

ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА СИСТЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПСИХИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ “ДЕТЕКТОР ИНТЕЛЛЕКТА”

© 2002 г. К. В. Судаков*, Е. А. Умрюхин**

*Директор НИИ нормальной физиологии имени П.К. Анохина РАМН, академик РАМН

**Руководитель лаборатории того же Института, член-корр. РАМН

Рассматривается информационная компьютерная модель психической деятельности человека, которая воспроизводит в виде программных алгоритмов системные стадии организации психической деятельности (по созданной П.К. Анохиным теории функциональных систем), используется для индивидуальной характеристики психической деятельности у испытуемых различного возраста и профессий.

Ключевые слова: модель, “системокванты” психической деятельности, обучение, количественная оценка, норма, патология.

Психическая деятельность человека, согласно разработанной П.К. Анохиным теории функциональных систем [1, 2], “строится” с помощью системной центральной архитектоники. Она включает: афферентный синтез, принятие решения, акцептор результатов действия, эфферентный синтез и постоянную оценку акцептором результатов действия параметров достигнутых результатов с помощью обратной афферентации.

Данная архитектоника психической деятельности легла в основу конструкции предложенной нами информационной компьютерной модели “Детектор интеллекта” [7].

Системная организация функций мозга положена в основу новой классификации типов психической деятельности человека. В соответствии с узловыми стадиями системной архитектоники психической деятельности и поведения мы предложили разделять индивидов по следующим показателям: характеру доминирования исходных биологических мотиваций; свойствам доминирования биологических и социальных мотиваций; способностям извлечения доминирующими мотивациями генетической и индивидуально приобретенной памяти; свойствам принятия решений; способностям предвидеть потребные результаты; способности оценивать достигнутые результаты применительно к личным и общественным потребностям [4].

В соответствии с принципом системного квантования процессов жизнедеятельности непрерывный континуум психической деятельности расчленяется различными потребностями и механизмами их удовлетворения на дискретные “системокванты” [6]. Каждый из них включает формирование

потребности, мотивацию, программирование деятельности, поведение, направленное на достижение этапных и конечных результатов, и постоянную оценку акцептором результатов действия полученных результатов с помощью обратной афферентации.

Каждый “системоквант” ограничивается, таким образом, двумя ведущими компонентами системной деятельности – мотивацией и подкреплением.

При достижении потребных результатов-подкреплений поступающая к акцептору результатов действия обратная афферентация формирует на его структурах информационные отпечатки параметров достигнутых результатов. Эти следы памяти при последующем очередном возникновении соответствующей потребности опережающе возбуждаются доминирующей мотивацией. В результате, в структурах акцептора результата действия на информационной основе строятся функциональные системы психического уровня организации. Именно эту информационную сторону психической деятельности имитирует и реализует разработанная нами модель.

Цель настоящей работы – использовать разработанную компьютерную модель для характеристики системных возрастных групп и профессий.

МЕТОДИКА

Предлагаемая модель строится взаимосвязанными блоками, имитирующими работу реально действующих в мозге нейрональных ячеек, системной организации психической деятельности [5].

Алгоритмы и принципы технического построения модели подробно изложены нами в ряде публикаций [7–9].

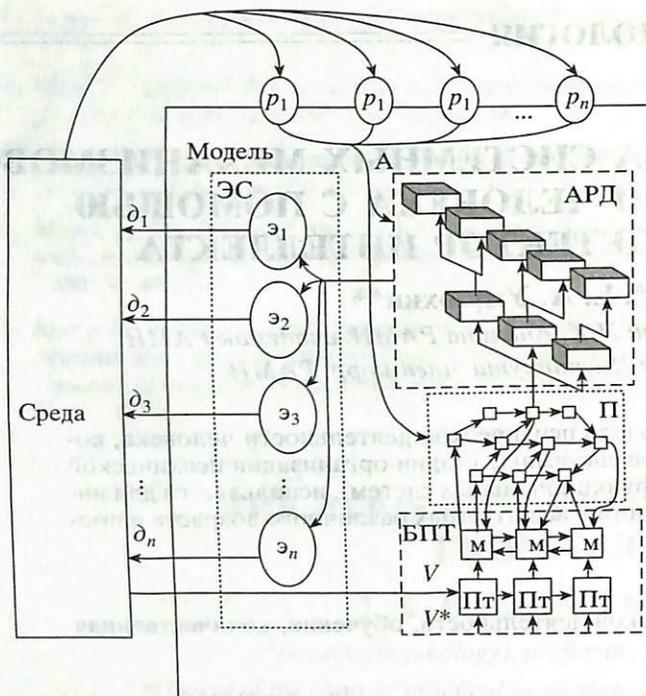


Рис. 1. Основные блоки модели и ее взаимодействие со средой.

БПТ – блок, имитирующий потребности, возникающие при рассогласовании переменных v с заданными для них значениями v^* . М – элементы – аналоги мотиваций. П – блок цепочек элементов памяти.

АРД – блок, имитирующий аппарат акцептора результатов действия. P_1, \dots, P_n – элементы, соответствующие рецепторам. ЭС – блок, имитирующий эфферентный синтез. $\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n$ – элементы, соответствующие эффекторам. d_1, \dots, d_n – действия модели.

Разработанная модель включает (рис. 1):

1. Набор заданных программ деятельности, имитирующей врожденные генетически детерминированные механизмы оценки жизненно важных переменных.

2. Блок, имитирующий принципы построения на основе потребности доминирующей мотивации и распространения мотивационных влияний на отдельные элементы ячеек памяти.

3. Блок, имитирующий аппарат акцептора результата действия с многоуровневым расположением отдельных элементов, запоминающих параметры внешних воздействий.

4. Блок, имитирующий стадию эфферентного синтеза и его взаимодействие с блоком среды.

5. Механизм оценки моделью параметров достигнутых результатов, их запечатление и построение энграмм памяти на структурах аналога акцептора результатов действия.

Модель выполняет следующие функции:

А. Самостоятельно на основе заданных потребностей ставит задачи по их удовлетворению, определяет способы и пути достижения потребных результатов в жестко детерминированной и вероятностной внешней среде. Формирует системную архитектуру деятельности, направленную на достижение потребных результатов на основе заложенной конструктором программы и обучения.

Б. Обучается на основе многократного запечатления параметров потребных результатов на структурах аналога акцептора результата действия и формирования энграмм памяти.

В. Программирует свойства потребных результатов в соответствии с заданной конструктором программой и при самостоятельном обучении.

Г. Оценивает интуитивную и сознательную деятельность испытуемых на различных стадиях системной архитектуры их психической и поведенческой деятельности при решении заданных задач. Выявляет индивидуальные особенности системной деятельности испытуемых.

Обучение модели осуществляется за счет изменения проводимости связей между элементами, составляющими различные блоки, и, особенно, блок акцептора результатов действия.

При возникновении запрограммированной конструктором потребности возбуждаются элементы, составляющие блок мотивации и памяти. Под влиянием этих процессов опережающе активируются определенные связи в блоке акцептора результата действия, активируется блок эфферентного синтеза и осуществляется взаимодействие модели со средой. Полученная в результате этого информация снова поступает к блоку акцептора результата действия, сравнивается с возбужденными исходной мотивацией элементами и оценивается в плане удовлетворения исходной потребности модели. Если параметры среды удовлетворяют исходную потребность модели, то возбуждаются элементы, имитирующие положительную эмоцию, и на этом "системокванты" деятельности модели завершаются. В случае, когда достигнутый результат не удовлетворяет исходную потребность, включаются дополнительные элементы блока эфферентного синтеза и поведения модели во внешней среде. Происходит процесс обогащения акцептора результата действия. Состав входящих в него элементов расширяется. Идет процесс обучения модели достижению потребного результата. И только в случае достижения запрограммированного потребного результата "системоквант" модели завершается.

Для сравнения результативной деятельности испытуемых и модели исследования проводились в одинаковых условиях вероятностной среды. Для этого один из нас спроектировал специальное устройство "Адаптрон", позволяющее человеку под контролем деятельности модели выполнять результативную задачу [9].

На пульте "Адаптрона" размером $300 \times 300 \text{ мм}^2$ располагается матовый экран в виде круга диаметром 150 мм (рис. 2). Экран подсвечивается снизу лампами четырех различающихся цветов, что позволяет предъявлять испытуемым четыре хорошо различающихся сигнала (C_1 – зеленый, C_2 – желтый, C_3 – красный и C_4 – синий) и пятый сигнал в виде высвечивания на экране яркой многоконечной звезды. На этом же пульте имеются 5 кнопок: четыре, расположенные по периферии пульта, – K_1, K_2, K_3, K_4 и одна – в центре. Звезда загорается после нажатия испытуемыми кнопок в определенной последовательности.

Каждый сигнал включается после нажатия одной из четырех кнопок K_1, K_2, K_3, K_4 . Кнопка, переключавшая цвет сигнала на пульте и приближающая к цели – включению изображения звезды – результативная.

Перед началом исследования испытуемым предлагалось прочитать следующую инструкцию:

"В исследовании, проводимом с помощью данного прибора, определяются особенности Вашей результативной деятельности. Ваша задача – многократное получение изображения звезды на пульте при минимальном количестве нажатий периферических кнопок. Звезда загорается после того, как в определенном порядке на пульте сменяются сигналы четырех разных цветов. Смена сигнала определенного цвета на следующий происходит при нажатии одной из четырех периферических кнопок. Кнопка, меняющая цвет на пульте на следующий цвет и приближающая включение звезды, являясь при данном цвете правильной. При ошибочных нажатиях цвет не изменяется. Четыре правильных нажатия дают изображение звезды. Перед нажатием любой периферической кнопки необходимо всегда нажимать центральную. После включения изображения звезды один из цветов появля-

ется автоматически, поэтому во время горения звезды нажимать на кнопки не следует.

Успешность Вашей деятельности будет тем выше, чем большее количество изображений звезды Вы получите и чем меньшее количество неправильных лишних нажатий Вы делаете в процессе эксперимента".

После прочтения испытуемым инструкции ему задавались вопросы (для того чтобы удостовериться, что испытуемый ее понял): "Что является Вашей задачей в эксперименте? Как нужно нажимать кнопки? Какие нажатия правильные?". При затруднении испытуемых в ответах инструкция повторялась. После правильных ответов проверялось, проявляется ли сознательное усвоение инструкции в реальных действиях. Испытуемому предъявлялась одна или две начальные цепочки программы. Когда он нажимал кнопки, чтобы включить изображение звезды, его дополнительно спрашивали: какие кнопки результативные?

Таким образом, с помощью инструкции испытуемым задавался конечный результат их деятельности – многократное включение изображения звезды. Способы достижения этого результата (выбор конкретных действий в каждой ситуации программы) испытуемые должны были находить самостоятельно, ориентируясь на сигналы этапных подкреплений – зажигание сигналов, приближавших включение изображения звезды и само ее включение.

Когда экспериментатор убеждался, что испытуемые активно восприняли инструкцию, включалась автоматическая компьютерная программа исследования, в которую в качестве составной части входила работа модели.

Устная инструкция, предъявляемая испытуемым, была направлена на формирование у них потребности в достижении поставленной цели. Потребность формировалась на основе социальной мотивации – быть не хуже (или лучше) других в выполнении теста, у больного – выполнить просьбу врача, способствовать постановке диагноза и т.д.

Потребность у испытуемых трансформировалась в мотивацию – получить максимальное количество изображений звезд. И, наконец, на уровне выбора действий (нажатия кнопок) получение изображения каждой звезды обеспечивалось путем предварительного формирования акцептора результатов действия, последующего выбора результативных действий и оценки этапных и конечного сигналов.

В состоящей из двух блоков программе П-1 (как и в программе П-2) явление изображения звезды происходило после того, как испытуемый последовательно включал на пульте сигналы: С₁, С₂, С₃ и С₄. В процессе предъявления испытуемому последовательных цепочек программы П-1 в каждой следующей цепочке одна или две кнопки отличались от кнопок, переключавших сигналы в предыдущей. При этом одна из кнопок чаще других включала следующий сигнал (например, кнопка К₂ – 6 раз из 8-ми включала сигнал С₂, сигнал С₃ 6 раз из 8-ми включала кнопка К₃ и т.д.). Кроме того, результативная кнопка, включавшая изображение звезды, оставалась одной и той же до тех пор, пока испытуемый не выбирал ее безошибочно в четырех последовательных цепочках программы. После этого сочетания кнопок с сигналами автоматически изменялись путем подстановки вместо кнопок, которые ранее были правильными, других. В тех ситуациях, где была правильной кнопка К₁, правильной становилась К₄ вместо кнопки К₂ подставлялась К₃ и т.д. Таким образом, включался второй блок программы П-1, в котором в последовательных цепочках одна и та же кнопка включала сигнал С₄.

Если испытуемые безошибочно выбирали эту кнопку четыре раза подряд в четырех последовательных цепочках программы, то выполнение программы П-1 заканчивалось путем автоматического выключения подсветки пульта испытуемого.

При выполнении П-1 у испытуемых формировалась иерархическая схема "системоквантов" поведения.

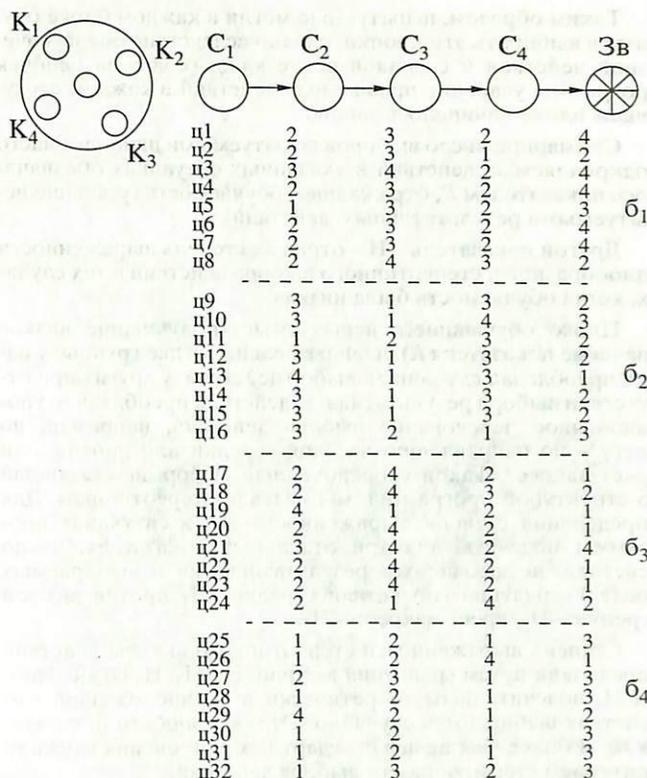


Рис. 2. I – схема пульта испытуемого, показывающая расположение кнопок К₁, К₂, К₃, К₄, нажатия которых меняют цвет сигналов на пульте. II – схема программы среды, реализованной с помощью прибора "Адаптрон". С₁, С₂, С₃ и С₄ – последовательность сигналов в цепочке, ведущей к зажиганию изображения звезды – Зв.

Последовательные цепочки одного цикла программы обследованы ц1, ц2, ... ц32. Номера результативных кнопок, при нажатии которых происходит включение следующего сигнала в соответствующей цепочке, показаны под стрелками, обозначающими переход к каждому следующему сигналу в цепочке. Каждая цепочка после выбора четырех результативных действий завершается включением изображения звезды на 1, 2 с, после чего автоматически включается сигнал С₁; б₁, б₂, б₃, б₄ – последовательность четырех блоков, составляющих один цикл программы. В программе П-2 предъявляются два одинаковых цикла программы.

Выполняя П-1 испытуемые убеждались, что логические комбинации кнопок и сигналов запомнить невозможно, так как фактически они в программе отсутствовали. Поскольку в каждом из блоков П-1 результативные кнопки при сигналах С₃ и С₄ не изменялись, испытуемые убеждались в том, что, действительно, результативные кнопки можно интуитивно угадывать.

После завершения испытаний по программе П-1 испытуемые подвергались исследованию по программе П-2.

В П-2 полная смена всех сочетаний действий с сигналами происходила после каждых восьми цепочек программы.

Так же, как и в П-1, в каждом блоке, состоящем из 8-ми цепочек, при очередном сигнале одна из кнопок чаще других включала следующий сигнал (в первом блоке при сигнале С₄ – 6 раз из 8-ми кнопка К₂ включала С₃, при сигнале С₃ кнопка К₃ включала С₂ 6 раз из 8-ми, при сигнале С₂ кнопка К₂ 6 раз из 8-ми включала С₁ и при С₁ кнопка К₄ 5 раз из 8-ми включала изображение звезды).

Таким образом, испытуемые могли в каждом блоке обучаться выбирать эти кнопки, однако вследствие смены сочетаний действий и сигналов после каждых восьми цепочек программы усвоение правильных действий в каждом следующем блоке начиналось заново.

Суммарное число выборов испытуемыми наиболее часто подкрепляемых действий в указанных ситуациях обозначалось показателем R , отражавшем обучаемость (усвоение испытуемыми результативных действий).

Другой показатель – N – отражал степень выраженности однообразного, стереотипного выбора действий в тех случаях, когда обучаемость была низкой.

Плохо обучавшиеся испытуемые (получившие низкое значение показателя R) были разделены на две группы: у одних преобладал случайный выбор действий, у других при отсутствии выбора результативных действий преобладало упорядоченное чередование выбора действий, например, по кругу – по направлению часовой стрелки или против, или крест-накрест. Такой упорядоченный выбор, не связанный со структурой программы, мы назвали стереотипным. Для определения степени выраженности его в ситуациях программы подсчитывали три отдельных показателя: число действий, не являвшихся результативными и выбираемых после предыдущего по часовой стрелке – N_1 , против часовой стрелки – N_2 , крест-накрест – N_3 .

Степень выраженности стереотипного выбора действий определяли путем сравнения величин N_1 , N_2 , N_3 со значением N , подсчитанным теоретически в предположении, что действия выбираются случайно. Отличие любого показателя от N более чем на два стандартных отклонения служило критерием стереотипности выбора действий.

Исследованы более 898 испытуемых различных контингентов. В том числе три группы курсантов специального училища – мужчины в возрасте 18–21 года – 323 чел., 300 детей в возрасте от 5 до 14 лет в разных школах Москвы и школе-интернате в Горках Ленинских (пол детей не учитывался), 187 больных психическими заболеваниями двух психиатрических больниц – Московской областной (с. Троицкое) и Московской городской; 21 больной атеросклерозом сосудов головного мозга – мужчины в возрасте от 41 до 62 лет; 17 больных до и после принятия общего наркоза (смесь фторотана, закиси азота и кислорода и седуксенсомбревиновая), применявшегося при удалении зубов. Были также проведены исследования в доме для престарелых, в которых участвовали 50 испытуемых в возрасте от 72 до 86 лет (48 мужчин и 8 женщин).

Статистическая обработка материалов исследований проводилась по следующим методикам:

- частоты выбора различных действий моделью и испытуемыми сопоставляли по критерию χ^2 ;
- степень различия распределения показателей выполнения программы “Адаптон” для разных групп испытуемых также определяли с помощью критерия χ^2 ;
- различие средних значений показателей для разных групп испытуемых определяли с помощью дисперсионного анализа, а также при попарном сравнении с помощью t -критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что 90% испытуемых понимали инструкцию после однократного ее прочтения и правильно отвечали на вопросы, задаваемые в целях выяснения восприятия ее трех основных пунктов.

Начало выполнения программы П-1 характеризовалось стремлением испытуемых разобраться

ся в логике программы. Объективно это отражалось в бимодальном распределении латентных времен выбора действий со значением латентного времени для первой моды в пределах 1–3 с и латентного времени для второй моды, равным 5–10 с и выше. Большие отрезки времени выбора действия характеризовали случаи, когда испытуемые задумывались над выбором очередного действия, а иногда и проговаривали вслух предположения о том, какие варианты действий приведут к включению изображения звезды.

Более чем у 75% испытуемых уже после прохождения первых 8–16 цепочек программы П-1 характер поведения изменялся. Распределение латентных времен выбора действий становилось одномодальным со средним значением латентного времени в пределах от 1.2 до 2.4 с. Испытуемые переставали долго задумываться над очередным выбором действий и проговаривать вслух возможные варианты этого выбора. Переход к такому выбору действий сопровождался иногда эмоциональными высказываниями типа “Ага!”, “Вот так!”, “Получается!” и т.п., явно характеризовавшими тот момент, когда испытуемые что-то нашли и по-другому стали решать задачу.

У 18–23% испытуемых были затруднения в выполнении программы П-1 и они не могли в течение 10–15 минут обучиться выбирать правильное действие для получения изображения звезды даже на этапе C_1 , где данное действие не изменялось в последовательных цепочках программы. У 8–12% испытуемых это было связано с переходом к стереотипному выбору действий в каком-либо направлении (по часовой или против часовой стрелки). У других (8–12%) проявлялось стремление решить задачу логически. Они искали сочетания действий (не связанные с сигналами), которые, как им казалось, заложены в программе. После дополнительного пояснения 98% испытуемых успешно заканчивали программу П-1.

Эффективное выполнение программы П-1 формировало у испытуемых тип поведения, характеризующийся отсутствием стремления логически, осмысленно решить задачу и ощущением того, что заданные в инструкции результаты получаются путем угадывания правильных действий.

При выполнении программы П-2 практически у всех выбор результативных действий существенно превышал случайный. На рис. 3 для двух групп испытуемых показаны гистограммы количества результативных действий, выбранных испытуемыми в ситуациях, отмеченных на рис. 2 черными кружками. Для сравнения приведена гистограмма числа выборов этих же действий, подсчитанная исходя из предположения, что выбор результативных действий происходит случайно, т.е. что обучения не происходит. Сравнение этих

гистограмм наглядно демонстрирует факт обучаемости большинства испытуемых по программе П-2. Точный подсчет выбираемых действий показал, что для 85% здоровых испытуемых превышение выбора результативных действий над случайным было значимо по уровню $p < 0.01$.

Обучение модели программе “Адаптрон”. Программа, предъявляемая испытуемым, переводилась на математический язык и в виде алгоритма закладывалась в память компьютерной модели. Поставленная в программе задача выступала в качестве исходной потребности модели.

При работе модели в этих условиях в ней строились цепочки элементов памяти, отражающие и обуславливающие ее поведение при взаимодействии с программой прибора “Адаптрон”.

В программе ЭВМ зависимость, определявшая изменение проводимостей связей, которые участвовали в формировании акцептора результатов действия и выборе результативных действий, и зависимость, определявшая формирование акцептора результатов действия, а также выбор следующего действия, были реализованы в виде алгоритма, зависящего от параметров изменения проводимостей связей в памяти модели. Соответствие работы модели реальному поведению испытуемого при выполнении программ П-1 и П-2 оценивали с помощью статистических тестов, указанных при описании методик.

Благодаря блокам системной организации поведенческих актов модель быстро обучалась и решала заданную ей задачу, достигая необходимую результативность.

Сравнение обучения испытуемых и модели по программе “Адаптрон”. Поведение испытуемых оценивали путем сопоставления их выбора действий при решении программы “Адаптрон” с поведением модели при решении той же задачи. Было проведено сравнение частоты выбора действий в десяти реализациях модели с десятью хорошо обучающимися испытуемыми. Использовались данные, полученные при выполнении программы 120-ю испытуемыми – курсантами училища, мужчинами в возрасте 18–21 год. Исследование с ними проводилось в обычных условиях со стандартной инструкцией, приведенной при описании методики. Значения показателя R , полученные для этих испытуемых, находились в диапазоне от 35 до 108 со средним значением 71 и среднеквадратичным отклонением, равным 17.3.

В группу хорошо обучающихся испытуемых, состоящую из 10 человек, вошли те, для которых было получено значение показателя R , превышающее 98. Таким образом, эти испытуемые в гистограмме, характеризующей распределение показателя R для всех 120 человек, занимали крайнее правое положение, что соответствовало максимальному значению показателя R .

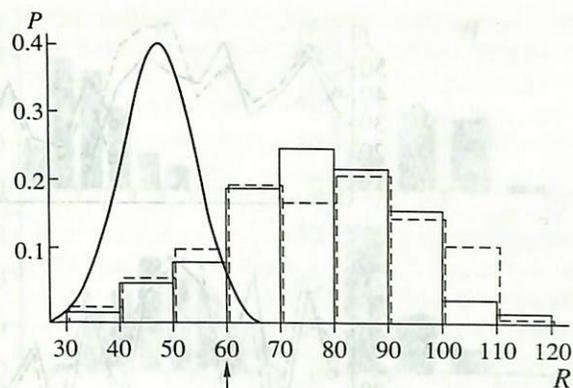


Рис. 3. Гистограммы распределения значений показателя обучаемости R в двух группах испытуемых (100 и 103 человека) показаны сплошной линией для группы I и пунктиром для группы II. Для сравнения показано подсчитанное теоретически распределение значений показателя R , которое получилось бы при случайном выборе результативных действий. Стрелкой отмечено значимое по уровню $p < 0.01$, превышение значения показателя R над средним значением для случайного выбора действий.

При таком подходе мы предполагали, что при максимальной обучаемости (максимальном значении показателя R) должна лучше всего проявиться работа всех узловых стадий и механизмов модели.

На рис. 4 показаны средние частоты выбора результативных действий в ситуациях C_1 и C_3 программы для первого (пунктир) и второго (сплошная линия) циклов программы для 10 испытуемых, характеризующихся максимальным числом правильно выбранных результативных действий. Частоты выбора результативных действий в первом цикле практически совпадают с частотами для 2-го цикла. Это свидетельствует о хорошей воспроизводимости в двух одинаковых циклах программы закономерностей выбора действий испытуемыми в исследуемых условиях.

Выбор действий хорошо обучавшимися был сопоставлен с выбором действий моделью. Средний по двум циклам программы выбор действий хорошо обучавшимися (жирная линия) практически совпал с выбором действий моделью (тонкая линия).

Статистическая оценка сопоставления частот выбора действий испытуемыми и моделью подтвердила достоверное их совпадение ($\chi^2 = 138$ при $df = 126$). Таким образом, поведение модели было вполне адекватным поведению успешно обучавшихся, в результате чего на основе модели оказалась возможной оценка индивидуальных значений параметров, определяющих индивидуальную выраженность различных системных стадий обучения у различных испытуемых.

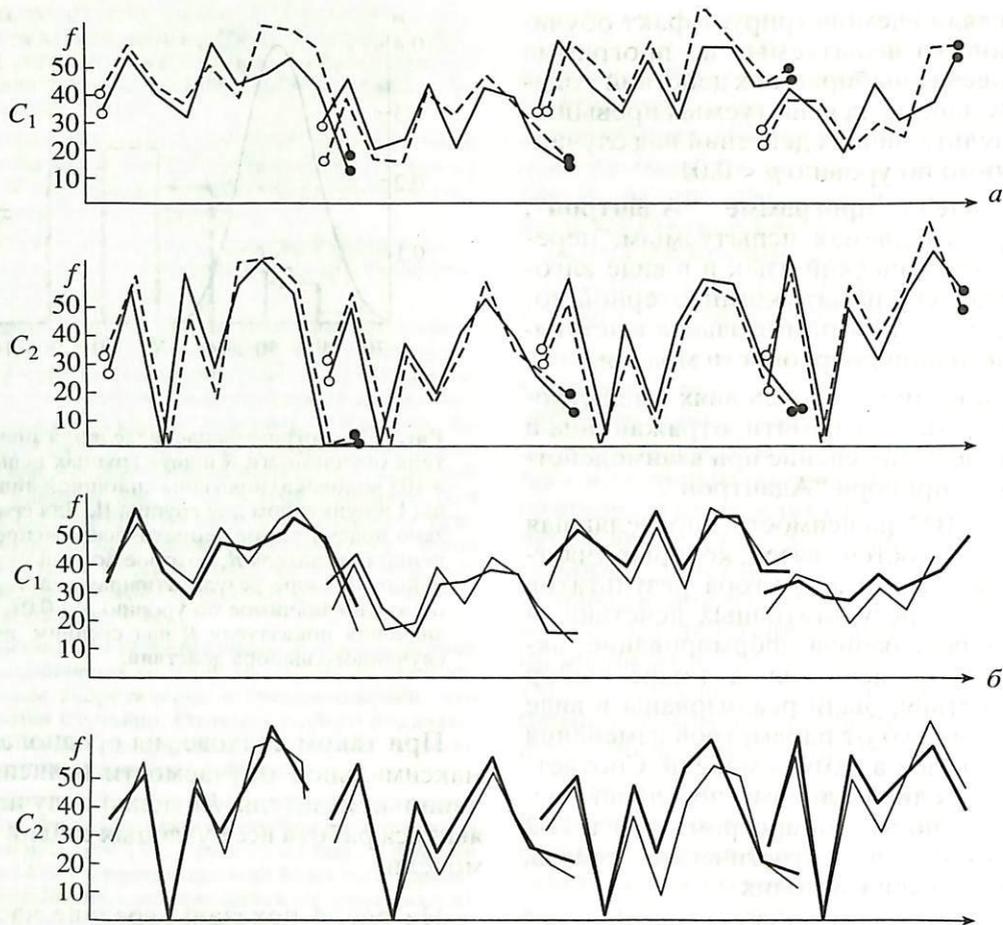


Рис. 4. Два верхних графика (а) – средняя для группы десяти испытуемых частота f выбора подкрепляемых действий в двух циклах программы: жирной линией обозначен выбор подкрепляемых действий в первом цикле, пунктиром – во втором.

Два нижних графика (б) – средняя частота f по двум циклам программы для группы десяти испытуемых (жирная линия) и выбор подкрепляемых действий моделью (тонкая линия).

Оценка системных стадий психической деятельности различных контингентов испытуемых с помощью модели “Детектор интеллекта”. Воплощение в модели ключевых стадий системной архитектуры психической деятельности в виде конкретных механизмов позволило осуществить количественную оценку параметров этих механизмов у разных испытуемых.

Модель позволила динамически оценивать различные узловые стадии системной архитектуры поведения испытуемых в условиях их взаимодействия со средой, реализованной с помощью программы прибора “Адаптрон”.

Одновременная оценка деятельности испытуемых и модели позволила определять “индивидуальный почерк” работы каждого испытуемого при усвоении сенсомоторных программ действий на устройстве “Адаптрон”, а также эффективность различных стадий системной организации их резульгативной деятельности. Поскольку модель хорошо воспроизводила поведение успешно

обучающихся испытуемых она позволила количественно интерпретировать как групповые частоты выбора действий испытуемыми, так и индивидуальный выбор действий каждым.

У разных контингентов при выполнении этой программы, системные стадии в выборе действий проявлялись по-разному. На рис. 5 приведены гистограммы распределения показателей R и H , подсчитываемых автоматически на основе модели при работе на приборе испытуемых разных групп. У них проводилась также регистрация всех выбираемых по ходу программы действий и сопоставление полученного показателя R с аналогичным показателем, посчитанным для модели. Это позволило выявить особенности проявления системных стадий организации поведенческих актов у разных испытуемых.

На рисунке видно, что и средние значения, и вид распределений показателей для разных групп испытуемых существенно различаются.

Для 120 здоровых испытуемых курсантов в возрасте 18–21 года были получены высокие значения показателя R , существенно отличающиеся от распределения показателя, подсчитанного из предположении случайного выбора действий (рис. 3). Высокие значения показателя обучаемости R были получены как в среднем по группе, так и при индивидуальном анализе выбора действий отдельными испытуемыми этой группы.

5% испытуемых в группе курсантов показали низкую обучаемость – низкие значения показателя R ($R < 50$). У них, как показала модель, была нарушена стадия афферентного синтеза. Одно из ее нарушений заключалось в потере ими установки на исключение лишних действий и на поиск правильных действий, переключающих цвет на пульте и включавших изображение звезды. Для таких испытуемых характерным был стереотипный выбор действий, следовавших друг за другом в одном и том же порядке (по часовой или против часовой стрелки или крест-накрест), независимо от включаемых сигналов.

У 2–3% испытуемых курсантов наблюдалась низкая обучаемость, характеризуемая низкими значениями показателя R , объясняемая не стереотипным выбором действий, а случайным. В модели такой выбор действий воспроизводился при нарушении стадий принятия решения и оценки акцептором результатов действия параметров достигнутых результатов.

Чаще всего отклонение от наилучшего способа реализации системных стадий психической деятельности, наблюдавшееся у 20–30% испытуемых, было связано с недостаточной чувствительностью к рассогласованию намечаемых результатов с получаемыми. В их поведении это проявлялось в многократном выборе одного и того же действия, которое было результативным в предыдущем блоке, но становилось ошибочным в следующем.

Полученные при исследовании курсантов показатели выполнения ими программы прибора “Адаптрон” сопоставлялись с их успеваемостью, степенью адаптации к условиям в училище, отношением к учебе. Адаптация к условиям жизни в училище оценивалась группой независимых экспертов, состоящей из четырех преподавателей. Оказалось, что вычисленные с помощью модели показатели значимо коррелировали с этими важными в практическом отношении характеристиками результативной деятельности курсантов. Успеваемость коррелировала с показателем R ($r = 0.5–0.6$). Адаптация к условиям жизни в училище также коррелировала с показателем R ($r = 0.43$), а отношение к учебе находилось в обратной зависимости ($r = -0.51$) с общим числом выбранных в программе ошибочных действий.

В результате исследования выяснилось, что уже в пятилетнем возрасте при соответствующей

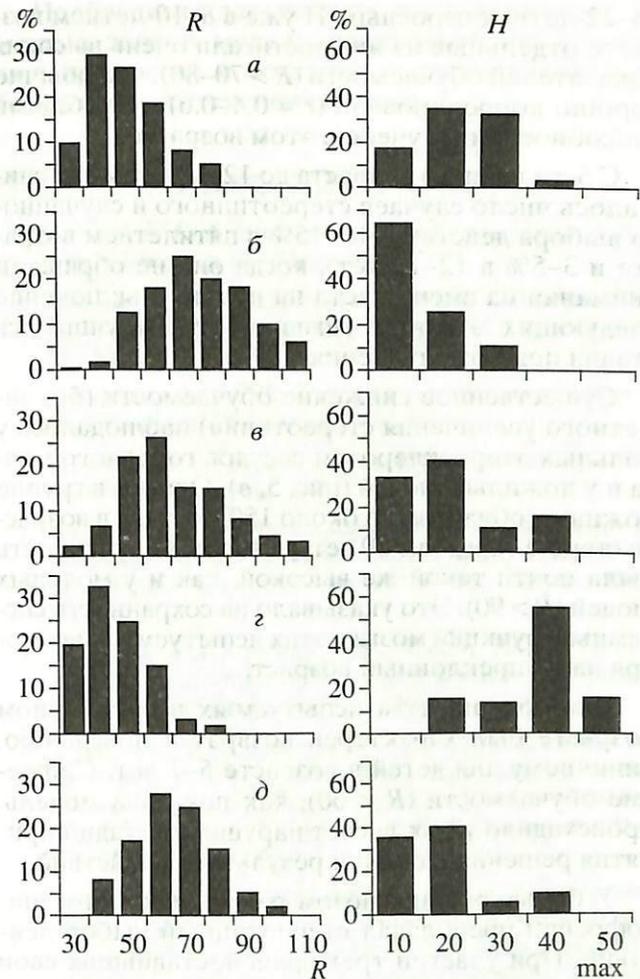


Рис. 5. Гистограммы распределения показателей R и H для разных групп испытуемых: а – 8–10 лет; б – 18–20 лет; в – 72–86 лет; г – больные с диагнозом “шизофрения”; д – больные с диагнозом “аффективные психозы”.

инструкции и демонстрации программы дети успешно справлялись с программами П-1 и П-2. При этом многие из них в возрасте 5–8 лет имели низкие показатели обучаемости ($R = 40–50$). Анализ выбора действий в разных ситуациях программы и воспроизведение траекторий их поведения с помощью модели показал, что причиной низкой обучаемости большинства детей в этом возрасте было нарушение стадии акцептора результатов действия и контроля достигнутых результатов. Частота выбора правильных действий после 2–3-х подкреплений повышалась у них незначительно и чаще только в ситуации C_4 ближайшей к включению изображения звезды. При этом случаи стереотипного выбора действий среди детей были довольно редки (5–10%). Подробное изучение зависимости показателя R от возраста детей показало, что их обучаемость, начиная с 5 лет возрастала, достигая к 12–14 годам уровня

18–22-летних взрослых. И уже в 8–10-летнем возрасте отдельные из них достигали очень высоких показателей обучаемости ($R > 70$ –80), что обычно хорошо коррелировало ($r = 0.4$ –0.6) с их общими способностями к учебе в этом возрасте.

С 5-ти летнего возраста до 12–14 лет у них снижалось число случаев стереотипного и случайного выбора действий (10–15% в пятилетнем возрасте и 3–5% в 12–14 лет), когда они не обращали внимания на смену цвета на пульте и включение следующих этапных сигналов, т.е. улучшалась стадия принятия решения.

Существенное снижение обучаемости (без заметного увеличения стереотипии) наблюдалось у больных атеросклерозом сосудов головного мозга и у пожилых людей (рис. 5, в). Однако в группе пожилых обнаружено около 15% состава в возрасте старше 70 и даже 80 лет, у которых обучаемость была почти такой же высокой, как и у молодых людей ($R > 90$). Это указывало на сохранность системных функций мозга у этих испытуемых, несмотря на их преклонный возраст.

Для большинства испытуемых в преклонном возрасте был характерен возврат к поведению, типичному для детей в возрасте 5–7 лет. Снижение обучаемости ($R < 60$), как показала модель, происходило у них за счет нарушения стадий принятия решения и оценки результатов действий.

У больных с диагнозом различных форм шизофрении преобладал стереотипный выбор действий. При участии трех врачей, ставивших свой диагноз независимо друг от друга, из 187 больных были выделены две группы, в которых для каждого больного диагнозы трех врачей совпали. В первую вошли больные с различными формами шизофрении (параноидная, шубообразная, вялотекущая), во вторую – с аффективными психозами. В таблице для обследованных больных представлено разбиение по полу, возрасту и образованию. Из нее видно, что по указанным показателям отличие между группами больных либо не существенно, либо в группе с диагнозом “шизофрения” преобладает показатель, который должен был бы обеспечить более высокую обучаемость. Многие из этих больных по сравнению с больными с аффективными психозами имели более высокое образование. Кроме того, значительная часть больных шизофренией оказалась моложе больных с аффективными психозами.

Тем не менее, как видно из распределений разных групп по обучаемости (по показателю R), в группе шизофреников она была низкая и практически не отличалась от обучаемости детей в возрасте 5–8 лет. Шизофреники существенно отличались от детей по показателю H – стереотипности выбора действий (рис. 5, г). Детальный анализ выбора действий показал, что у 70–80% шизофреников преобладал стереотипный выбор дей-

ствий. Несмотря на словесное воспроизведение и смысловое понимание инструкции, а также неоднократный показ, эти больные, даже после длительного, но успешного выполнения программы П-1, в программе П-2 демонстрировали однообразный, не связанный с сигналами на пульте стереотипный выбор действий – чаще всего, по направлению часовой стрелки.

Модель показала, что низкая обучаемость у шизофреников обусловлена нарушением у них оценки параметров результатов действий и построения акцептора результатов действия.

Характерно, что по показателям обучаемости R и стереотипности выбора действий группа больных шизофренией существенно отличалась от группы больных с аффективными психозами. Различие между средними значениями этих показателей для двух групп значимо по уровню $p < 0.01$. Группа больных аффективными психозами характеризовалась существенно более высокими показателями обучаемости. случаев стереотипного поведения среди них было гораздо меньше (около 12%). Снижение обучаемости испытуемых этой группы по сравнению с курсантами, как показала модель, происходило в основном из-за нарушения стадий акцептора результатов действия и оценки результатов действий.

Программа “Адаптрон” применялась многократно для обследования больных до и после общего наркоза. Анализ траекторий выбора действий в программе “Адаптрон” в течение 2-х часов через каждые 15 минут после выхода пациентов (31 человек) из наркотического состояния позволил проследить динамику восстановления системных стадий у каждого из них.

Сразу же после наркоза наблюдался существенный выбор действий, причем действия выбирались в большинстве случаев случайно, без связи с получаемыми результатами. При этом, как показала модель, нарушались стадии: афферентного синтеза, акцептора результатов действия и оценки полученных результатов. Через 15–30 минут после окончания действия общего эфирного наркоза у 42% испытуемых увеличивалось число правильно выбираемых действий. Тем не менее, оставалась высокой частота неточного выбора действий.

Полное восстановление результативной деятельности у больных после эфирного наркоза происходило в течение 40–50 минут, а после седуксенсомбревинового – через 1.5 часа. Одновременно с применением прибора “Адаптрон” в том же исследовании применялась методика запоминания слов. Оказалось, что чувствительность показателей, получаемых с его помощью, существенно выше данных, полученных в результате применения методики запоминания слов, которая достоверно характеризует только средние откло-

нения показателей для группы больных, в то время как показатели прибора "Адаптрон" характеризовали индивидуальную динамику восстановления психических функций человека после наркоза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные данные свидетельствуют о том, что разработанная нами информационная компьютерная модель, заключающая в себе программно-математическое воплощение системных стадий организации психической деятельности, установленных П.К. Анохиным, успешно осуществляет диагностику их проявлений у различных испытуемых.

С помощью модели можно оценивать различные стадии системной организации психической и поведенческой деятельности отдельных индивидов, включая характер их действий.

Модель позволяет также реализовать поисковые траектории поведения, в частности, мыслительных процессов, которые разворачиваются без конкретного представления будущего результата [3]. Такие процессы, как правило, реализуются в условиях неисследованной ранее среды.

Предлагаемая модель "Детектор интеллекта" может быть использована для построения роботов, работающих и взаимодействующих с изменяющимися условиями внешней среды.

Схема предлагаемой нами модели, безусловно, является упрощенной, особенно в определенных аспектах, касающихся конкретной реализации частных механизмов психической деятельности человека.

Необходимы дальнейшие исследования с помощью данной модели представителей различных профессий и создание в структуре модели банка соответствующих данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса М.: Медицина, 1968.
2. Анохин П.К. Избранные труды. Кибернетика функциональных систем / Под ред. Судакова К.В. М.: Медицина, 1998.
3. Брушлинский А.В. Субъект, мышление, учение, воображение. Воронеж, 1996.
4. Судаков К.В. Общая теория функциональных систем. М.: Медицина, 1984.
5. Судаков К.В. Нейрональные механизмы организации системного "кванта" поведения // Нейроны в поведении: системные аспекты. М.: Наука, 1986. С. 58-73.
6. Судаков К.В., Агаян Г.Ц., Вагин Ю.Е., Толпыго С.М., Умрюхин Е.А. "Системокванты" физиологических процессов. М., 1997.
7. Судаков К.В., Умрюхин Е.А. Информационная модель системной организации психической деятельности человека // Моделирование функциональных систем/Под ред. Судакова К.В. и Викторова В.А. М., 2000. С. 94-152.
8. Умрюхин Е.А. Моделирование и объективная оценка системных механизмов психической деятельности человека // Системные аспекты психической деятельности/Под ред. Судакова К.В. М.: Эдиториал, 1999. С. 177-269.
9. Умрюхин Е.А. Механизмы мозга: информационная модель и оптимизация обучения. М.: Горизонт, 1999.

INDIVIDUAL DIAGNOSTICS OF THE SYSTEM MECHANISMS OF MENTAL ACTIVITY USING "THE DETECTOR OF INTELLIGENCE"

K. V. Sudakov*, E. A. Umriukhin**

*Director of Institute of scientific reserches of normal physiology named by P.K. Anokhin, academician of RAMS

**Head of laboratory of the same Institute, corresponding member of RAMS

There is considered the informational computer model of mental activity of a man. It reproduces the system organizational stages of mental activity on the base of Anokhin's theory of functional systems. This model is used for individual diagnostics of Ss of different age and professions.

Key words: model, "system quanta" of mental activity, learning, quantitative estimation, norm, pathology.