

# НЕЙРОЭКОНОМИКА: НЕЙРОБИОЛОГИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Происходящий в настоящее время синтез экономических наук, психологии и нейробиологии в рамках новой дисциплины – нейроэкономики, а также развитие новейших нейроимиджинговых методов обещают появление новой междисциплинарной модели, объясняющей механизмы принятия решений. Результаты нейроэкономических исследований демонстрируют, что принятие решений об условлено работой относительно независимых нейрональных систем мозга, отобранных посредством естественного отбора. Взаимодействие «когнитивных» и «эмоциональных» нейрональных механизмов принятия решений определяет степень рациональности поведения человека

- Достижения нейробиологии последних лет позволили приблизиться к пониманию биологических основ принятия решений. Сравнительно недавно появилась новая междисциплинарная область нейробиологии – нейроэкономика. Она объединила нейробиологию, экономические науки, психологию и ряд других дисциплин, знание которых легло в основу новых представлений о механизмах принятия решений и позволило успешно моделировать поведение человека и животных. Возникшая на стыке наук, нейроэкономика в широком смысле является нейробиологией принятия решений.
- На первом этапе своего развития нейроэкономические исследования сосредоточились на изучении нейробиологических механизмов простейших (перцептивных) решений, а также на природе иррациональности, например, на причинах более сильной эмоциональной реакции, сопровождающей потерю по сравнению с приобретениями. Интенсивно изучалось также временное дисконтирование – непропорциональное предпочтение сиюминутного вознаграждения относительно отложенного во времени. Позднее в орбиту нейроэкономических изысканий попали исследования мозговых механизмов определения субъективной полезности (subjective utility) в процессе выбора из возможных альтернатив, исследования того, как мозг учитывает риски при принятии финансовых решений, и исследования поведения потребителя (Knutson et al., 2005; Kuhnen, Knutson, 2005), включая восприятие цены и рекламы (Klucharev et al., 2008; Plassmann et al., 2008). К сожалению, в настоящем обзоре не представляется возможным охватить все направления исследований нейроэкономики. Поэтому в первую очередь мы сосредоточимся на исследованиях дуалистичности механизмов принятия решений. Наша цель – показать, что нерациональное поведение, т. е. поведение, не укладывающееся в традиционные нормативные экономические теории, является результатом эволюционного отбора, закрепленного в структуре и функциях нейрональных сетей нашего мозга.

- Нейроэкономика как новая дисциплина. Исходя из современных представлений нейроэкономики, принятие решений и как следствие – выбор оптимального поведения происходят на уровне специализированных нейронных сетей. В целом нейроэкономический подход является относительно механистичным: нейронные сети обладают способностью регулировать оценку всех «за» и «против» при выборе того или иного поведения. Согласно данному подходу, нейрон, или нейронная сеть, принимающая решение, аккумулирует информацию о возможных поведенческих альтернативах и делает выбор в пользу наиболее оптимальной. В первых нейроэкономических исследованиях, проводимых на животных, были использованы простые модели принятия решений. Например, обезьян обучали следить взглядом за передвигающимся в том или ином направлении объектом.
- . Экспериментаторы пытались обнаружить нейроны, отвечающие за принятие элементарного решения – перевести взгляд вправо или влево. На экране перед обезьяной появлялось облако из движущихся точек, когерентностью движения которых манипулировал экспериментатор. Иногда движение было абсолютно случайным, а иногда точки начинали двигаться в одном направлении (вправо или влево). Результаты исследований показали, что обезьяны, стимулируемые за правильное выполнение задачи фруктовым соком, способны быстро выявлять доминирующее направление движения точек и следовать за ними взглядом. Увеличивая или уменьшая количество точек, двигающихся в одном направлении, исследователи манипулировали степенью сложности задачи и продемонстрировали, что при выполнении задания активность нейронов внутритеменной борозды постепенно возрастала, нейроны аккумулировали информацию до определенного порога принятия решения – переход через данный порог запускал движение глаз. Нейробиологи предложили относительно простую модель принятия решения: обработка и хранение информации об альтернативных направлениях движения происходят на уровне специализированных нейронов-детекторов, кодирующих движение зрительных изображений влево или вправо независимо друг от друга. Например, чем больше точек двигается влево, тем более активным становятся нейроны, детектирующие движение влево. А теперь представим себе, что эти детекторы оказывают друг на друга тормозящее (подавляющее) воздействие: в результате наиболее активные нейроны, к примеру, специализирующиеся на движении влево, будут тормозить (подавлять) нейроны, кодирующие движение в противоположную сторону (вправо), активность которых меньше в данный момент времени.

Таким образом, мы имеем дело с элементарным алгоритмом сравнения альтернатив, где выживает и выигрывает сильнейший за счет подавления конкурента. В целом «левосторонние» нейроны запускают команду перевода взгляда влево, сдерживая (подавляя, затормаживая) при этом использование альтернативных вариантов. В данной модели нейроны LIP являются субстратом принятия решений, осуществляя сравнение зрительной информации и выбор в пользу одной из альтернатив. В последние годы было предложено несколько моделей нейронных сетей, обеспечивающих принятие решения (Wogacz, 2007), в основе которых лежит представление о том, что решение генерируется в тот момент, когда разница между альтернативами достигает определенной пороговой величины. В экспериментах с обезьянами (Glimcher, 2003) было показано, что принятие решения можно уверенно предсказать исходя из активности нейронов LIP: после того как активность нейрона, кодирующего принятие решений, достигает порогового уровня, данное решение неотвратимо. Более того, оказывая воздействие на определенные нейроны, например, электрическим разрядом, можно повлиять на принятое обезьяной решение. Таким образом впервые удалось продемонстрировать существование нейронов, кодирующих принятие элементарных решений

Нейроэкономика предлагает свою достаточно механистическую модель оценки мозгом субъективной полезности, в соответствии с которой нейронные сети обладают способностью сравнения имеющихся альтернатив. В такой модели на вход нейронной сети поступает сенсорный, мотивационный, когнитивный или любой другой сигнал, а на выходе мы получаем результат сравнения в пользу наиболее оптимального решения. Такая модель получила несколько нелогичное название диффузной (термин «диффузный» происходит от одноименной статистической концепции).

# ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ НЕЙРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

- В первую очередь необходимо упомянуть классический павловский условный рефлекс, а также концепцию целенаправленного поведения. Упрощая, можно сказать, что классическая павловская схема «стимул – реакция» (по крайней мере, в той ее западной интерпретации, которая широко используется в современной нейроэкономической науке) в большей степени характеризуется автоматичностью процессов, тогда как целенаправленное поведение лежит в основе более осознанного целеустремленного поведения. В павловской рефлексорной системе наибольшей ценностью обладает ограниченное количество автоматических поведенческих актов, сформировавшихся в процессе эволюции и адаптированных к окружающей среде, типичным примером которых является пищевое поведение – слюноотделение и выделение желудочного сока при посещении ресторана. Области мозга, обслуживающие так называемую павловскую систему, включают мидалину и нижние области стриатума, т. е. те структуры, которые отвечают за выполнение автоматических поведенческих рефлексорных актов по типу «стимул – реакция». В данной системе адаптивная ценность поведения закодирована и закреплена генетически.

# НЕЙРОЭКОНОМИКА МОРАЛИ В ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

- Может ли убийство другого человека считаться моральным поступком? «Конечно нет!» – таков будет ответ, который первым приходит в голову. В подавляющем большинстве случаев – не может. Но, как всегда, существуют исключения из правил. Если речь идет о полицейском, который совершил убийство агрессивного преступника, защищая невинных детей, тогда совершенное им деяние может быть оправданно. Так или иначе, каждый человек постоянно сравнивает результаты своего поведения с социальными нормами. Влияние морали на принятие решений активно изучается с использованием экспериментальных моделей – моральных дилемм. Популярной моральной дилеммой является так называемый «случай с трамваем» (trolley dilemma) (Thomson, 1986): по рельсам мчится трамвай, через мгновение он неминуемо собьет пятерых зазевавшихся прохожих в том случае, если не изменит направления движения. Единственный выход – постараться переключить стрелку и направить трамвай на запасные пути, но в этом случае погибнет ничего не подозревающий, случайно оказавшийся именно в этом месте человек. Предположим, что вы стоите рядом со стрелкой и можете переключить рельсы с одного пути на другой. Что предпочесть: смерть пятерых или убийство одного? Большинство людей согласится, что предпочтительна гибель одного прохожего. Но давайте рассмотрим аналогичную ситуацию лишь в слегка измененных условиях – «историю с пешеходным мостом» (footbridge dilemma) (Thomson, 1986): представьте, что вы стоите рядом с дородным незнакомцем на пешеходном мосту над дорогой, как раз между приближающимся трамваем и теми пятью несчастными потенциальными жертвами; столкнув вниз дородного незнакомца, можно остановить трамвай и спасти жизнь пяти пешеходам. Что вы выберете: спихнуть незнакомца или наблюдать за смертью пяти человек?

Оказывается, что в ситуации выбора в этом «персонифицированном» случае большинство выскажется против идеи принести в жертву невинного незнакомца (Greene et al., 2001). На пешеходном мостике (персонифицированная дилемма) испытуемый оказывается в эмоционально нагруженной ситуации и вынужден сделать гораздо более тяжелый выбор, чем в ситуации переключения стрелки (неперсонифицированная дилемма), где эмоциональный накал ниже и может быть предпринято рациональное осмысление происходящего. фМРТ-сканирование показало, что участки мозга, связанные с эмоциональными и социальными реакциями (например, поясная извилина коры), активируются сильнее, когда испытуемым приходится решать персонифицированную дилемму, аналогичную «истории с пешеходным мостом», в то время как когнитивные области, ответственные за рациональные аспекты принятия решений (например, DLPFC), активируются сильнее в задачах на решение неперсонифицированных утилитарных проблем, аналогичных дилемме с переключением стрелки («случай с трамваем»). Дальнейшие исследования сфокусировались на сравнении моральных дилемм разной степени сложности. Было обнаружено, что при трудном выборе активируется передняя часть поясной извилины – участок мозга, вовлеченный в обработку внутренних конфликтов. В то же время была показана положительная корреляция активности «рациональной» области DLPFC с принятием утилитарных решений, таких, как рациональное решение спасти пять человек, пожертвовав одним. Обе упомянутые области мозга – ACC и DLPFC – активируются в ходе решения и другого типа моральных дилемм. Например, испытуемому предлагалось оценить и принять решение в следующей воображаемой ситуации: агрессоры захватили населенный пункт и приказали уничтожить оставшихся в живых мирных жителей. Вы и небольшая группа ваших товарищей-беженцев прячетесь в подвале большого дома. Наверху оккупанты устроили обыск. Ваш новорожденный ребенок начинает громко плакать. Вы прикрываете его рот ладонью так, чтобы не было слышно его рыданий. Если вы уберете руку, то плач будет не-минуемо услышан – солдаты придут и расстреляют вас, вашего ребенка и всех скрывающихся в подвале. Чтобы сохранить жизнь себе и товарищам, остается только лишить жизни ребенка. Каков будет ваш выбор? Возможно ли убить ребенка, чтобы спасти жизнь другим людям? Этот случай – пример наисложнейшей моральной дилеммы.



- Когда испытуемых просили разрешить эту дилемму, они собирались с ответом чрезвычайно долго, а их решения были самыми разными. Наблюдавшаяся в данной задаче повышенная активация ACC и DLPFC указывала на высокий уровень конфликта, при этом именно активность DLPFC предсказывала утилитарное «когнитивное» решение. Инфантицидная дилемма – пример еще одной моральной дилеммы. Испытуемому предлагается дать оценку действиям женщины, которая предпочла лишить жизни своего новорожденного ребенка, чтобы избежать позора, связанного с его незаконнорожденностью. Без колебаний испытуемые высказывают свое осуждение подобных действий, ведь никто не одобрит чудовищного детоубийства. Ответ в данной дилемме напрашивается сам собой: убийство – преступление! Результаты сканирования мозга подтвердили однозначность решения испытуемых, показав, что активность ACC – области, отвечающей за когнитивный конфликт, и DLPFC – области, отвечающей за когнитивный контроль, была ниже, чем в эксперименте, где испытуемому было предложено обдумать возможность пожертвовать жизнью ребенка ради жизни других людей.



# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

- Презентацию подготовила: Позднякова Лилия Сергеевна  
Группа: ГЭБО-03-15