

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ

В. В. Кальниш, В. В. Левченко

ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины»

Разработана компьютерная программа, позволяющая моделировать отрицательно окрашенное эмоциональное напряжение различного уровня на фоне решения потока достаточно простых заданий, имеющую определенную аналогию с операторской деятельностью. При этом имеется возможность задавать различные ритмы работы, формирующие информационный стресс, монотонию, различный уровень эмоционального напряжения. Компьютерная программа реализована с помощью современных средств отображения, хранения и получения информации об эффективности и надежности деятельности испытуемых. Имеется «дружественный» интерфейс, позволяющий пользователю программы оперативно настраивать режимы тестирования, проводить испытания и отображать полученную информацию в наглядной и удобной форме для проведения дальнейшего содержательного и статистического анализа.

Ключевые слова: эмоциональное напряжение, компьютерное моделирование, операторская деятельность.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕМОЦІЙНИХ СТАНІВ

В. В. Кальниш, В. В. Левченко

ДУ «Институт медицины праці НАМН України»

Розроблена комп'ютерна програма, яка дозволяє моделювати негативно забарвлене емоційне напруження різного рівня при рішенні потоку досить простих завдань, що мають певну аналогію з операторською діяльністю. При цьому є можливість задавати різні ритми роботи, що формують інформаційний стрес, монотонію, різний рівень емоційного напруження. Комп'ютерна програма реалізована за допомогою сучасних засобів відображення, зберігання та одержання інформації про ефективність і надійність діяльності випробуваних. Розроблено «дружній» інтерфейс, що дозволяє користувачеві програми оперативно задавати режими тестування, проводити випробування та відображати отриману інформацію в наочній і зручній формі для проведення подальшого змістового та статистичного аналізу.

Ключові слова: емоційна напруга, комп'ютерне моделювання, операторська діяльність.

COMPUTER MODELING OF EMOTIONAL STATES

V. V. Kalnysh, V. V. Levchenko

SI "Institute for Occupational Health of National Academy of Medical Sciences of Ukraine"

Modeling negative emotional stresses at different levels of neural-tensions are possible with developed computer programs. This modeling was done on the background flux solutions of rather simple tasks. The operator's activities have analogy with such tasks. Information stresses are forming with artificially created monotony and different levels of emotional stress which possible to set on with the changeable work rhythms in the PC program. On the background of modern means of display, store and retrieve information about the recruited subject's performance and their reliability was implemented in proposed computer programs which are equipped with "friendly" developed interface that allows the every user quickly configure the program mode for testing in a proper way. It is also support of different kinds of testing and displays the information in a clear and convenient form for further analysis content of results and allows performing a modern statistical analysis.

Key words: emotional tension and stress, computer modeling, operator activity.

Введение. В наше время, когда состояния информационного и других видов стресса все больше пронизывают жизнь человека, исследование различных аспектов формирования эмоционального напряжения является приоритетной задачей. Эмоции являются обобщенным отображением состояния человека, выработанным в процессе эволюции как надежный инструмент для интеграции сведений о

физическом состоянии организма в преломлении с состоянием его субъективного мира. Эмоции возникли на определенном этапе эволюции живого и с тех пор этот «инструмент» активно используется в повседневной жизнедеятельности человека и животных. Необходимость этого «инструмента» подтверждается всем процессом эволюционного развития живых организмов - он

не исчезает, а только подвергается постоянному совершенствованию, как в онтогенезе, так и в филогенезе.

Профессиональная деятельность человека всегда сопровождается постоянными перестройками функций его организма, связанными с формированием адекватного поведенческого акта, обеспечивающего работу и, обусловленными изменением решаемых локальных задач, эмоциональным состоянием человека, временными процессами жизнедеятельности организма, условиями труда и другими факторами. Такой процесс получил название системогенез и связан с объективным существованием гетерохронии при формировании «общеорганизменных» целостных функциональных систем [2]. Впервые термин «системогенез» ввел П. К. Анохин [3] при создании им теории функциональных систем. Он подчеркивал, что в каждый момент времени путем консолидации разнородных образований организма динамически складывается и гармонически развивается целостная функциональная система, дающая полезный приспособительный эффект в соответствии с потребностями этого момента. Причем, над любым частным процессом, протекающим в нервной системе, стоит своего рода ментор - большая система, которая пластическими изменениями позволяет перестраивать степени свободы различных частей системы и, таким образом, адаптировать целостный организм к получению определенного полезного результата. Большую роль в процессе системогенеза, определенным образом организующего деятельность человека, играют эмоции, которые «поставляют» организму оперативную информацию о его состоянии.

В любом случае интегральная оценка результата деятельности и физиологической стоимости работы связана с механизмом формирования адекватного эмоционального напряжения. Функционирование этого механизма в процессе операторской деятельности во многом еще остается неясным. Поэтому целью настоящего сообщения является разработка надежного инструмента - компьютерной программы, позволяющей моделировать эмоциональное напряжение определенного уровня при осуществлении операторской деятельности.

Полученные результаты. Для анализа эмоциональных состояний крайне важно иметь инструмент, обладающий несколькими свойствами: 1. Условия формирования эмоций должны быть стандартными. Это дает возможность сравнивать полученные результаты, накапливать однородные данные для их дальнейшего осмысливания. 2. Необходимо, чтобы стимульный материал мог трансформироваться таким образом, чтобы сложность выполнения заданий могла изменяться без изменения смысла и содержания стимулов и правил организации проводимого эксперимента. Такой подход позволяет

иметь возможность отслеживать предполагаемые изменения эмоционального напряжения в условиях нервных и эмоциональных нагрузок различной интенсивности. 3. Нужно иметь надежный способ формирования соответствующего эмоционального ответа определенной валентности с возможностью изменять его уровень. Это даст возможность проводить анализ эффективности и надежности операторской деятельности в условиях различного эмоционального напряжения.

Для стандартизации получения результатов тестирования использовались несколько приемов. Во-первых, самостоятельное тестирование с помощью компьютера определенным образом стандартизирует ситуацию получения результатов. Во-вторых, для определения максимальных психофизиологических возможностей каждого пользователя в методику тестирования целесообразно включить блок проведения исследований в режиме «с обратной связью». Указанный прием дает возможность установить точку максимально адекватного проявления способностей пользователя к решению данной задачи и на этой основе проводить дальнейшие испытания, усложняя или упрощая предлагаемые тесты, путем уменьшения или увеличения экспозиции предъявляемых сигналов относительно найденной точки. Описанный прием позволяет получать сравнимые для разных индивидуумов данные и максимально стандартизовать процедуру тестирования, поскольку информационная нагрузка на каждого человека будет одинаковой. При появлении ошибки в процессе выполнения заданий ее индикация осуществляется с помощью яркого светового и громкого звукового сигнала, что способствует повышению отрицательно окрашенного эмоционального напряжения.

Стандартизация моторных реакций для решения предъявляемых задач обеспечивается путем использования только двух кнопок «ДА» или «НЕТ», на одну из которых после принятия соответствующего решения необходимо нажать как можно быстрее. Использование только двух возможностей моторного ответа, конечно, несколько сужает разнообразие реакций на происходящие события, но с другой стороны, дает возможность лучше разобраться в таком сложном явлении как стратегии принятия решения в условиях неопределенности. Подобные приемы были успешно испытаны с помощью пакета других тестов и показали хорошие результаты [7]. Их подробное описание и организация тестирования приведено в работе [5].

Для обеспечения одинаковой информационной нагрузки при усложнении тестовых заданий использовался описанный выше прием, когда усложнение задания было связано не с содержательной стороной теста, а с временными трансформациями предъявления отдельных заданий. Пакет тестов был подобран таким образом, чтобы в него были включены задания, дающие основную нагрузку на первую сигнальную систему, вторую сигнальную систему и на сочетание нагрузок как на первую, так и вторую сигнальные системы.

Проведенный ранее анализ имеющихся способов направленного изменения эмоционального состояния испытуемых показал, что среди множества имеющихся подходов удобными и безопасными являются только несколько [6]. В предлагаемом пакете программ был использован следующий прием, пригодный для формирования негативного эмоционального состояния. Суть этого приема состоит в том, что при правильном решении задачи испытуемому с заданной вероятностью подается ложный световой и звуковой сигнал о наличии ошибки в его действиях. Естественно, каждое из таких событий оказывает дополнительное стимулирующее влияние на развитие отрицательных эмоций при условии, если вероятность появления такого сигнала мала и человек определенно не может почувствовать дезинформации.

Была проведена программная реализация трех описанных задач. Первая из них состояла в предъявлении на экране компьютера двух цифр, между которыми необходимо определить знак соотношения их величин (больше, меньше) путем стандартной моторной реакции - нажатия на одну из двух кнопок «ДА» или «НЕТ». Как видно, решение представленных задач, в основном, «нагружает» вторую сигнальную систему. Суть второй задачи состояла в том, что при одновременном предъявлении двух «полей», заполненных определенным количеством кружков, необходимо определить в каком из «полей» кружков меньше (больше). Подобную задачу определения количественных отношений широко использовал Д. Н. Узнадзе для анализа формирования установки [11]. Реакция испытуемого реализуется стандартным способом путем нажатия одной из двух кнопок. Поскольку человек при достаточно небольшой экспозиции задания практически не может посчитать количество предъявляемых точек в каждом из «полей», то решение задачи осуществляется путем субъективной оценки заполненности «поля» с точками, то есть с преимущественным использованием возможностей первой сигнальной системы.

В третьей, наиболее сложной задаче используется так называемый эффект интерференции Струпа. Тест Струпа является достаточно полезным и надежным инструментом для изучения характеристик

внимания и кратковременного запоминания [4,9]. Считается, что его целесообразно использовать для диагностики нейропсихологических функций, связанных преимущественно с фронтальными долями мозга [8]. При решении применяемой модификации задачи Струпа требуется установить совпадение цветов «графической оболочки» слова и значения самого слова, игнорируя цвет представляющих его букв. Взаимодействие факторов «цвет» и «значение слова» возникает благодаря разрешению задачи эмпирической неопределенности в условиях осуществления двух возможных способов опознания цвета, обращенных к первой и второй сигнальным системам организма человека. Указанное взаимодействие происходит на фоне интерференции с эффектом взаимоподавления нескольких одновременно происходящих психологических процессов - восприятия цвета окна, семантики слова и игнорирования цвета слова, которые также осуществляются в условиях неопределенности последовательности реализации этих явлений. Задача игнорирования цвета слова усложняет интерференционную картину, поскольку возникает дополнительная операция подавления [1].

Существуют специальные модификации задачи Струпа, когда предъявляемые слова не имеют отношения к названиям цветов, а являются по-разному эмоционально окрашенными. В этом случае длительность реакции называния цвета для эмоционально окрашенных слов оказывается большей, чем для называния нейтральных [13]. То есть здесь имеется проявление действия фактора «внимания к эмоциям» [12], характеризующего общую направленность человека на свои эмоциональные переживания. Считается, что люди, больше обращающие внимание на свои эмоции, интенсивнее концентрируют свое внимание на содержании слов. Поэтому среднее время реакции называния эмоционально окрашенных слов больше, чем нейтральных [10]. Однако в данной модификации методики эмоциональный эффект Струпа не использовался, поскольку другие задачи предлагаемого пакета методик имеют нейтральную окраску.

Описание программы "моделирование отрицательных эмоций" (МОЭ). Программа «МОЭ» (исполняемый модуль - Strest.exe) предназначена для измерения временных интервалов, характеризующих скорость реакции испытуемого при решении разных классов задач. Программа реализована на языке С++ в современной визуальной среде RAD-

программирования EmbarcaderoRADStudioC++ Builder 2010 (до 2006 года - BorlandDeveloperStudioC++ Builder) и представляет собой Win32-приложение оконного типа. Основными функциями программы являются:

- управление базой данных испытуемых: добавление, редактирование и удаление данных об испытуемых, быстрый поиск испытуемых по фамилии, имени и/или отчеству, расширенный поиск испытуемых по совокупности признаков;
- управление базой данных испытаний: добавление, редактирование и удаление данных об испытаниях, просмотр протокола испытания;
- организация работы испытуемых в режиме «обучения», «контроля» и «испытания»;
- запись протокола процессов «контроля» и «испытания»;
- экспортирование протокола процесса «испытания» в другие программы с использованием системного буфера обмена.

Для хранения данных испытуемых и проведенных испытаний программа использует базу данных (БД) формата MicrosoftAccess 2007 (*.accdb). Выбор данного формата обусловлен простотой и доступностью соответствующей СУБД для большинства пользователей персональных компьютеров. Используемая БД содержит две таблицы (испытуемых и испытаний), объединенные одной связью (рис. 1). В таблице испытаний, в частности, присутствует двоичное поле, предназначенное для хранения протокола процесса контроля и испытания.

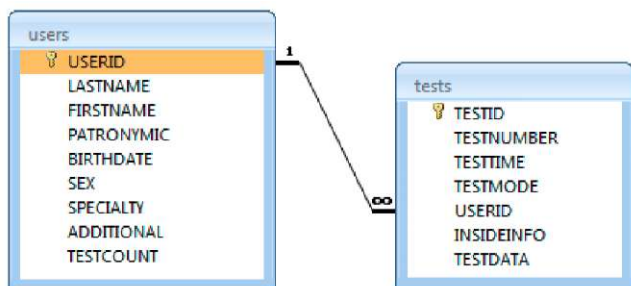


Рис. 1. Схема организации данных, используемая программой «МОЭ», в СУБД MicrosoftAccess.

Для проведения испытаний были реализованы сценарии трех классов задач: определение большего (меньшего) одноразрядного десятичного числа, определение области с большим (меньшим) количеством объектов (кружков), определение прямоугольника с правильно подписанным цветом. Архитектура программы предусматривает возможность создавать сценарии новых, а также редактировать сценарии существующих классов задач без изменения исходного кода программы и, следовательно, без ее повторной сборки. Такая

возможность была достигнута благодаря реализации сценариев на языке JavaScript в независимых HTML-файлах. При этом выполнение сценария задачи в программе осуществляется компонентом TWebBrowser, входящим в состав интегрированной среды разработки и представляющим собой COM-сервер браузера MicrosoftInternetExplorer.

Программа поддерживает три режима работы: «обучение», «контроль» и «испытание». Режим «обучения» позволяет испытуемому ознакомиться с общими принципами проведения испытаний и особенностями работы программы. Процесс обучения может проводиться как с ограничением времени предъявления задания испытуемому, так и в режиме «автотемпа», при котором новое задание не предъявляется до тех пор, пока пользователь не осуществит выбор одного из вариантов ответа.

Режим «контроля» реализован «с обратной связью» и предназначен для определения наименьшей для данного испытуемого экспозиции, которая является базисом для работы в режиме «испытания». Процесс определения наименьшей экспозиции предполагает её уменьшение на некоторый фиксированный шаг (в процентах от текущего значения) при правильных ответах пользователя и увеличение на тот же самый шаг при неправильных ответах. Типичный график изменения экспозиции в режиме «контроля» представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Типичный график изменения экспозиции и реакции испытуемого в режиме «контроля».

Режим «испытания» предполагает выполнение программы исследований, составленной оператором. В рамках программы испытуемому предъявляются группы заданий, состоящие из примерно одинакового числа предъявлений, однако в пределах каждой группы предъявления осуществляются с разной экспозицией, равной

$$t_{min} \pm \Delta t \cdot i,$$

где t_{min} - минимальная для данного испытуемого экспозиция, определенная в режиме «контроля»;

Δt - шаг изменения экспозиции (в программе задается в процентах);

i - номер шага изменения экспозиции, $i = 1, \dots, n$.

Например, если в результате проведения контроля была определена минимальная экспозиция

$t_{min} = 228 \text{ мс}$, в программе испытаний установлен шаг

$\Delta t = 10\%$ ($22,8 \approx 23 \text{ мс}$) и количество шагов $n = 2$, то испытание будет проводиться с экспозициями из следующего ряда:

$$\begin{aligned} 228 - 23 \cdot 2 &= 182 \text{ мс}, & 228 - 23 \cdot 1 &= 205 \text{ мс}, & 228 \text{ мс}, \\ 228 + 23 \cdot 1 &= 251 \text{ мс}, \\ 228 + 23 \cdot 2 &= 274 \text{ мс}. \end{aligned}$$

При этом экспозиции будут выбираться из ряда случайным образом (рис. 3).



Рис. 3. Пример графика изменения экспозиции и реакции испытуемого в процессе выполнения программы испытаний.

Во всех поддерживаемых режимах программа позволяет оператору задать следующие временные интервалы (с дискретностью 50 мс):

- экспозиция сигнала - время, в течение которого на экране отображается задание и ожидается ответ испытуемого;

- время паузы - время после экспозиции, в течение которого задание не отображается на экране, однако ожидается ответ испытуемого;

- время «мёртвой зоны» - время после паузы, в течение которого задание также не отображается на экране и испытуемому засчитывается опоздание независимо от корректности ответа.

Измерение реакции испытуемого в программе осуществляется с помощью встроенного в центральный процессор (CPU) счетчика тактов (TimeStampCounter), разрешающая способность которого в зависимости от тактовой частоты CPU может достигать десятых долей наносекунды. Разрешающая способность программы, однако, оценивается на уровне $\sim 5 \text{ мс}$, что объясняется асинхронностью операционной системы Windows.

Таким образом, разработан инструмент, позволяющий моделировать отрицательно окрашенное эмоциональное напряжение различного уровня на фоне решения потока достаточно простых заданий, имеющий определенную аналогию с операторской деятельностью. При этом существует возможность задавать различные ритмы работы, формирующие информационный стресс, монотонию, различный уровень эмоционального напряжения. Компьютерная программа реализована с помощью современных средств отображения, хранения и получения информации об эффективности и надежности деятельности испытуемых. Имеется «дружественный» интерфейс, позволяющий пользователю программы оперативно настраивать режимы тестирования, проводить испытания и отображать полученную информацию в наглядной и удобной форме для дальнейшего содержательного и статистического анализа.

Выводы.

1. Рассмотрены подходы к компьютерному моделированию эмоционального напряжения различного уровня при осуществлении операторской деятельности.

2. Разработана компьютерная программа для проведения исследований по моделированию эмоционального напряжения в процессе работы, реализованная на языке C++ в современной визуальной среде RAD-программирования Embarcadero RAD Studio C++ Builder 2010 (до 2006 года - Borland Developer Studio C++ Builder), которая представляет собой Win32-приложение оконного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агафонов А. Ю. Изучение Струпа-феномена при усложнении задачи игнорирования / А. Ю. Агафонов, А. Федотова // Психологические исследования. Сборник научных трудов. - Самара : Изд-во «Универс-групп», 2005. - С. 28-35.
2. Александров Ю. И. Введение в системную психофизиологию / Ю. И. Александров // Психология XXI века. - М. : Пер. Се. - 2003. - С. 39-85.
3. Анохин П. К. Системогенез как общая закономерность эволюционного процесса / П. К. Анохин // Бюлл. эксп. биол. и мед. - 1948. - Т. 26, - № 2. - С. 81-99.
4. Дормашев Ю. Б. Взаимодействие внимания и кратковременного запоминания: новая методика исследования (Сообщение I) / Ю. Б. Дормашев, В. Я. Романов, Р. С. Шилко // Психологический журнал, 2003. - Т. 24. - № 3. - С. 72-79.
5. Кальниш В. В. Удосконалення методології визначення психофізіологічних характеристик операторів / В. В. Кальниш, А. В. Швець // Український журнал з проблем медицини праці. - 2008. - № 4. - С. 49-54.
6. Кальниш В. В. Підходи до комп'ютерного моделювання емоційних станів при здійсненні операторської діяльності / В. В. Кальниш, А. В. Швець, А. Л. Буцик // Медична інформатика та інженерія. - 2009. - № 4. - С. 27-31.
7. Кальниш В. В. Особливості впливу нервово-емоційного навантаження різної інтенсивності на надійність діяльності військовослужбовців / В. В. Кальниш, А. В. Швець, Ю. П. Романенко // Український медичний часопис. - 2009. - № 1/69. - С. 88-92.
8. Кох К. Эффект Струпа, его психометрические свойства и использование в качестве средства оценки / К. Кох // Вопросы психологии. - 2003. - № 6. - С. 136-143.
9. Романов В. Я. Взаимодействие внимания и кратковременного запоминания: новая методика исследования (Сообщение I) / Романов В. Я., Ю. Б. Дормашев, Р. С. Шилко // Психологический журнал. - 2003. - Т. 24, № 4. - С. 47-53.
10. Сысоева Т. А. Эмоциональный эффект Струпа и его связь с эмоциональным интеллектом / Т. А. Сысоева // Психология. Журнал Высшей школы экономики. - 2010. - Т. 7, № 4. - С. 117-125.
11. Узнадзе Д.Н. Психология установки. - СПб.: Питер, 2001. - 416 с.
12. Coffey E. The dimensions of emotional intelligence, alexithymia, and mood awareness: Associations with personality and performance on an emotional Stroop task / E. Coffey, H. Berenbaum, J. G. Kerns // Cognition and Emotion. - 2003. - Vol. 17 (4). - P. 671-679.
13. The automaticity of emotional Stroop: A metaanalysis / R. H. Phaf, K. J. Kan // Journal of Behavior therapy and Experimental Psychiatry. 2007. - Vol. 38. - P. 184-199.