. Если сигналом становится комбинация из одновременно применяемых нескольких раздражителей, то образуется условный рефлекс на одновременный комплекс раздражителей.

Например, звонок в одной экспериментальной камере является сигналом оборонительного рефлекса, а в другой камере – сигналом пищевой реакции. Очевидно, что условным сигналом в этом эксперименте служит не просто звонок сам по себе, а комплекс раздражителей, состоящий из звонка и всей обстановки опыта. Комбинация из раздражителей, которые начинают действовать друг за другом, приводит к образованию ассоциации на последовательный комплекс стимулов.

Если в комплексе сигнальных раздражителей между окончанием действия предыдущего сигнала и началом действия последующего имеется интервал времени, а подкрепление совпадает с действием только последнего компонента, то образуется *условный рефлекс на цепь раздражителей*.

Условные рефлекс могут образовываться не только при сочетании условного сигнала с безусловным, но и при сочетании индифферентного сигнала с условным сигналом. Например, если у собаки выработан условный слюноотделительный рефлекс на звонок, то, сочетая какой-либо индифферентный раздражитель со звуковым сигналом, образуется условный рефлекс II порядка, т. е. в этом случае вторичный раздражитель будет также вызывать слюноотделение, хотя ни сам по себе, ни в сочетании с первичным условным сигналом он не подкреплялся. На основе пищевой и оборонительной условной реакции у *собак* удастся выработать условные рефлекс II и IV порядков, но при повышенном мотивационном возбуждении.

Такие «порядковые» условные рефлекс образуются на основе прочного условного рефлекса и называются рефлексами высшего порядка. Условные рефлекс высшего порядка образуются тем легче, чем более возбудима нервная система, а также чем сильнее безусловный рефлекс, на основе которого выработан рефлекс I порядка. У нервнобольных детей с патологически повышенной возбудимостью легко вырабатываются условные рефлекс V и VI порядков, в то время как у здоровых детей только II порядка.

Условные рефлексы на цепь раздражителей следует отличать от *условных цепных рефлексов*, которые представляют собой специальный вид рефлексов объединяющих два и более условных рефлекса. Если несколько двигательных рефлексов, выработанных на разные условные сигналы, многократно осуществляются в определенной последовательности, то сигнальный раздражитель первого в этом ряду рефлекса приобретает свойство запускать всю цепь последовательных движений.

Определение_5

Динамический стереотип – это последовательная совокупность ряда условных рефлексов

Динамический стереотип представляет собой процесс, который может протекать при отсутствии непосредственной связи с безусловной реакцией. В лаборатории И. П. Павлова было сделано предположение, что процесс синтеза разнообразных цепных рефлексов (когда конец одного рефлекса запускает следующий рефлекс) составляет основу человеческих навыков (речевых, профессиональных, спортивных и т. п.). И. П. Павлову, его ученикам удалось воспроизвести и проанализировать эти сложные ассоциативные связи в лабораторных условиях в виде различных моделей научения на животных и человеке.

Эксперимент

Опыт Э.А. Асратяна: у собак выработывали в определенной последовательности условные рефлексы на разные раздражители, например: на звонок – собака начинала лаять, при включении метронома (60 уд./мин) – она садилась на задние лапы, на шипенье – опускала уши, при включении света – ложилась, а при касание слабым электрическим током сгибала конечности. После выработки и упрочения условных рефлексов на каждый из раздражителей, в опыте вместо каждого условного сигнала применили один условный сигнал «свет». При этом на один раздражитель, а именно на свет, получили различные условные рефлексы как при последовательном действии всех перечисленных сигналов. В коре произошла связь между всеми пунктами условных сигналов, и достаточно было включить на первом месте стереотипа раздражитель «свет», как создавались условия для включения последующих сигналов.

В коре больших полушарий при длительном использовании одной и той же последовательности условных сигналов (внешний стереотип) создается определенная система связей (внутренний стереотип). Воспроизведение стереотипа носит, как правило, автоматический характер. Динамический стереотип мешает созданию нового (легче человека научить,

чем переучить). Устранение стереотипа и создание нового нередко сопровождаются значительным нервным напряжением (стрессом).

Динамический стереотип является более сложной формой поведения в сравнение со стереотипным поведением животных¹. Динамический стереотип не детерминирован генетически, он вырабатывается в результате деятельности коры головного мозга животных и человека. Выработка адаптивных форм поведения, *стереотипизация*, происходит в результате регулярной повторяемости поведенческих актов. В основе *стереотипизации* лежит минимизация расходования энергии при достижении определенной биологической потребности.

Выработка поведенческих стереотипов в процессе индивидуального обучения особи базируется на системе условных рефлексов на время. В результате организм приспособливается к моменту возникновения определенного (ожидаемого) события. Любой условный сигнал содержит не только информацию о том, какое предстоит событие, но и *когда* оно наступит. Но поскольку в естественной среде обитания какое-либо событие не возникает изолированно, а «вписано» в сложный комплекс явлений окружающей обстановки, то у животного формируется не одиночная рефлекторная реакция, а их последовательная цепь – поведенческий стереотип. И. П. Павлов, изучив это явление в лабораторном эксперименте, назвал его *динамическим стереотипом*. Он установил, что в основе динамического стереотипа лежит сложная система временных связей, в каждом звене которого следы от предшествующего раздражителя могут быть использованы в качестве сигнала о вероятном возникновении следующего раздражителя.

Эксперимент

Опыт с условными рефлексами на «чистое время». Крыса обучается избегать электрического удара через контакты в полу камеры путем перехода через дверь в аналогичную соседнюю камеру. Но в этой соседней камере спустя 2 мин через такой же электрический пол подается ток, заставляющий животное вернуться обратно. Такие «челночные» движения животное первое время обучается производить через 2 мин, а спустя некоторое число сочетаний крыса переходит в «безопасную» камеру, не ожидая действия тока, а за 5-10 с до его включения. Следовательно, у животного теперь выработан временной стереотип поведения, где в качестве условного сигнала двигательной реакции выступает время, т. е. следы возбуждения, сформированные в ее памяти.

Такие эксперименты, сопровождаемые одновременной регистрацией электрических процессов мозга, показали существование внутренних нервных факторов организации поведения в мозге. Они могут служить

¹ См. лекцию 29

физиологическим основанием для изучения у человека и животных «чувства времени», т. е. приспособления своего поведения к временным сдвигам окружающего пространства.

Таким образом, динамический стереотип – это форма целостной деятельности больших полушарий головного мозга высших животных и человека, выражением которой является фиксированный порядок осуществляемых ими условно-рефлекторных действий. Она формируется под влиянием факторов внешней среды, повторяющихся в определённой последовательности. При нарушении порождающих и поддерживающих его условий может изменяться или исчезать. Динамический стереотип – это продукт сложнейших аналитико-синтетических взаимодействий между различными частями коры больших полушарий, который служит физиологической основой автоматизации навыков и обеспечивает их экономное выполнение и быстрейшую адаптацию к условиям существования.

В жизни человека динамический стереотип играет важную роль. Он связан с формированием профессиональных навыков, для освоения последовательность спортивных элементов, заучивание стихов, игре на музыкальных инструментах, отработка определённой последовательности движений в балете, танцах и т.д. – все это примеры динамических стереотипов. Привычки человека, простые трудовые навыки – выражение динамической стереотипии.

Вопрос_3

Доминанта и условный рефлекс

Согласно И.П. Павлову (1903), временная связь образуется между корковым центром безусловного рефлекса и корковым центром анализатора, на рецепторы которого действует условный раздражитель, т.е. связь замыкается в коре большого мозга. В основе замыкания временной связи лежит *процесс доминантного взаимодействия* между возбужденными центрами. Импульсы, вызываемые условным (индифферентным) сигналом с любого участка кожи и других органов чувств (глаз, ухо), поступают в кору большого мозга и обеспечивают там образование очага возбуждения. Если после индифферентного сигнала подается пищевое подкрепление (безусловный сигнал), то возникает более мощный второй очаг возбуждения в коре больших полушарий, к которому направляется ранее возникшее и иррадиирующее по коре возбуждение.

Неоднократное сочетание в опытах индифферентного (условного) сигнала и безусловного раздражителя (подкрепление) облегчает прохождение импульсов от коркового центра индифферентного сигнала к корковому представителю безусловного рефлекса. Это явление получило название *эффект синаптического облегчения*. Благодаря синаптическому

облегчению формируется устойчивый очаг повышенной возбудимости нервных центров, который называется доминанта.

Определение_6

Доминанта – это стойкий господствующий очаг возбуждения в ЦНС, подчиняющий себе функции других нервных центров

Доминанта может сформироваться в любом отделе центральной нервной системы, т.е. отражает общее свойство нервных центров. Состояние доминанты в центральной нервной системе охватывает несколько нервных центров с повышенной возбудимостью в разных структурах головного и спинного мозга, это явление называют *конstellацией нервных центров*. Аfferентные сигналы, поступающие в эти нервные центры, служат для усиления возбуждения в очаге возбуждения, в тоже время в остальной части нервной системы наблюдаются явления торможения.

Характерной чертой доминанты является ее инерция. Это означает, что однажды вызванная доминанта способна стойко удерживаться в центрах некоторое время и после удаления первоначального раздражителя. Более того, в ряде случаев можно наблюдать *экзальтацию*² доминанты даже на следы действия раздражителя.

Явление доминанты открыл А. А. Ухтомский (1923) в опытах с раздражением двигательных зон коры большого мозга он наблюдал сгибание конечности животного и выяснил, если раздражать корковую двигательную зону на фоне избыточного повышения возбудимости другого нервного центра, сгибания конечности может не произойти. Вместо сгибания конечности раздражение двигательной зоны может вызывать реакцию тех эффекторов, деятельность которых контролируется господствующим, т.е. доминирующим в данный момент в ЦНС, нервным центром А. А. Ухтомский (1926) сформулировал основные черты доминанты:

- обязательное наличие нервного центра с повышенной возбудимостью;
- стойкость возбуждения;
- способность к суммированию возбуждений;
- инерция.

Согласно Ухтомскому, *доминантный очаг* представляет собой «физиологическую систему», которую Ухтомский назвал *конstellация*. Конstellация – это функциональное объединение нервных центров, состоящее из коркового компонента и субкортикальных, вегетативных и гуморальных компонентов.

Доминанта – общий принцип работы ЦНС, она определяет освобождение организма от побочной деятельности для достижения

² усиление

наиболее важных для организма целей. Доминанта проявляется в мышечной, секреторной и в сосудистой деятельности.

Значение доминантного очага возбуждения в ЦНС заключается в том, что на его базе формируется конкретная приспособительная деятельность, ориентированная на достижение полезных результатов, необходимых для устранения причин, поддерживающих тот или иной нервный центр в доминантном состоянии. Например, на базе доминантного состояния центра голода реализуется пищедобывательное поведение, на базе доминантного состояния центра жажды запускается поведение, направленное на поиск воды. Успешное завершение данных поведенческих актов, в конечном счете, устраняет физиологические причины доминантного состояния центров голода и жажды.

В настоящее время считают, что в основе условно-рефлекторной деятельности и формирования новой условной связи лежит явление доминанты. При этом формирование условного процесса проходит несколько стадий развития:

- простой суммационный рефлекс;
- сложный суммационный рефлекс (доминанта);
- собственно условный рефлекс.

Явление суммации впервые было описано И. М. Сеченовым, который обращал внимание на то, что иррадиация возбуждения в ЦНС происходит в направлении очагов повышенной возбудимости. Затем явление суммации наблюдали в экспериментах И. П. Павлова при сочетаниях индифферентного и безусловного раздражителя, и оно получило название суммационного рефлекса.

Суммационный рефлекс возникает в результате возбуждения нервных центров, возбуждение каждого из которых само по себе недостаточно, чтобы вызвать рефлекс. Один из нервных центров может иметь повышенную возбудимость под действием предварительных гуморальных влияний или слабых стимулов. Нервный центр с повышенной возбудимостью становится способным к суммации возбуждений, т.е. доминирует над другими центрами. При развитии доминанты посторонние для доминантного центра – «очага возбуждения» импульсы, продолжающие поступать в организм, идут на подкрепление текущей установки, т.е. поддерживают возбуждение доминантного центра.

Таким образом, направление движения нервных процессов при формировании условного рефлекса связано с механизмом и свойствами доминанты, для которой характерны не только высокая возбудимость, но и способность стойко удерживать свое возбуждение, суммировать его за счет последовательно приходящих импульсов от других нервных центров. Возникший в коре очаг возбуждения от условного стимула может иррадиировать во все стороны, однако при наличии сильного возбуждения, которое обусловлено действием подкрепления, иррадиация возбуждения

будет «направляться» в сторону этого более сильного очага. Таким образом, развивается сложный суммационный рефлекс.

В процессе выработки собственно условного рефлекса образуется двусторонняя связь между доминантными центрами – корковым концом анализатора, на рецепторы которого действует условный раздражитель, и центром безусловного рефлекса, на базе которого вырабатывается условный рефлекс. Необходимым условием образования связи между корковыми центрами разных раздражителей является синхронизация их биопотенциалов. Например, при сочетании света и болевого раздражения конечности, условный рефлекс возникал при высокой степени сходства биопотенциалов зрительной и двигательной областей коры.

Редукция доминанты наступает тогда, когда в результате суммации в доминантном очаге возникает такая реакция, которая устраняет источник, создающий доминантное состояние в «очаге возбуждения».

Вопрос_4

Оперантное научение

Некоторые ученые в самостоятельную форму ассоциативного обучения объединяют условные рефлексy, которые строятся на основе активной целенаправленной деятельности животного. Последовательность событий в данном случае зависит не только от внешней сигнализации, но и от поведения самого животного.

Определение_7

Оперантное научение (от лат. *operatio* – действие) – это научение, в ходе которого организм добивается полезного результата с помощью активного поведения

Эксперимент

Крыса в процессе ориентировочно-исследовательского поискового поведения в экспериментальной камере *случайно* нажимает лапой на педаль, за что вознаграждается пищей. По мере таких совпадений вырабатывается прочная связь: *нажатие на педаль – пища*. Затем экспериментатор перед очередным «произвольным» нажатием на педаль включает какой-либо посторонний раздражитель. После нескольких сочетаний всей этой цепи раздражений устанавливается связь: *сигнал – нажатие на педаль – пища*. Активное взаимодействие животного со средой достигается благодаря включению в эту цепь среднего звена – нажатия животным на педаль, т.к. от своевременности и качества выполнения данной реакции зависит успешность поведенческого акта в форме достижения пищевого подкрепления.

В отличие от классических условных рефлексов сам по себе двигательный акт (нажатие на педаль) не имеет генетической связи с получением пищи. Эта связь формируется в процессе предварительной тренировки.

Впервые подобные инструментальные условные рефлексы стали изучаться в павловской лаборатории Ю. М. Конорским и Я. Миллером (1936), которые первоначально дали им название – *условные рефлексы второго типа*. Затем их стали называть инструментальными условными рефлексами или *оперантным поведением*. Этот вид обучения можно назвать обучением *методом помощью проб и ошибок*. Сущность оперантного научения заключается в изменении взаимоотношений организма со средой, что происходит либо при изменении его положения в пространстве (локомоторная деятельность), либо при воздействии организма на окружающие предметы (манипуляторная деятельность). Одним из наиболее распространенных примеров такого обучения является выработка у животных навыков ориентации в лабиринте.

Эксперимент

Животное помещается в лабиринт, в котором находится пищевая приманка. После неоднократного прохождения лабиринта путем его тщательного исследования животное обучается кратчайшим путем достигать местоположения приманки. Кривая обучения обычно строится на основе скорости достижения приманки и/или количества допущенных ошибок. Лабиринтные навыки довольно быстро становятся автоматизированными и стереотипными. Было отмечено, если крысу держать в лабиринте еще до обучения, но без всякого подкрепления, то в дальнейшем она обучается быстрее и точнее. Считается, что при обследовании лабиринта животное уже приобретает определенный опыт (*перцептивное латентное обучение*), который используется для целей нахождения кратчайшего пути в лабиринте.

Другим, примером является оперантное обучение в «проблемном ящике» Торндайка³. При таком обучении животные начинают использовать разнообразные реакции, имеющиеся в их природном репертуаре, а не навязанные экспериментатором.

Эксперимент

Кошка, помещенная в закрытую камеру, пытается убежать, безостановочно двигается по камере и путем перебора поисковых реакций случайно поворачивает щеколду и получает доступ к пище.

³ Американский ученый Э. Торндайк (1890), видный представитель направления бихевиоризма (от англ. *behaviour* – поведение)

В ряде случаев оперантное научение разделяют на инструментальный условный рефлекс и научение методом проб и ошибок. Научение с помощью инструментального условного рефлекса происходит по сигналу, а научение методом проб и ошибок – без сигнала.

Вопрос_5

Когнитивное научение

Во-первых, имеется в виду такой вариант, когда организм оказывается в ситуации, с которой он ранее не встречался, и находит правильное решение в результате мышления. При условном рефлексе по сигналу тоже имеет место мышление, т. е. оценка результата действия, но это происходит после выполнения действия. Однако в научении с помощью мышления первично мышление, а потом – действие, так как это целенаправленное научение. В эту форму научения следует включить научение с помощью рассудочной и психонервной деятельности, признавая, что между ними различий нет. Во-вторых, в эту форму научения следует включить и научение путем наблюдения.

Определение_8

Когнитивное научение – это научение с помощью мышления

Образное (психонервное) поведение. И. С. Бериташвили начиная с 1926 г. изучал поведение животных, но разработанному им методу свободного перемещения в экспериментальном манеже. Полученные И. С. Бериташвили (1975) факты было невозможно объяснить с позиций теории условно-рефлекторного обучения. Суть представлений этого ученого состоит в следующем: у высших позвоночных животных при первом же восприятии местоположения пищи создается образ или конкретное представление пищи и ее местоположения в данной среде. Этот образ сохраняется и каждый раз, когда он репродуцируется при восприятии данной среды или какого-либо его компонента, животное производит такое же ориентировочное движение головы, как и при непосредственном восприятии, ведет себя точно так, как при восприятии, т. е. идет к месту пищи, обнюхав его и, если находит пищу, съедает ее. Такое психонервное поведение, направленное образами, стали называть *произвольным* в отличие от условно-рефлекторного поведения, которое И. С. Бериташвили считал автоматизированным, *непроизвольным*.

И. С. Бериташвили описывает следующие характерные особенности психонервной деятельности.

1. Психонервная активность интегрирует элементы внешней среды в одно целое переживание, производящее целостный образ. Для этого достаточно, чтобы животное один раз восприняло эту среду.

2. Психонервный комплекс образа легко воспроизводится под влиянием только одного компонента внешней среды или раздражения, напоминающего эту среду.

3. Это воспроизведение может происходить спустя длительное время после начального восприятия жизненно важной ситуации. Иногда образ может удерживаться всю жизнь без повторного его воспроизведения.

4. При такой форме обучения устанавливаются временные нервные связи между нервным субстратом образа и двигательными центрами мозга. Индивидуально приобретенные реакции, направляемые образами, легко автоматизируются при их повторении.

5. Двигательная активность животных при репродукции образа зависит от условий его формирования, от давности возникновения, его жизненного значения, пространственных признаков ситуации.

6. Психонервная активность высших позвоночных животных преобладает над другими формами обучения и является определяющим фактором поведения.

7. Сознательная деятельность человека подчиняет себе двигательную активность психонервного процесса представления, хотя и протекает в тесном взаимодействии со всеми другими формами поведения.

И. С. Бериташвили полагал, что нервный субстрат образной психической деятельности лежит исключительно в неокортексе.

Система нейронов, продуцирующая образы жизненно важных объектов, может производить непосредственно только ориентировочную реакцию. Веч остальное поведение животного опирается на разные двигательные акты прирожденного и условно-рефлекторного характера в соответствии с образом и окружающей ситуацией. Значит, образ, который лежит в основе субъективного отражения внешнею мира – это вектор предстоящего рефлекторного поведения, непосредственная активность образа реализуется через ориентировочную реакцию, которая регулирует направление поведения животного.

Согласно И. С. Бериташвили, образ фиксируется в памяти и извлекается оттуда для удовлетворения господствующей биологической потребности. Основные отличия данной формы психонервного поведения от закономерностей условно-рефлекторной деятельности состоят в следующем (И. С. Бериташвили, 1984).

1. В отличие от классических условных рефлексов, которые требуют повторяемости, психонервный образ формируется сразу после одного осуществления индивидуального поведения.

2. Условный рефлекс, не сопровождающийся безусловным подкреплением, осуществляется в течение длительного времени и гаснет постепенно. Психонервный образ, не сопровождающийся удовлетворением соответствующей биологической потребности, быстро перестает вызывать индивидуально направленное поведение.

3. Если условный рефлекс может образовываться и в отсутствие коры, то целостные представления могут возникнуть только при наличии интактной коры и прежде всего лобных отделов коры больших полушарий.

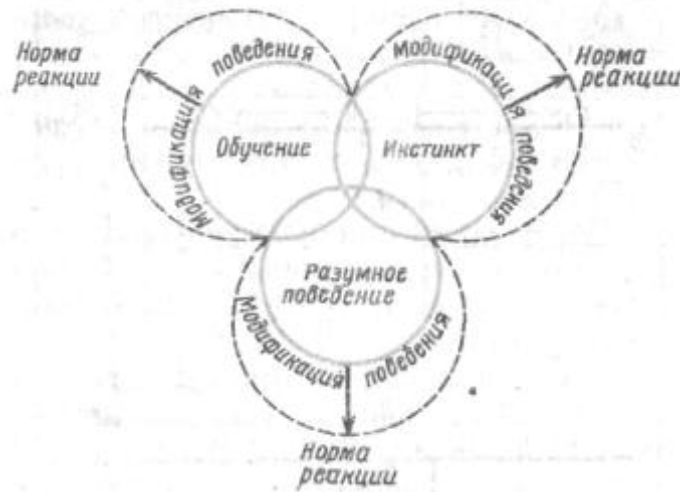


Рисунок 3 – Схема соотношения основных элементарных компонентов поведения (по Л. В. Крушинскому)

4. Условный рефлекс подразумевает формирование временной связи между сенсорными и моторными элементами. Психонервное поведение обусловлено образованием новых действенных нервных кругов из сенсорных корковых нейронов.

5. Психонервная деятельность определяет включение и выключение условных и безусловных рефлексов и последовательность их протекания в данном ряду.

Существенно, что индивидуальное поведение, первично направляемое психонервным образом, при повторной тренировке автоматизируется и осуществляется по всем закономерностям условно-рефлекторного обучения.

Элементарная рассудочная деятельность животных. Поведенческие адаптации, с точки зрения Л. В. Крушинского (1977), строятся на трех основных механизмах: инстинктивном, механизме обучаемости и рассудочной деятельности (разуме). Хотя последние способности животных противопоставляются обучению, данную форму индивидуальной адаптации целесообразно рассмотреть в общей системе форм поведения особи. На рисунке 3 приведена схема взаимосвязи основных элементарных компонентов, участвующих в формировании поведенческого акта. В результате интеграции компонентов формируется целостный поведенческий акт, который можно определить как *унитарную реакцию*. Если на ранних этапах филогенетического развития поведение формируется под ведущим влиянием инстинктов, то по мере усложнения нервной системы большую роль начинают играть различные формы обучения. Однако дальнейшая дифференциация конечного мозга обеспечивает элементарной

рассудочной деятельности все большую роль в обучении. Следовательно, чем выше уровень элементарной рассудочной деятельности животных, тем пластичнее и адаптивнее любая унитарная реакция и всё поведение в целом.

Наиболее характерное свойство элементарной рассудочной деятельности животных заключается в их способности улавливать простейшие эмпирические законы, связывающие предметы и явления окружающей среды, и возможность оперировать этими законами при построении программ поведения в новых ситуациях. Иными словами, важнейшая функция рассудочной деятельности состоит в отборе той информации о структурной организации среды, которая необходима для построения программы наиболее адекватного поведения в данных условиях.

Автор показал, что способность к экстраполяции направления движения раздражителя может рассматриваться как одно из элементарных проявлений рассудочной деятельности животных.

Эксперимент

Животное должно находить кормушку двигающуюся прямолинейно с постоянной скоростью. Первоначальный отрезок ее движения происходит в поле зрения животного, затем кормушка скрывается за преградой. Животное устремляется к месту выхода из непрозрачного коридора кормушки с кормом. При этом животное определяет 1) из соотношения с неподвижными точками пространства изменение положения кормушки, т. е. направление ее движения, и 2) направление движения кормушки после ее исчезновения за укрытием. Таким образом, используя свою «систему отсчета», животное экстраполирует направление смещения кормушки с кормом, т. е. использует *предварительно воспринятую тактику изменений в среде для построения логики своего будущего поведения.*

Различные тесты, предъявлявшиеся животным разного филогенетического уровня, выявили их способность улавливать простейшие законы пространства, времени, движения.

Л. В. Крушинский считал, что чем больше размер мозга, а значит, и количество нейронов, тем большую информацию об окружающей среде он может получить. Наличие избыточного числа нейронов с разной функциональной активностью позволяет животному улавливать некоторые законы природы.

В процессе синтеза (эвристического уровня деятельности мозга) происходит сличение уловленных в данный момент законов с теми, которые были познаны в предшествующей жизни. В результате такого сравнения осуществляется выбор *наиболее адекватного* пути решения задачи. Совпадение новой информации с записанной в долговременной памяти облегчает решение задачи.

Исходя из особенностей поведения животных в сообществах, автор приходит к выводу, что степень многообразия и пластичности отношений в сообществе животных находятся в зависимости от уровня развития их рассудочной деятельности, выполняющей особую роль в эволюции популяций.

Вероятностное прогнозирование. Под *вероятностным прогнозированием* понимается *предвосхищение будущего*, основанное на *вероятностной структуре прошлого опыта и информации о наличной ситуации*. Оба эти фактора служат основой для создания гипотез о предстоящем будущем, причем каждой из них придается определенная вероятность. В соответствии с таким прогнозом осуществляется подготовка к действиям в предстоящей ситуации, приводящим к наибольшей вероятности достижения цели (Н. А. Бернштейн, 1966).

Способность к вероятностному прогнозированию - результат биологической эволюции в вероятностно организованной среде. Прогнозы живого организма призваны оптимизировать результаты его действия.

В естественных условиях организм сталкивается с множеством различных случайных раздражителей, которые нужно статистически обрабатывать, чтобы выявить повторяемость, т. е. регулярность событий, на основании которой и формируется приспособительное поведение. *Теория вероятностного обучения исходит из представлений о предсказании статистических закономерностей и выбора оптимальных стратегий поведения при обучении субъекта независимым вероятностям стохастично возникающих раздражений.*

П. В. Симонов (1986) считает, что *степень информированности субъекта зависит от текущей субъективной вероятности достижения результата с учетом наличных средств и оценки проблемной ситуации*. В связи с этим из реальной окружающей среды выделяют и ту актуальную среду организма, от которой непосредственно зависит удовлетворение потребностей и достижения целей.

Высшие позвоночные и человек в своей деятельности непрерывно опираются на вероятностное прогнозирование. Когда человек переходит улицу, он прогнозирует ситуацию на проезжей части и интервал времени для безопасного пересечения дороги. А водитель транспорта в это время прогнозирует поведение пешеходов, смену сигналов светофора и свои собственные действия по управлению автомобилем.

Животные прогнозируют вероятность поиска пищевого объекта, одновременно прогнозируя поведение хищника, чтобы не стать жертвой собственной «беспечности».

В целом вероятностное прогнозирование деятельности может иметь разные формы (И. М. Фегенберг, Г. Е. Журавлев, 1977):

1. Прогнозирование разных форм независимых от субъекта событий.
2. Прогнозирование своих ответных активных действий.

3. Прогнозирование целенаправленных действий не только в соответствии с их частотой в прошлом опыте, но и с их актуальной значимостью и предполагаемым результатом.

4. Поведение в общении с другими организмами предполагает использование гипотез о наиболее вероятных действиях своих активных партнеров.

5. Прогнозирование действий и целей с учетом собственных энергетических затрат.

Таким образом, когнитивные формы обучения, опираясь на весь широкий репертуар более простых форм неассоциативного и ассоциативного обучения, выступают в качестве одного из фундаментальных механизмов высшей нервной деятельности животных и человека.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.