**Лекция 9 Психофизиология сознания. Анализ в выявлении проблем психологического здоровья населения и риски его нарушения (2 часа).**

Под термином сознание в разных научных дисциплинах понимают не совсем одно и то же. Одни ученые и бодрствование, и сон рассматривают как два различных состояния сознания. Другие сознание противопоставляют сну и, соответственно, связывают только с состоянием бодрствования. Философы чаще всего считают сознание особой формой отражения мира, проявляющейся прежде всего в определении человеком своего места в нем.

Следовательно, в зависимости от позиции автора сознанием называется и ощущение, и самосознание. Более того, долгое время проблема сознания была преимущественно областью гуманитарных наук. Только в последние годы она привлекла пристальное внимание ученых естественного направления. Уже отмечалось, что, по мнению некоторых нейробиологов, сознание не может быть объяснено только деятельностью мозга. Однако в рамках курса психофизиологии рассматриваются лишь те концепции, которые выявляют связь изменений психических состояний со сдвигами активности головного мозга. С этой точки зрения, сознание является продуктом эволюционного развития, возникшим при достижении числа нейронов в головном мозге «критической массы».

Сознание ограничено областью моментального восприятия и оставляет в тени все аспекты действительности, не входящие в зону внимания. Это отличает сознание от бессознательного, область восприятия которого значительно шире.

Зрительное осознание

Одна из хорошо проработанных концепций основана на анализе осознания зрительно воспринимаемых событий. Она называется прожекторной теорией и основывается на роли внимания, создающего «луч прожектора». Эта теория восходит к представлению И.П. Павлова о сознании как светлом пятне — фокусе возбуждения, перемещающемся по коре мозга. Любая удовлетворительная теория должна пытаться объяснить как можно больше различных аспектов сознания: эмоции, воображение и т.д. Посредством зрения человек получает наибольший объем информации. Зрительное осознание — не просто рассматривание находящихся перед глазами предметов: мозг при этом совершает сложнейший анализ поступающей информации и сопоставляет ее с той, что хранится в памяти. Он постоянно фиксирует трехмерное представление о среде, в которой пребывает. При восприятии объектов мозг не только схватывает видимую человеком часть, но и вызывает к жизни зрительный образ того, что находится на недоступной глазу в настоящий момент стороне.

Это хорошо прослеживается по детским рисункам, где ребенок, глядя на предмет, рисует не то, что реально составляет его зрительный образ, а то, что знает о предмете. Например, он может нарисовать четыре ножки у стола, хотя ему видны только две.

Таким образом, доступная глазу информация не обеспечивает ту интерпретацию событий, которую мы воспринимаем на ее основе. Для этого мозг активно восстанавливает необходимую дополнительную информацию из памяти и использует предшествующий опыт. Это позволяет, например, воссоздать объемное изображение при восприятии двухмерных сигналов, падающих на сетчатку глаза. Ярким примером активной включенности мозга в анализ зрительной информации может быть достраивание каждым полушарием целого лица на основе изображения той половины лица, информация о которой попадает в это полушарие.

Один и тот же объект может быть представлен в мозге различным способом — в виде зрительного образа, набора слов, соответствующих звуков, прикосновения или запаха, которые тесно взаимодействуют между собой, поддерживая друг друга. В создании представления участвует множество нейронов, расположенных в различных областях мозга и включенных в сложную иерархическую и пространственную организацию. Изучение импульсной активности нейронов в разных отделах мозга обезьяны и человека, а также наблюдения за последствиями некоторых мозговых травм свидетельствуют о том, что различные характеристики одного и того же объекта и связанные с ним представления об отношениях между объектом и рассматривающим его человеком могут быть обеспечены возбуждением нервных клеток в разных отделах мозга.

Полное представление о каком-то предмете формируется на основании более частных представлений. Одним из них может быть общая характеристика предмета. Нейроны, участвующие в ее организации, чувствительны к точным параметрам объекта и слабо реагируют или не отвечают совсем на другие, например, изменения его ориентации в пространстве. Так, у обезьян одни нейроны возбуждаются на поворот лица в определенном направлении, другие — на направление, в которое устремлен взгляд.

Частные представления о том же предмете могут включаться как в полное, так и располагаться в других отделах мозга. Например, в случае представления о лице такие признаки, как пол человека, особенности его характера и темперамента, была ли с ним встреча прежде, могут коррелировать с нейронной активностью в различных участках мозга. Ясное сознание отличается рядом особенностей. В частности, полное осознание возможно лишь при наличии активного внимания и неповрежденной кратковременной (оперативной) памяти.

До сих пор нет четких доказательств необходимости участия долговременной памяти в процессе осознания. Однако восприятие многих образов требует обязательного обращения к энграммам, долговременно хранящимся в мозге, для полноценной переработки информации, поэтому в норме она, безусловно, включена в процесс осознания. Вместе с тем, как показывают некоторые наблюдения за больными, способность к долговременному запоминанию нового материала для сознания не является облигатной, в то время как сохранность оперативной памяти — необходимое условие.

Для понимания того, что представляет собой человеческое сознание, используют математическую теорию хаоса. С этой точки зрения, изменяющееся состояние динамической нейрональной суперсети с ее варьирующими участниками в виде ансамблей нейронов коррелирует с изменениями состояния сознания. Таким образом, поток траекторий суперсети в гиперпространстве и являет собой поток сознания.

Локализация сознания

В процесс осознания, по-видимому, включены многие области мозга, но доминирующая роль принадлежит новой коре. Зрительная информация от рецепторов сетчатки поступает в новую кору через верхние бугры четверохолмия и таламус.

При перерезке мозолистого тела левое полушарие не включает в осознание зрительную информацию, поступившую в правое полушарие. Это свидетельствует о том, что информация, необходимая для зрительного осознания, не может достигнуть другой половины мозга через подкорковые структуры, поскольку единственным мостиком между полушариями служит мозолистое тело. Осознание у леворуких людей тоже связано с функцией левого полушария.

Гиппокамп является центральной структурой, отвечающей за долговременное хранение информации, которую он по мере необходимости может передавать моторной коре. Гиппокамп расположен так, что способен получать сигналы практически из всех областей головного мозга и посылать собственные во многие из них. Являясь важнейшей структурой хранения информации, он тем не менее не становится центром формирования осознания. Анализ поведения больных с повреждениями этой структуры мозга показывает, что он не играет сколько-нибудь существенной роли в зрительном осознании.

Есть предположение, что кора выполняет две функции. Используя приблизительную и обладающую некоторой избыточностью «монтажную» схему, детерминированную генами и процессами эмбрионального развития, она прибегает к зрительному и другим формам опыта для того, чтобы осуществить медленный собственный «перемонтаж» и благодаря этому образовать категории, на которые может реагировать. Однократное воздействие нового признака не ведет к образованию в коре полноценной новой категории, хотя и при этом могут происходить некоторые небольшие изменения нервных связей.

Другая функция коры — быстрое реагирование на поступающие сигналы. Для этого она пользуется вновь образованными категориями и ищет такие сочетания активных нейронов, прошлый опыт которых позволяет наиболее точно представить в мозге соответствующие объекты и события зримого мира. На образование таких сетей активных нейронов могут влиять сигналы из других частей мозга.

Быстро образующиеся сети нейронов встречаются на разных уровнях мозга и взаимодействуют между собой, формируя еще более крупные цепи. Они нестойки и функционируют лишь доли секунды. Создание подобных сетей должно быть крайне быстрым, поскольку они составляют основу того, что человек сознает. Активность нейрона требует времени, и эту относительную медлительность мозг компенсирует, с одной стороны, одновременной и параллельной работой большого числа нейронов в составе мгновенно возникающих и тут же распадающихся сетей, с другой — иерархической организацией системы.

Таким образом, сознание в любой момент соответствует популяциям активированных нейронов. Это положение было названо принципом нейронной активности. Скорее всего, не все нейроны новой коры, активность которых в данный момент превосходит фоновую, участвуют в процессе осознания. Вероятно, часть активных нейронов связана с анализом воспринятой информации, и только некоторые отражают результаты этой обработки, т. е. создают то, что человек осознает.

Идентифицировать нейроны, чья активность символизирует сознание, помогает феномен бинокулярного соперничества. Он возникает, когда глаза человека имеют разные входы по отношению к одной и той же части поля зрения. Зрительная система левой половины мозга получает сигналы от обоих глаз, но видит только часть зрительного поля справа. Аналогичным образом правая половина мозга тоже имеет информацию от обоих глаз, но видит левое поле зрения. Если эти два конфликтующих входа начинают соперничать, человек видит не результат наложения друг на друга двух входов, а то один, то другой из них.

Первичная зрительная кора (зона V1) не имеет прямого входа от одного глаза, но располагает полноценным механизмом переработки сенсорного сигнала из другого глаза. Р. Гаттас показал, что у обезьяны некоторые нейроны зоны V1 в области проекции слепого пятна реагируют на сенсорный вход из обоих глаз, что обеспечивается активностью нейронов из других участков коры. При простом заполнении слепого пятна некоторые нейроны этой области обнаруживают высокий уровень возбуждения. Вероятно, феномен заполнения —интерполирующий процесс, который может протекать на самых разных уровнях новой коры. Большинство нейронов зрительной коры наиболее интенсивно отвечают на какой-то один тип стимуляции: положение объекта, его ориентацию, направление движения, цвет и т. д. Нейроны, реагирующие на один и тот же параметр зрительной информации, располагаются в коре рядом.

Установлено, например, что электрическая стимуляция небольшого участка зрительной коры — МТ — вызывает почти всегда ожидаемые нарушения в различении параметров движения и способна влиять на поведение и зрительное восприятие животного.

Нейроны, отвечающие на отдельный параметр зрительной стимуляции, располагаются на нижней ступени иерархии зрительного восприятия. Возможно, что истинным коррелятом восприятия является импульсация другого уровня зрительной иерархии, на которую влияют и нейроны, активированные в МТ. Вполне допустимо, что зрительное сознание представляет собой активацию корковых областей, которые обрабатывают и анализируют то, что человек видит. Из коры информация направляется в гиппокамп, где подвергается временному кодированию в долгосрочную эксплицитную память, а также — в моторные отделы коры, ответственные за планирование движений.

Вполне вероятно и поведение непосредственно на основе зрительного восприятия без его осознания. Это демонстрируют больные со «слепым зрением». Такие люди, имеющие травму в области зрительной коры, достаточно точно определяют положение зрительных целей или следят взглядом за их движением, но напрочь отрицают, что они что-либо видят. Исследования свидетельствуют, что у таких больных в восприятии участвуют слабо выраженные связи между наружным коленчатым ядром и некоторыми областями коры (зона V4).

Неясно, существенна ли для зрительного осознания интактная зона V1. Предполагают, что зрительные каналы у людей со «слепым зрением» слишком слабы для того, чтобы активность нейронов могла порождать сознание, но обладают достаточной силой для проникновения в моторную систему мозга.

Люди с нормальным зрением постоянно реагируют на зрительные сигналы, которые они не осознают. Сложные, но стереотипные действия, почти или вообще не сопровождающиеся зрительным сознанием, свойственны любой автоматической деятельности (например, вождению автомобиля). У больных передаваемая информация либо очень ограничена, либо сильно ослаблена, поэтому человек хотя и в состоянии функционировать без зрительного осознания, но его поведение резко обедняется.

Для того чтобы стимул был осознан, необходим некоторый временной интервал (буквально несколько сот мс), в течение которого возбуждаются корковые нейроны. Если активация будет длиться меньшее время, осознания не произойдет. Таким образом, отбирается к осознанию неэмоциональная информация. В норме укорачивать длительность раздражителя могут какие-то внутренние механизмы, тем самым мешая его осознанию.

То, что для осознания необходимо определенное время, подтверждает такой эксперимент: если сигналы следуют один за другим с небольшим разрывом во времени, мозг перерабатывает их как одновременные. Так, если в течение 20 мс испытуемому подавать подряд вспышки сначала красного цвета, а потом — зеленого, он скажет, что видел желтую вспышку. Произошло это потому, что все вспышки перерабатывались одновременно.

Указанные эксперименты привели психолога Р. Эфрона к выводу, что время переработки информации при зрительном восприятии составляет около 60-70 мс. Примерно такое же время требуется для осознания звуков, воспринимаемых слуховым анализатором. Тем не менее на более высоких уровнях зрительной иерархии и в других структурах мозга периоды переработки информации могут быть иными. Они могут ускоряться в процессе обучения или специальной тренировки испытуемых.

Осознанию соответствует глобальная активность многих нейронов одновременно, имеющих разряды с частотой гамма-колебаний. Синхронная активность объединяет их в единый ансамбль. Нейроны могут входить в разные ансамбли, которые, таким образом, являются временными объединениями нейронов по признаку синхронизации активности в гамма-диапазоне. Прожектор внимания, определяющий перемещение фокуса сосредоточенности в конкретных местах зрительного поля, основан на способности нейронов разряжаться когерентно.

Считается, что каждая область коры порождает осознание зрительных признаков только в том случае, если нейроны, отвечающие за восприятие, располагаются друг над другом в виде колонок, перпендикулярных поверхности коры. В то же время до сих пор не найдена область, куда бы сходилась вся информация, необходимая для осознания. По-видимому, как уже было сказано, сознание рассеяно не по какой-нибудь ограниченной мозговой структуре, но охватывает более обширные области новой коры.

Роль речи в осознании

Некоторые исследователи придают особое значение речи в процессе осознания. Одним из первых эту концепцию предложил П.В. Симонов. Наряду с сознанием, которое по природе своей коммуникативно, он выделял подсознание как то, что было осознанным или при определенных условиях может им стать, и сверхсознание, под которым понималась творческая интуиция. Связь сознания с речью представляется необходимой и для других авторов.

Сознание как информационный синтез

Идея сознания как информационного синтеза предложена А.М. Иваницким (1976). В своих рассуждениях он исходил из того, что ощущение возникает значительно позднее, чем приходит информация в мозг. Анализируя амплитуду ранних волн вызванного потенциала в зрительном и соматосенсорном анализаторах, он описал следующий механизм движения нервных импульсов при наличии «центральной станции» в проекционной коре.

Возбуждение сначала поступает из проекционной коры к ассоциативной коре. Затем нервные импульсы приходят к структурам лимбико-гиппокампального комплекса и подкорковым центрам эмоций и мотиваций. Потом по системе диффузных проекций возбуждение вновь поступает в проекционные зоны коры и нервные импульсы от мотивационных центров накладываются на следы сенсорного возбуждения. В процесс включается лобная кора. На корковых нейронах происходит синтез двух видов информации: наличной информации о физических характеристиках стимула и извлекаемых из памяти сведений о его значимости. Этот синтез и есть механизм, лежащий в основе психологического ощущения. Последовательное поступление информации от рецепторов ведет к повторному движению информации по сформированному кольцу. Сходное кольцо движения информации было описано по результатам экспериментов на обезьянах. Эта концепция согласуется с представлениями многих современных исследователей.

А.М. Иваницкий считает, что организация корковых связей в процессе мышления определяется конвергенцией их к определенным центрам, которые автор называет фокусами взаимодействия. Эти связи формируются на разных частотах. Исследователь полагает, что каждая частота связана с передачей определенной информации в фокус. В самом фокусе сигналы комбинируются и сопоставляются, причем вместо сенсорной информации новая информация сопоставляется с данными из оперативной памяти. Субъективно это переживается как процесс размышления и поиск ответа. Гипотетическая структура фокуса взаимодействия состоит из групп нейронов с различными частотными характеристиками, настроенными на одинаковые с ними по частоте группы на периферии. Такие связи должны быть двусторонними, что ведет к формированию системы кольцевых взаимодействий между группами.

Другая концепция сознания выдвигает на первое место не кору мозга, а гиппокамп. На уровне гиппокампального субикулума происходит процесс сравнения сенсорной информации, поступающей от сенсорных органов, с той, которая хранится в памяти. Затем эта информация вновь возвращается к перцептивной системе, откуда поступила информация. Гиппокампальный тета-ритм определяет квантование процессов сознания.

Единая концепция сознания и эмоций

С точки зрения Ю.И. Александрова (2006), сознание может быть сопоставлено с оценкой субъектом этапных и конечных результатов своего поведения, осуществляемой, соответственно, в процессе реализации поведения и при его завершении. Эта оценка определяется содержанием субъективного опыта и ведет к его реорганизации. Таким образом, сознание участвует в регуляции деятельности.

Сознание в этой концепции также представлено несколькими уровнями. Сличение реальных параметров этапных результатов с ожидаемыми во время реализации поведения происходит на первом уровне сознания (более низком). Сличение реальных параметров конечного результата поведения с ожидаемым во время переходных процессов (от одного акта поведения к другому) соответствует второму (высшему) уровню сознания. При этом сличение на первом уровне происходит быстрее, чем на втором.

Изменения соотношения индивидуума и среды в поведении, связанные с оценкой конечных и этапных его результатов и сопоставимые с высоким и низким уровнями сознания, обеспечиваются разной организацией активности мозга.

Поскольку и в эволюции сознание не появилось мгновенно, то мы можем говорить о существовании протосознания у животных. В тоже время существует значительная разница в сознании животных и человека. Животные используют лишь собственный опыт соотношения со средой, человек же использует опыт всего человечества, Формирование индивидуального опыта человека происходит в культуре, поэтому его опыт как генетически детерминирован, так и определяется культурой.

При этом сознание и эмоции являются характеристиками разных, одновременно актуализируемых уровней системной организации поведения, представляющих собой трансформированные этапы развития и соответствующих различным уровням системной дифференциации. Это различные характеристики единой системы организации поведения. Каждый поведенческий акт осуществляется как одновременная реализация систем на наиболее старых, как правило, наименее дифференцированных, до наиболее новых и дифференцированных. Сознание и эмоция – это характеристики, которые принадлежат наиболее и наименее дифференцированным уровням соответственно.

Особенностью данной концепции является то, что сознание связно не с анализом стимулов или сенсомоторной интеграцией, а с построением моделей результатов и сличения этих моделей с параметрами реально достигнутых результатов. При этом поведение рассматривается как беспрерывный континуум промежуточных и конечных результатов последовательно разворачивающихся поведенческих актов. Динамика сознания представляется как последовательная смена уровней, соответствующих достижению и оценке указанных типов результатов.

Нейроны сознания или иерархическая модель гештальта

Выдающийся отечественный психолог Е.Н. Соколов (2004) определяет сознание как поток субъективных состояний, который включает перцептивные, эмоциональные и мыслительные процессы, протекающие в мозге человека. Он разработал гипотезу, согласно которой в основе субъективных явлений лежит активность специфических нейронов — нейронов сознания. Однако не все нейроны мозга связаны с сознанием. Особенностью нейронов сознания является их зависимость от нейронов активирующей и инактивирующей систем. Действительно, отключение ретикулярной формации ведет к утрате сознания, хотя ее нейроны не являются сами по себе нейронами сознания. От ее активности зависит активность нейронов сознания, находящихся в новой коре. Усиление синхронизирующей системы таламуса также ведет к инактивации сознания во время медленноволнового сна.

Новая кора мозга имеет модульный принцип, который уже был ранее описан во многих главах. В модуль входят нейроны первичных проекционных зон (нейроны-детекторы), которые избирательно реагируют на какие-то простые признаки, и нейроны ассоциативных областей, которые отвечают только на сложные признаки. Е.Н. Соколов предложил термин «гностический нейрон», для подобных нейронов, которые избирательно реагируют на такие стимулы как эмоциональное выражение лица человека. Он предложил такое соотношение нейронов-детекторов и гностических нейронов, которое можно представить в виде пирамиды. В основании этой пирамиды лежат таламические ядра, не связанные непосредственно с сознанием, и образующие в качестве предетекторов базис детекторов первичных проекций. Вершиной пирамиды является гностический нейрон, определяющий целостное восприятие сложного стимула, воздействующего на предетекторы в основании пирамиды. Гностический нейрон в этом случае можно назвать гештальт-нейроном, поскольку именно он отвечает за формирование целостного образа, а всю пирамиду — гештальт-пирамидой.

Итак, сенсорный стимул возбуждает у нейронов, которые принадлежат к одной группе детекторов, пейсмекерную активность с совпадающей частотой. Когерентность гамма-колебаний в группе нейронов возникает под влиянием общего стимула.

Высокочастотные ритмы способны генерировать пейсмекерные нейроны таламуса. Определенные стимулы запускают высокочастотные колебания определенной частоты.

Эта активность нейронов таламуса выделяет свой ансамбль нейронов коры, который избирательно настроен на данную частоту, что влечет за собой режим синхронизированной активности нейронов ансамбля.

Активированная гештальт- пирамида иерархически организованных нейронов составляет основу любого сознательного акта. Он включает в себя три уровня субъектного отражения: перцептивный, мнемический и семантический. При активации гештальт-пирамиды возникает перцептивный образ, который сличается с образами, хранящимися в долговременной памяти (мнемический уровень). Нейроны памяти связаны с нейронами, осуществляющими категоризацию сигналов (семантический уровень). Таким образом, в каждом акте осознания три уровня субъективного отражения сливаются.

Стоит помнить, что на одном и том же основании могут формироваться разные пирамиды, на вершине которых будут разные гностические нейроны, реагирующие только на специфический комплекс возбуждений предетекторов. Так, определенное выражение лица, возбуждая комбинацию специфических детекторов ориентаций линий, представляющих наклон бровей и углов рта, селективно возбуждает гностический нейрон на вершине одной из пирамид. Эта гештальт-пирамида будет отвечать только за конкретную экспрессию. Но подобных пирамид множество, и каждая отвечает лишь за один из возможных вариантов экспрессии. Однако весь набор этих нейронных пирамид с их гностическими единицами образует нейронный модель — модуль эмоциональной экспрессии лица. Вершины пирамид этого модуля могут отстоять друг от друга тем дальше, чем сильнее различие между теми стимулами, которые их активируют, то есть чем сильнее различие между эмоциями, которые воспринимаются.

Согласно этой точке зрения, сознание является результатом работы множества параллельно действующих независимых модулей. В качестве примеров модулей Е.Н. Соколов выделяет модуль обработки цветовой информации, модуль идентификации лиц, спецификации эмоциональных выражений лица.

Модули образуют в свою очередь две когнитивные системы. Одна, вентральная, отвечает на вопрос: «Что?», другая — дорзальная — на вопрос: «Где?» Эти системы и входящие в них модули действуют параллельно и независимо друг от друга, что доказывается многочисленными данными по утрате весьма ограниченных возможностей при локальных повреждениях мозга.

С точки зрения Е.Н. Соколова, нейроны гештальт-пирамиды существуют в разных модальностях, в эмоциональных и семантических структурах, рабочей памяти и т.д. Именно они являются структурной основой формирования сознания у человека. Но каким образом один нейрон реализует акт осознания? Описывая предполагаемый внутриклеточный механизм осознания, Е.Н. Соколов опирается на гипотезу С. Хамероффа с соавторами. Известно, что внутренний скелет нейрона представлен сетью микротрубочек, которые, в свою очередь образованы молекулами белка тубулина. Параллельно расположенные микротрубочки образуют структуру в виде решетки, в которой отдельные трубочки соединены между собой мостиками из белка, ассоциированного с микротрубочками. В нейроне есть два вида тубулина. С.Хамерофф предположил, что эти микротрубочки могут быть световодами, по которым распространяется лазерное излучение, которое создается разностью энергетических уровней электронов, входящих в состав двух типов тубулина.

Отдельные микротрубочки связаны с локальными постсинаптическими участками, через которые информация поступает в сеть микротрубочек, образующих аналог нервной системы внутри одного нейрона. Новизна гипотезы состоит еще и в том, что традиционно эту сеть трубочек рассматривают как способ транспорта макромолекул по нейрону. В данной модели за нею сохраняется эта функция и придается дополнительная- квантовомеханическая.

Являясь законченной и оригинальной, эта гипотеза сознания тем не менее не объясняет ряда явлений. Современное представление о сознании связано с тем, что человек «настроен» на восприятие определенных вещей, он как бы ожидает или предвосхищает то, что будет им воспринято. Именно поэтому психофизиологическая модель, кроме восходящих потоков информации, которые описывает данная модель, должна описывать и нисходящий поток, подготавливающий осознание. Кроме того, эта модель не описывает и сам тот момент, как нечто, происходящее на физиологическом уровне, порождает элементарный психический процесс. Следовательно, максимально приближаясь к решению психофизиологической проблемы, эта гипотеза не решает ее.