

**Частное учреждение образования
«Минский институт управления»**

Физиология поведения

**Учебно-методический комплекс,
3-е издание, дополненное,
для студентов специальности
1-23.01.04 - ПСИХОЛОГИЯ**

**Минск
Изд-во МИУ
2008**

Автор-составитель М.Н. Мисюк

**Доцент кафедры юридической психологии МИУ,
кандидат медицинских наук, доцент психологии,
врач высшей категории**

Учебно - методический комплекс содержит курс лекций по всем темам дисциплины «Физиология поведения».

В учебно-методическом комплексе раскрыто содержание дисциплины, определены её цели и задачи, место в учебном процессе.

Представлены вопросы для самоподготовки и список литературы рекомендуемой для изучения в процессе самостоятельной работы.

Комплекс предназначен для студентов факультета правоведения дневной и заочной формы обучения.

ОГЛАВЛЕНИЕ:

Введение.....	5
Лекция 1. Общие вопросы физиологии поведения.....	7
Лекция 2. Роль физиологических систем организма в регуляции поведения человека.....	14
Лекция 3. Методы психофизиологических исследований.....	21
Лекция 4. Управляющие и рабочие системы организма.....	29
Лекция 5. Основы жизнедеятельности.....	38
Лекция 6. Терморегуляция.....	48
Лекция 7. Жидкие среды организма.....	58
Лекция 8. Железы внутренней секреции.....	68
Лекция 9. Гипоталамо-гипофизарная система. Эндокринная функция печени и почек.....	78
Лекция 10. Организация нервной системы.....	83
Лекция 11. Проведение возбуждения.....	94

Лекция 12. Синаптическая передача.....	101
Лекция 13. Строение позвоночника и спинного мозга.....	109
Лекция 14. Физиология вегетативной нервной системы.....	113
Лекция 15. Нервная регуляция функций внутренних органов.....	121
Лекция 16. Сенсорные системы. Общая модель сенсорной системы.....	127
Лекция 17. Общие свойства сенсорных систем. Анатомия и физиология органов вкуса и обоняния.....	134
Лекция 18. Анатомия и физиология кожи.....	142
Лекция 19. Нейрофизиология боли.....	147
Лекция 20. Анатомия и физиология зрительной системы.....	156
Лекция 21. Анатомия и физиология органов слуха и равновесия.....	163
Лекция 22. Управление движениями.....	171
Лекция 23. Сон.....	182
Лекция 24. Функциональные состояния.....	190
Лекция 25. Психофизиология внимания.....	200
Лекция 26. Эмоции.....	206
Лекция 27. Адаптационный синдром.....	215
Лекция 28. Мотивация.....	221
Лекция 29. Общие принципы организации поведения.....	235
Лекция 30. Психофизиология бессознательного.....	248
Лекция 31. Психофизиология сознания.....	261
Лекция 32. Психофизиология памяти.....	274
Лекция 33. Психофизиология научения.....	
Лекция 34. Системные механизмы поведения.....	
Лекция 35. Системная архитектура поведенческих актов.....	
Лекция 36. Психическая деятельность человека.....	
Литература.....	

Лекция 32

Психофизиология памяти

1. Энгграмма.
2. Временная организация памяти.
3. Градиент ретроградной амнезии.
4. Стадии фиксации памяти.
5. Кратковременная и долговременная память.
6. Состояние энграммы:
 - а) спонтанное восстановление памяти;
 - б) восстановление энграммы действием второго электрошока;
 - в) восстановление памяти методом напоминания;
 - г) восстановление памяти методом ознакомления;
 - д) ретроградная амнезия для реактивированных следов памяти;
7. Гипотеза о распределенности энграммы:
 - а) распределенность энграммы в опытах с локальными раздражениями мозга;
8. Процедурная и декларативная память.
9. Молекулярные механизмы памяти.
10. Дискретность мнемических процессов.
11. Константа Ливанова
12. Объем и быстродействие памяти
13. Диапазон ощущений
14. Нейронные коды памяти

Научение может быть рассмотрено как последовательность сложных процессов, вовлекаемых в приобретение, хранение и воспроизведение информации. В результате научения происходит модификация поведения, а память проявляется как сохранение этой модификации.

Энгграмма — след памяти, сформированный в результате обучения. Описание энграммы может быть выполнено как минимум по трем параметрам: динамике развития процессов, приводящих к становлению следа; параметру состояния энграммы, характеризующему ее готовность к воспроизведению; по устройству энграммы, характеризующему механизмы, которые лежат в основе ее создания. Эти три разных аспекта описания энграммы составляют основу трех направлений изучения памяти. Первое исходит из принципа временной организации памяти и описывает динамику формирования энграммы в терминах кратковременного и долговременного хранения; второе, исключая временной компонент создания энграммы, оценивает степень ее готовности к воспроизведению; третье, анализируя нейронные и молекулярные механизмы памяти, может опираться как на принцип временной организации, так и на концепцию состояния энграммы.

Временная организация памяти

Временная организация следа памяти подразумевает последовательное развитие во времени качественно разных процессов, приводящих к фиксации приобретенного опыта. Основные понятия временной организации памяти следующие: консолидация — процесс, приводящий к физическому закреплению энграммы; и реверберация — механизм консолидации, основанный на многократном пробегании нервных импульсов по замкнутым цепям нейронов. Длительность консолидации — интервал времени, необходимый для перехода следа памяти от кратковременного хранения, в котором он находится в виде реверберующей импульсной активности, в долговременное, обеспечивающее длительное существование энграммы.

Основными в концепции временной организации являются понятия кратковременной и долговременной памяти (при фиксации происходит смена одной формы существования энграммы в другую)

Основной способ исследования временной организации памяти заключается в искусственной воздействию на один из предполагаемых этапов становления энграммы, поэтому широкое применение получил метод экспериментальной ретроградной амнезии. Экспериментальная ретроградная амнезия вызывается самыми разными воздействиями. Доказано, что электрошок влияет на хранение недавно приобретенного опыта, но не только электрошок, приводящий к драматическим последствиям, но и электрическая стимуляция весьма малой интенсивности может влиять на память. Электрическая стимуляция может усиливать и прерывать хранение следа.

Градиент ретроградной амнезии

Зависимость эффективности модуляции памяти от интервала времени между обучением и применением амнестического агента характеризует градиент ретроградной амнезии. Было установлено, что интервал времени, в течение которого след памяти уязвим для действия амнестического агента, меняется в зависимости от условий эксперимента и вида используемого воздействия. Нарушение памяти зависит от места приложения стимула, его интенсивности и интервала времени, прошедшего после обучения. Из исследований градиента ретроградной амнезии можно сделать вывод: эффективность определенного амнестического воздействия изменяется обратно пропорционально интервалу времени, прошедшего от момента применения данного агента, и прямо пропорционально его силе.

Стадии фиксации памяти

Гипотеза о двух последовательно развивающихся следах. Согласно гипотезе формирование энграммы осуществляется в два этапа: первый характеризует неустойчивой формой следа и существует в течение непродолжительного периода. Это этап кратковременной памяти. Именно на этом этапе след уязвим для действия модулирующих память влияний. Второй этап — переход следа в устойчивое состояние, которое не изменяется в течение продолжительного периода, — это этап долговременной памяти. Фиксация энграммы осуществляется при помощи процесса консолидации. Консолидация начинает развиваться во время пребывания следа в фа-

кратковременного хранения. Последовательная смена состояний следа является необходимым условием для фиксации энграммы.

Основные положения теории консолидации энграммы.

- 1) Фиксацию следа памяти обеспечивает процесс консолидации.
- 2) След памяти тем устойчивее, чем больший интервал времени проходит от момента завершения обучения до момента предъявления амнестического агента.
- 3) След памяти можно разрушить, если он еще не консолидировался или консолидировался частично.
- 4) Прерывание процесса консолидации приводит к физическому уничтожению энграммы.
- 5) Разрушенный след памяти не восстанавливается, так как действие амнестических агентов необратимо.

Гипотеза одного следа и двух процессов

В основе ее лежит предположение, что при обучении развиваются два процесса — один из них специфический, инициируемый приобретенным опытом, а другой — неспецифический. След памяти нестабилен до тех пор, пока неспецифическая физиологическая активность не закрепит состояние мозга, которое способствует научению и хранению следа. Неспецифические явления, сопровождающие научение и формирование следа, включают изменения уровня бодрствования и уровня определенных гормонов. Особенностью этой модели является отсутствие независимой кратковременной памяти. То, что называют кратковременной памятью является особым случаем существования следа, когда действие неспецифического компонента научения ослаблено или заблокировано. Так как проявление энграммы связано с деятельностью многих структур мозга, «чистый след» может оказаться порогом воспроизведения. Это единственная гипотеза, в которой процесс образования энграммы и ее воспроизведения становится в зависимость от общего состояния ЦНС.

Гипотеза о трех последовательных этапах фиксации энграммы. Идентификация стадий формирования памяти при действии различных фармакологических средств ингибиторов синтеза белков привела к предположению о существовании не двух, трех последовательных этапов в закреплении энграммы.

Кратковременная и долговременная память

Понятие о кратковременной и долговременной памяти является общим для всех теорий, опирающихся на концепцию временной организации. В рамках временно подхода критериями являются «времена жизни» энграммы в определенной форме хранения. По мнению одних исследователей в кратковременной памяти след сохраняется от нескольких секунд до нескольких часов, а в долговременной — нескольких часов до нескольких дней, после чего переходит в постоянное хранение. Согласно другим представлениям, в кратковременной памяти след находится несколько секунд, а в долговременной — от нескольких секунд до нескольких лет. Основные характеристики кратковременной памяти следующие:

- 1) Кратковременная память необходима для перехода следа в долговременную память.
 - 2) Содержимое кратковременной памяти быстро угасает), оно может быть разрушено различными амнестическими воздействиями).
 - 3) Объем кратковременной памяти ограничен, в отличие от долговременной памяти, которая практически постоянна, а объем ее бесконечен.
- Состояния энграммы.

В опытах были получены факты, которые невозможно объяснить, оставаясь в кругу представленной временной организации памяти, — действие амнестических агентов не приводит к физическому уничтожению следов памяти, о чем свидетельствует обнаружение спонтанных восстановлений энграммы. Кроме того продемонстрировано развитие ретроградной амнезии для «старых», заведомо прошедших период консолидации энграмм.

Спонтанное восстановление памяти

Факты спонтанного восстановления памяти после действия амнестического электрошока были известны в 1950-е годы. Сообщалось о восстановлении навыка после применения электрошока при обучении животных пробегать Т-лабиринт. Восстановление памяти было обнаружено и после применения множественных электрошоков.

Восстановление энграммы действием второго электрошока

Многие исследования сообщили о восстанавливающем действии вторично предъявленной комбинации «наказание (стимул, который применяется при обучении) — электрошок». Обнаружено, что если на следующий день после предъявления амнестического агента животному снова повторить эту комбинацию, то произойдет восстановление навыка. Восстанавливающий эффект комбинации «наказание — электрошок» сохраняется даже через 2 недели после развития ретроградной амнезии.

Восстановление памяти методом напоминания

«Метод напоминания» заключается в том, что перед тестированием сохраненный навык животным предъявляли электрическое раздражение, сила которого значительно меньше силы «наказания», которое применяли при обучении, и оно обладает дополнительным обучающим эффектом. Восстанавливающее действие «напоминания» не зависит от интервала времени между тестированием и предъявлением «напоминания». «Напоминание» обладает специфическим действием в отношении повторной активации энграммы, сформированной в предыдущем обучении, а затем депрессированной электрошоком. Электрошок переводит энграмму в латентное состояние. «Напоминание» может выполнять функцию стимула, активирующего энграмму.

Восстановление памяти методом ознакомления

Если перед обучением животное поместить в экспериментальную камеру и дать возможность свободно передвигаться в ней, то после применения амнестического

агента ретроградная амнезия не возникает. Существует оптимальное время пребывания животных в экспериментальной камере до обучения. Это влияние на устойчивость следа памяти получило название эффекта «ознакомления». Применение эффекта «ознакомления» в экспериментах по изучению стабильности следа памяти оказалось эффективным способом восстановления энграммы после применения амнестического воздействия.

В экспериментах показана эффективность «ознакомления» для задач с мотивированных страхом и голодом. Применение этого метода привело к сокращению времени от момента завершения обучения до применения амнестического электрошока, вызывающего ретроградную амнезию.

Результаты применения специальных методов восстановления памяти депрессированной применением амнестических агентов, показывают, что ни один из известных в настоящее время агентов не может полностью разрушить однажды сформированный след памяти, а причина ретроградной амнезии заключается в нарушении воспроизведения энграммы.

Ретроградная амнезия для реактивированных следов памяти

Обнаружено, что после перехода памяти в долговременное хранение можно вызвать ретроградную амнезию. В опытах изучали действие электрошока на навскипно сформированный несколько дней назад. Перед применением амнестического воздействия производилась реактивация энграммы — для этого применялось «напоминание». Тестирование показало развитие ретроградной амнезии для «старого» следа памяти. Результаты экспериментов приводят к предположению о том, что для амнестического воздействия достигаемы следы памяти, находящиеся в момент применения агента в активном состоянии, которое характеризует готовность энграммы к воспроизведению.

Основные положения теории активной памяти

Память выступает как единое свойство, т.е. не существует деления на кратковременную и долговременную. Временной градиент ухудшения памяти оказывает влияние на воспроизведение энграммы. При обучении фиксация памяти происходит во время обучения. Динамика научения отражает и динамику фиксации памяти. Энграмма существует в активной форме, готовой к реализации в данный момент времени, и в пассивной — не готовой к непосредственному воспроизведению. Воспроизведение энграммы, извлеченной из активной памяти, может блокироваться применением амнестического агента. В этом заключается причина ретроградной амнезии. Ретроградная амнезия возникает только для энграмм, находящихся в активном состоянии в момент применения амнестического агента. Активная память — это совокупность активных энграмм. О состоянии энграммы можно судить только по результатам воспроизведения. Активная энграмма существует на уровне электрической активности нейронов. Электрошок изменяет электрическую

активность нервных клеток, и воспроизведение энграммы по этой причине становится невозможным. Электрошок нарушает функции коммуникации между нейронами, не только дезорганизует паттернизированную электрическую активность — он нарушает функциональную целостность электровозбудимой мембраны. Изменения активности нейронов носят временный характер. При восстановлении нормальной электрической активности нейронов происходит и восстановление памяти. Для воспроизведения энграммы нужна нормальная электрическая активность. После применения амнестических агентов след памяти не воспроизводится, потому что нарушены средства его выражения — электрические процессы определенных нейронов, участвующих в воспроизведении энграммы.

Организация активной памяти

Вся память рассматривается как постоянная и долговременная. Некоторая часть долговременной памяти становится активной в требующей ситуации определенного времени. Другая ее часть находится в латентном или неактивном состоянии и потому является недоступной для реализации. Активная энграмма — след памяти, находящийся в состоянии, готовом для реализации в поведении и существующий на определенном уровне электрической активности определенных нервных элементов. Часть энграммы становится активной в требующие ситуации моменты времени. Реактивируется и переходит в активное состояние, доступное для актуализации. Реактивация может происходить как спонтанно, так и под влиянием различных внутренних и внешних факторов. В состоянии энграммы можно судить только по результатам тестирования.

Долговременная память организована в систему, в которой вновь приобретенный опыт занимает определенное место. Память усиливается и дополняется в течение всей жизни. Если новая энграмма вошла в систему памяти, для ее актуализации достаточно не только ее непосредственной активации, но и активации через «подсказку». Память проявляется в возможности модифицировать поведение в зависимости от прошлого и настоящего опыта.

Концепция состояний памяти свободна от условного деления на кратковременную и долговременную и потому может объяснять феномены, которые остаются непонятными с точки зрения временного подхода к организации памяти. То, что принято называть кратковременной памятью, является активной частью памяти, в которой в определенных ситуациях доминирует вновь приобретенный опыт.

Гипотеза о распределении энграммы

Сыты с локальными раздражениями мозга показали, что развитие ретроградной амнезии при стимуляции определенной структуры зависит от интервала времени, прошедшего от момента завершения обучения до применения амнестического агента. Разные участки мозга эффективны для нарушения памяти через разное время. След памяти через разное время реализуется разным

нейронами. «Плавание» энграммы по структурам мозга отражает принцип организации памяти.

Распределенность энграммы в опытах с локальными раздражениями мозга

Исследования, выполненные с использованием электрошоков, которые вызывают развитие электрической судорожной активности, показывают сложную динамику перемещений активной энграммы по структурам мозга.

Регистрация электрической активности показывает, что действие таких токов затрагивает только активность нейронов, расположенных в непосредственной близости от стимулирующих электродов. Эффективность электрического раздражения одной и той же структуры мозга изменяется в зависимости от интервала времени прошедшего после обучения. Было выдвинуто предположение о том, что существуют специальные нейронные системы, обеспечивающие кратковременную и долговременную память. Для идентификации таких нейронных систем были использованы локальные раздражения разных структур головного мозга.

Стимуляция токами малой силы гиппокампа, миндалины, срединного центра кошек или хвостатого ядра у крыс прерывает долговременную память для заданного пассивного избегания. Раздражение ретикулярной формации приводит к нарушению кратковременной памяти, хвостатого ядра — кратковременной и долговременной, миндалины и гиппокампа — долговременной. Предполагается, что кратковременная и долговременная память развиваются параллельно и обеспечиваются разными нейронными системами.

Функциональное значение одной и той же структуры мозга изменяется в различные моменты времени. Эти изменения говорят о существовании временно паттерна взаимодействий между отдельными структурами мозга, о подвижности мнестического процесса и о критической необходимости участия определенной структуры в различные моменты реализации энграммы в зависимости от интервала времени после обучения.

Удаляя определенные участки мозга, исследователи пытались понять, насколько они необходимы для процессов обучения и памяти. Оказалось, что даже при экстирпации значительных участков мозга обучение происходило, а память нарушалась относительно мало.

Распределенность энграммы по множеству элементов мозга

Представление о том, что след памяти не имеет определенной локализации, считается с нейронов разных структур мозга в зависимости от обстоятельств подтверждено экспериментами. Факты, полученные в опытах, указывают на принцип распределенности энграммы как основу организации памяти. Анализ данных говорит не о единственном пункте локализации памяти, а об определенном множестве таких мест, размещенных по различным структурам мозга. Полученные факты

демонстрируют изменчивость их пространственного расположения. При выполнении животными отсроченной задачи происходит перемещение функционально активных пунктов (локусов) мозга, содержащих критичные для реализации энграммы нервные клетки. Энграмма распространяется по структурам мозга, когда след памяти «стареет». Конфигурация ансамбля активно действующих локусов не остается застывшей, а изменяет пространственную структуру в зависимости от потребности регуляции целостного поведения в данный отрезок времени. Это дает основание для принятия принципа динамичности в организации морфофункциональной системы обеспечения процессов кратковременной памяти.

Принцип динамичности предполагает нестабильность самой системы во времени. Постоянная смена активностей следа памяти на разных элементах системы является причиной постоянного «блуждания» активных мозговых центров.

Нейрофизиологические исследования распределенности энграммы

Опыты на идентифицированных нейронах показали, что независимо от вида ассоциируемых стимулов и от особенностей предъявления сочетаний данный конкретный нейрон всегда обучается по одному и тому же способу — или во время обучения, или отсроченно. Это качество является его индивидуальной характеристикой в отношении данного вида обучения.

Время сохранения следа памяти в состоянии наивысшей активности изолированных нейронах не слишком велико и не превышает 20 минут, а отсроченно обучающихся нейронов — 40 минут. Воспроизведение следа памяти через разное время после обучения происходит с различных нейронов, отличающихся временными характеристиками достижения максимальной активности иницированной обучением.

Процедурная и декларативная память

В последнее время стало приобретать все большее значение представление множественности систем памяти. Эти системы памяти имеют разные оперативные характеристики, участвуют в приобретении знаний разного рода и осуществляют разные мозговые структуры.

Процедурная память — это знание того, как нужно действовать, развивается в ходе эволюции раньше, чем декларативная. Привыкание и классическое обусловливание — это примеры приобретения процедурной памяти.

Декларативная память — обеспечивает ясные и доступный отчет о прошлом индивидуальном опыте, она является сознательной. Память на события и факты включает запоминание слов, лиц и т.п. Содержание декларативной памяти может быть декларировано. Она зависит от интеграции в мозговых структурах и связей медиальной височной корой и диэнцефалоном, повреждение которых становится

причиной ее нарушения. Организация декларативной памяти требует переработки информации в височных долях мозга и таламусе. Структурой, важной для декларативной памяти, является гиппокамп вместе с парагиппокампальной корой. Внутри диэнцефалона важные для декларативной памяти структуры и связи включают медиодорзальные ядра таламуса, передние ядра, мамилло-таламический тракт и внутреннюю медуллярную пластинку.

В то время как декларативная память относится к биологически значимым категориям памяти, зависящим от специфических мозговых систем, недеklarативная память охватывает несколько видов памяти и зависит от множества структур мозга.

Молекулярные механизмы памяти

Исследование механизмов научения и памяти ведется преимущественно в контексте пластичности. Так как пластичность стала доступной для исследований на клеточном и молекулярном уровнях, в настоящее время идентифицировано множество механизмов нейронной пластичности, которые, как предполагается, вносят свой вклад в разные формы обучения.

Обычно в качестве основного механизма при формировании памяти рассматривают модификацию синаптических связей. Эксперименты, в которых изучаются механизмы долговременной пластичности, показывают, что на нейрофизиологическом показателе «старые» и «новые» следы памяти неразличимы, а качественно электрическая активность нейронов одинакова. Предполагается, что в основе длительно сохраняющихся следов памяти лежат долговременные изменения хемореактивных свойств мембраны нейронов. Полученные факты позволяют рассматривать длительно сохраняющиеся изменения хемочувствительных мембран нейронов в качестве одного из реальных механизмов, лежащих в основе сохранения энграмм.

Мембрана может рассматриваться как двойной посредник в передаче информации: состояние мембраны определяет чувствительность к стимулу, перестройка мембраны после получения сигнала определяет силу, специфичность адекватности ответа. Исключительная роль мембран в передаче и хранении информации связана с кооперативными структурными переходами в них. Эти переходы могут индуцироваться изменениями в липидах и белках.

Современный уровень понимания природы синаптической пластичности и эволюционных процессов позволяет успешно изучать целенаправленное воздействие на метаболические процессы нервных клеток, обеспечивающее привыкание, ассоциативное обучение, долговременную потенциацию, длительно сохраняющееся изменение синаптической эффективности и другие разнообразные формы пластичности нервных клеток. Идентификация тонких внутриклеточных биохимических механизмов научения позволила понять особую роль ионов кальция

Кальций осуществляет взаимосвязь между метаболизмом нейрона и его мембраною, являясь метаболически зависимым компонентом клеточной проводимости; принимает непосредственное участие в формировании пластических реакций нейронов.

Дискретность мнемических процессов

Буквы алфавита, атомы и молекулы — все это кодовые обозначения различных сущностей, значение открытий которых нельзя переоценить.

Первым было открытие иероглифов и азбуки. Азбука состоит из небольшого количества букв, кириллица из 33 букв, латиница из 26. Этого, даже с помощью цифр и знаков, как оказалось, достаточно, чтобы удовлетворить все нужды цивилизации при приобретении, накоплении и передаче знаний. Идея дискретности мира наглядно проявляется в азбуке.

Вторым было открытие атомной структуры вещества. В таблице Менделеева около 100 различных атомов. Таков размер алфавита кодовых обозначений материи.

Третьим было открытие молекулярных кодов генетической памяти. Это все четыре «буквы» — четыре нуклеотида, составляющих молекулу дезоксирибонуклеиновой кислоты, чуть больше двух десятков «слов» — аминокислот, и бесконечное множество различных кодовых «слов». Классический пример — молекула гемоглобина.

На очереди открытие нейронных кодов, выражающих внутренний мир человека: его ощущения, эмоции, память, закономерности обработки информации, особенности личности.

Константа Ливанова

Существует множество эмпирических зависимостей, называемых законами. В качестве примеров можно назвать основной психофизический закон, устанавливающий зависимость силы ощущения от физической интенсивности стимула. Закон постоянства скорости обработки информации человеком, закон постоянства объема кратковременной или оперативной памяти, закон постоянства времени поиска сведений в памяти и др. Все внимание исследователей было устремлено на особенности активности одиночных нейронов, особенно нейронных детекторов простых и сложных признаков.

Е.И.Соколов выработал условные рефлексы изолированных нейронов, открыл нейронные механизмы ориентировочного рефлекса. Он связал вместе поведение отдельных нейронов и индивида в целом, проторив дорогу к созданию искусственного интеллекта. Он создал векторную психофизиологию, объяснил количественно фундаментальные явления в психологии взаимодействием двух физиологических векторов: векторов синаптической проводимости и векторов возбуждений, т.е. нейронных импульсаций, поступающих к синапсам. Синаптическая

векторы — основа памяти. Векторы возбуждения порождаются воспринимаемыми стимулами и нейронными командами, обеспечивающими поведение.

Н.П.Бехтеревой был сделан следующий шаг к расшифровке клеточных нейронных механизмов психики. Она широко использовала термин «нейронные коды». Во время диагностических процедур Н.П.Бехтерева погружала множество электродов в глубь мозга и сумела записать группы импульсов, закономерности которых связаны в течение какого-то времени с физическими особенностями и смыслом воспринимаемых и проговариваемых сигналов.

Группы импульсов и были названы «нейронными кодами», составляющим язык мозга.

Однако объяснить количественно психологические явления в их динамике, учетом временных характеристик нейронной импульсации не удавалось долгое время.

М.Н.Ливанов доказал, что периодические процессы мозга узкополосны, а их спектры гребенчаты. И это не случайность. Ливанов впервые описал явление захвата ритмов. Ливанов синхронизировал условные ритмические вспышки с безусловными стимулами — ритмичными ударами электрическим током — и наблюдал сравнительно быструю выработку условного рефлекса. Аритмичные и несинхронные раздражения прочного рефлекса не вызывали. Он обнаружил, что синхронизация ритмичных колебаний в пространственно разнесенных билатерально симметричных пунктах мозга как зеркало отражает напряженность психической деятельности человека и является зримым проявлением ассоциативных процессов.

Согласованность во времени нейронных импульсов — главное условие для существования нейронных ансамблей, создаваемых как под влиянием стимуляции так и независимо от нее в ходе творческих озарений и обобщения данных хранящихся в памяти. Волны импульсации в глубинах мозга следуют одна за другой небольшими промежутками, равными длительности относительной рефрактерности после каждого нейронного импульса восстанавливается не сразу после предыдущего а с некоторой задержкой.

Человек отличается от животных ярко выраженной регулярностью ритмичности мозговых волн с частотой около 10 Гц.

Лишь циклически повторяющиеся превращения материи служат основой личности и памяти, т.е. основой человеческого духа.

Объем и быстродействие памяти

Нейронные ансамбли, ответственные за субъективное отражение, активируются периодически, разряжаясь импульсами.

Из-за биений частот, слагающих ЭЭГ, актуализированные образы памяти как бы пульсируют с периодом биений.

Психологи давно уже выделили несколько типов памяти человека: иконическую, кратковременную и долговременную.

С одной стороны — память человека выглядит безбрежной. Это долговременная память. С другой — удивительно маленькой. Такова оперативная и кратковременная (рабочая) память. А раньше ее называли объемом сознания. Единицами памяти, ее нейронными кодами служат пакеты волн, т.е. синхронные импульсных разрядов многих нейронов в составе одного ансамбля. Нейронные ансамбли огромное множество. Каждый из них хранит информацию о каком-то объекте памяти в виде устойчивого волнового узора. Ансамбль состоит из нескольких групп нейронов, число их варьирует. Чем больше нейронов вовлечено в ритм какого-то ансамбля, тем выше вероятность осознания соответствующего образа.

Каждая единица памяти — это одно определенное понятие или команда, т.е. паттерн действия.

Емкость памяти — функция одной единственной физиологической константы ($R=0,1$). Это дробь Ливанова.

Из-за циклических колебаний возбудимости нейронных ансамблей образы долговременной памяти актуализируются не все сразу, а по очереди, причем некоторые чаще, другие реже. Если моменты актуализации разных образов совпадают, то такие единицы памяти имеют шанс объединиться. Таким образом вырабатывается новое понятие. Так происходит научение, и реализуются акты творчества.

Диапазон ощущений

Из физиологических предположений вытекает органическая связь временных параметров восприятия стимулов с ощущением их интенсивности. Чем больше разнообразие нейронных кодов, тем шире диапазон ощущений.

Нейронные коды памяти

Нейронными кодами памяти служат циклически повторяющиеся волны импульсов, порождаемые нейронными ансамблями. Длительность одного цикла составляет 100 мс. Число ансамблей, последовательно вовлекаемых в активность за этот период, определяется константой Ливанова. Чаще всего оно равно 10. Каждый ансамбль за один цикл активности генерирует от 1 до 10 знаков из нейронных импульсов множества нервных клеток, образующих ансамбль. Минимальное число нейронов, обеспечивающее устойчивые, незатухающие колебания ансамблевой активности, составляет около 100 клеток. Максимальное число неизвестно (порядка сотен тысяч).

Литература:

1. «Психофизиология» под ред. Ю.И.Александрова. Санкт-Петербург, 2001. Стр. 111-141.