

Hockey G. R. L. Operator functional state as a framework for the assessment of performance degradation // Operator Functional State / G. R. L. Hockey, A. W. K. Gaillard, O. Burov (eds). Amsterdam: IOS Press. 2003. P. 8–24.

Martin L. L., Clore G. L. Theories of Mood and Cognition. N. Y.: Lawrence Erlbaum Associates, 2001.

## **СВОБОДНЫЕ И ВЫНУЖДЕННЫЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ: ОСОБЕННОСТИ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ РАБОТЫ ПОСЛЕ ПРЕРЫВАНИЯ<sup>1</sup>**

*Б. Б. Величковский, А. С. Медведева*

МГУ им. М. В. Ломоносова (Москва)

*boris.velichkovsky@psy.msu.ru*

На примере задачи «прерванного поиска» рассмотрена динамика возобновления выполнения основного задания после прерывания. Показана большая эффективность свободных переключений. Возможным объяснительным механизмом является построение компактной репрезентации основного задания.

*Ключевые слова:* прерывания, поиск, свободные переключения, память.

### **Введение**

Прерывания деятельности оказывают заметное негативное влияние на эффективность ее выполнения и сопровождаются ухудшением эмоционального и функционального состояния человека (Леонова и др., 2009). Интенсивность негативных последствий прерываний определяется, помимо других факторов, режимом перехода («переключения») в прерывающее задание. При вынужденных переключениях переход осуществляется немедленно после наступления прерывания. При свободном переключении испытуемый имеет возможность воспользоваться «подготовительным интервалом», в течение которого он может выполнять те или иные действия – например, продолжать выполнение основной деятельности. Ряд актуальных исследований (например, Hodgetts & Jones, 2003) показывает, что свободные переключения приводят к более эффективной работе в условиях прерываний, чем вынужденные переключения. Существуют результаты, позволяющие связать эффект наличия подготовительного интервала с осуществлением испытуемым подготовительной активности, облегчающей возобновление основной деятельности после завершения выполнения прерывающего задания (Trafton et al., 2003; Величковский и др., в печати).

В настоящей работе было проведено сравнение эффективности возобновления основной деятельности после окончания выполнения прерывающего задания при свободных и при вынужденных переключениях. Для этого мы использовали разработанную нами методику «прерванного поиска», которая заключается в поиске особого («целевого») элемента в массиве из случайно расположенных на экране монитора элементов. Идентифицировать целевой элемент можно, только «проверив» его нажатием мыши. Так как все элементы выглядят одинаково, «закрываясь» через некоторое время после проверки, то важным условием эффективного выполнения этого задания (т. е. совершения минимального количества избыточных

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ 08-06-00284-а.

проверок) является запоминание и динамическое обновление информации об уже «проверенных» элементах. Мы полагаем, что данное экспериментальное задание моделирует важный аспект любой нетривиальной трудовой деятельности, а именно построение, сохранение и постоянную актуализацию ментальной репрезентации решаемой задачи.

## Методика

*Испытуемые.* 3 студентки вузов г. Москвы, средний возраст 20 лет. Испытуемые получали денежное вознаграждение за участие в эксперименте. Малое количество испытуемых не снижало валидности исследования в силу отсутствия межгрупповых сравнений и значительного объема экспериментальных данных, полученных для каждого испытуемого (более 2000 измерений).

*Задания.* В каждой пробе **основного задания** испытуемому предъявлялся экран, на котором случайным образом были расположены 40 объектов («элементов»). Каждый элемент представлял собой круг с вписанным в него знаком вопроса. Наведя курсор мыши на элемент, и нажав левую кнопку мыши, испытуемый мог его «проверить». Если элемент не был целевым, то при просмотре элемента вместо знака вопроса появлялась буква «X» (через 1 с после проверки, элемент приобретал прежний вид). Если испытуемый просматривал целевой элемент, то проба заканчивалась. В каждой пробе использовался только один целевой элемент, расположение которого определялось случайным образом.

В ходе **прерывающего задания** в центре экрана по одной предъявлялись цифры, и задачей испытуемого было максимально быстро определить, является ли цифра четной или нечетной. Выбор ответа осуществлялся с помощью нажатия левой (четные цифры) или правой (нечетные цифры) кнопки мыши. Всего предъявлялось 10 цифр, отобранных случайным образом. Цифры предъявлялись либо со скоростью 1 цифра в 1000 мс (низкая сложность), либо со скоростью 1 цифра в 600 мс (высокая сложность). Исследования показывают высокую эффективность этого задания в предотвращении возможности эндогенного обновления содержимого рабочей памяти (Barrouillet & Camos, 2007).

*Прерывания.* Выполнение каждой пробы основного задания могло быть прервано выполнением прерывающего задания не более двух раз (конкретное количество прерываний определялось моментом обнаружения целевого элемента). После завершения 2-го прерывания, испытуемому давалось неограниченное количество времени на поиск целевого элемента. Момент наступления каждого прерывания определялся случайным образом.

При поступлении сигнала о прерывании (звуковой сигнал, имитирующий звонок телефона) мог быть использован один из двух **режимов переключения** – свободное переключение или вынужденное переключение. При свободном переключении испытуемый имел возможность продолжать просматривать элементы или перейти в прерывающее задание нажатием правой кнопки мыши. После трех дополнительно просмотренных элементов переключение осуществлялось принудительным образом. При вынужденном переключении испытуемый принудительно переключался в прерывающее задание сразу после поступления сигнала о прерывании.

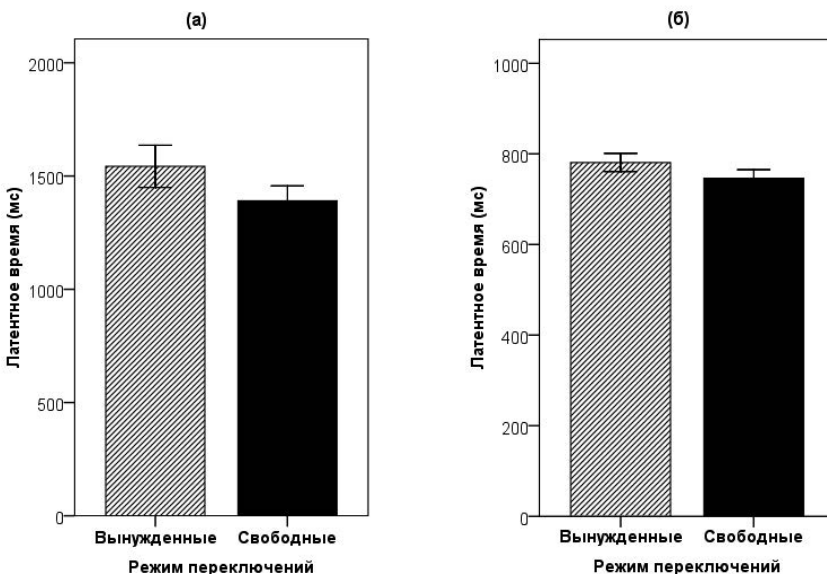
*Схема.* В эксперименте использовался факторный план 2×2 с внутрисубъектными факторами: режим переключения (вынужденные/свободные переключения)

и сложность прерывающего задания (низкая/высокая). Эксперимент состоял из 4-х блоков: 2 блока с вынужденными переключениями и 2 блока со свободными переключениями. Блоки чередовались согласно схеме позиционного уравнивания (вынужденные–свободные–свободные–вынужденные). В каждом блоке содержалось 16 проб (половина проб в блоке – с низкой сложностью прерывающего задания, половина – с высокой).

*Процедура.* Перед началом эксперимента испытуемых знакомили с письменной инструкцией, описывающей основное и прерывающее задания и различные режимы переключения. Затем испытуемым демонстрировалось выполнение экспериментальных заданий в различных режимах, после чего испытуемые приступали к эксперименту. После завершения 2-го блока испытуемые отдыхали в течение 5–10 минут.

## Результаты

В качестве показателя эффективности деятельности в условиях прерываний мы использовали длительность временного интервала между двумя последовательными проверками элементов в основном задании (латентное время проверки). В частности, интерес представляет анализ латентного времени проверки первого элемента после завершения прерывающего задания. Латентность проверки первого элемента после прерывания всегда значительно увеличена по сравнению с латентностью проверки последующих элементов, что, очевидно, связано с процессами (ре-)ориентации в прерванном задании. Латентное время первой проверки оказалось значимо ниже для свободных переключений ( $t(181) = 2,66, p < 0,01$ , рисунок 1а). Таким образом, в случае свободных переключений испытуемые значительно быстрее начинают продолжать работу в основном задании непосредственно после завершения прерывающего задания.

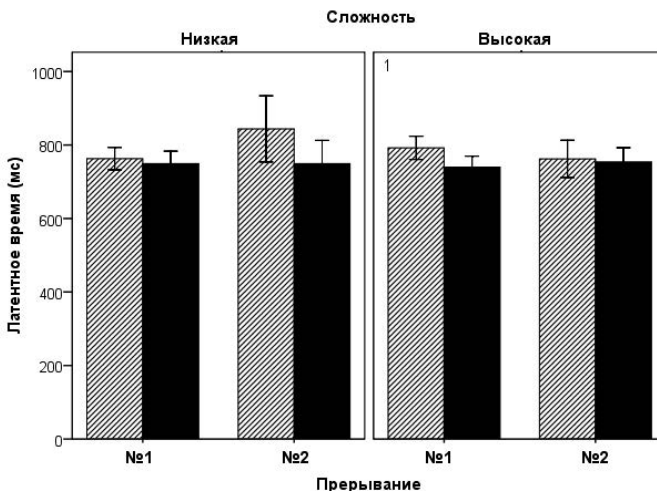


**Рис. 1.** Латентное время проверки №1 (а) и среднее латентное время проверок №2–12 (б) в зависимости от режима переключения

Для оценки временной динамики возобновления выполнения основного задания мы проанализировали латентное время проверок элементов, начиная со второй проверки после завершения прерывающего задания и кончая 12-й (данный диапазон в среднем соответствовал первой половине интервала между прерываниями). Усредняя латентное время проверок из указанного диапазона, мы обнаружили, что среднее латентное время проверок обнаруживает тенденцию к снижению при свободных переключениях ( $F(1, 1625) = 2,76, p = 0,097$ ).

Мы также проверили предположение о том, что различия в среднем латентном времени проверок между свободными и вынужденными переключениями становятся особенно выраженными после завершения 2-го прерывания (в этом случае испытуемый должен обеспечить доступ к большему объему информации о просмотренных ранее элементах, чем после 1-го прерывания). Взаимодействие факторов режима переключения и номера прерывания оказалось незначимым ( $F(1, 1625) = 0,015, p = 0,90$ ). Однако самоотчеты испытуемых свидетельствовали о значительной трудности выполнения сложного прерывающего задания, что иногда приводило к его игнорированию. Конечно, в этом случае прерывающее задание не выполняло своей функции, и возобновление основного задания существенно облегчалось.

Взаимодействие факторов режима переключения, номера прерывания и сложности прерывающего задания также не достигло значимого уровня, однако значение  $p$  существенно снизилось ( $p = 0,26$ ). При этом результаты дескриптивного анализа в целом соответствовали выдвинутому предположению (рисунок 2). В случае простых прерывающих заданий среднее латентное время проверок при вынужденных и случайных переключениях практически не отличалось после 1-го прерывания, но возрастало после 2-го прерывания (рисунок 2, левая панель). В случае сложных прерывающих заданий вынужденные переключения характеризовались заметно увеличенным средним латентным временем проверок после 1-го прерывания. Од-

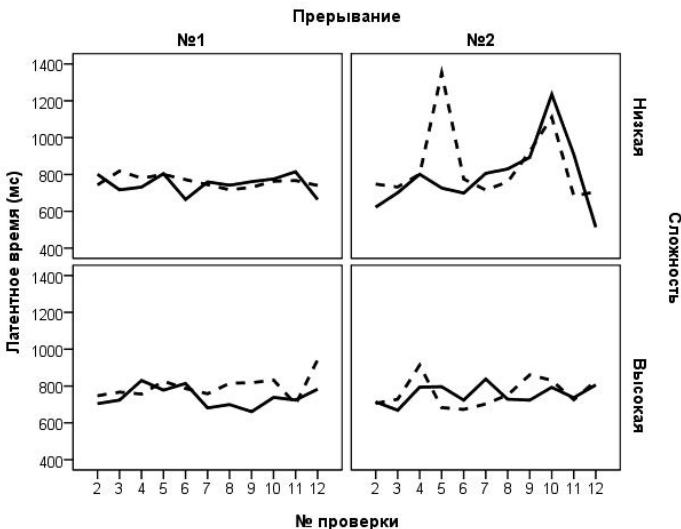


**Рис. 2.** Среднее латентное время проверок № 2–12 в зависимости от режима переключения (столбики со штриховкой – вынужденные переключения, столбики со сплошной заливкой – свободные переключения), сложности прерывающего задания и номера прерывания

нако после 2-го прерывания различие между вынужденными и свободными переключениями практически исчезало (рисунок 2, правая панель). Следует отметить, что данное экспериментальное условие являлось объективно наиболее сложным, и риск игнорирования прерывающего задания в этом случае был особенно высок.

С целью установления природы обнаруженных различий в динамике возобновления основного задания, мы проанализировали латентное время отдельных проверок из исследуемого диапазона. Нами было обнаружено приближающееся к значимому взаимодействие факторов режима переключения, номера прерывания, сложности прерывающего задания и номера проверки ( $F(10, 1625) = 1,56$ ,  $p = 0,11$ , рисунок 3). При возобновлении основного задания после 1-го прерывания режим вынужденных переключений не приводит к существенным отличиям в динамике возобновления основного задания по сравнению с режимом свободных переключений. То же можно утверждать и при возобновлении основного задания после 2-го сложного прерывания, для которого мы выше показали возможность искусственного уменьшения различий между режимами переключения. Однако заметные различия в динамике возобновления основного задания наблюдаются после 2-го прерывания при использовании простых прерывающих заданий (рисунок 3, верхняя левая панель).

Эти различия заключаются в том, что режим вынужденных переключений характеризуется достаточно выраженными пиками латентного времени в районе 5-й и 10-й проверки. Для остальных проверок латентное время в целом не отличается от наблюдаемого при свободных переключениях (а также при переключениях обоих видов в прочих экспериментальных условиях). Для свободных переключений пик латентного времени наступает только в районе 10-й проверки. Представляется, что подобные пики латентного времени при выполнении задачи с выраженным мнемическим компонентом, прежде всего, могут быть связаны с поиском инфор-



**Рис. 3.** Динамика латентного времени проверок в ходе возобновления основного задания в зависимости от режима переключения (пунктирная линия – вынужденные переключения, сплошная линия – свободные переключения), сложности прерывающего задания и номера прерывания

магии в долговременной памяти и загрузкой ее в рабочую память. В этой связи нам кажется особенно показательным, что период между пиками примерно равняется 4–5 проверкам – это соответствует современным оценкам «чистого» объема рабочей памяти в условиях, когда затруднено использование компенсаторных механизмов типа проговаривания (Cowan, 2000).

## Заключение

Нами было показано, что при режиме свободных переключений возобновление выполнения основного задания более эффективно, чем при режиме вынужденных переключений. В частности, режим свободных переключений характеризуется значимо более низкой латентностью первого действия в основном задании и тенденцией к повышению скорости осуществления следующих 11 действий. При этом данное различие усиливается с увеличением когнитивной нагрузки в ходе выполнения основного задания. В целом, данные результаты подтверждают имеющиеся в литературе свидетельства о повышении эффективности обработки прерываний при наличии подготовительного интервала.

На наш взгляд, наибольший интерес представляют результаты детального анализа латентного времени действий испытуемого при возобновлении основного задания. Было показано, что при повышенной когнитивной нагрузке (2-е прерывание) возобновление основного задания при вынужденных переключениях характеризуется заметными задержками. Учитывая выражено мнемический характер использованного экспериментального задания, можно предположить, что эти задержки отражают необходимость обращения к системе долговременной памяти и загрузке информации, необходимой для определения ближайшей последовательности действий. Для свободных переключений такая необходимость возникает значительно позже, что можно трактовать в смысле наличия в этом режиме переключения более эффективной репрезентации основного задания. Более компактная и информативная репрезентация контекста задачи позволяет осуществлять целенаправленную деятельность в течение длительного времени даже после единичного обращения к долговременной памяти. Подобный результат хорошо согласуется с высказанным нами ранее предположением, что режим свободных переключений позволяет испытуемым осуществлять подготовительную когнитивную обработку, направленную на оптимизацию обработки прерывания (Velichkovsky, 2009).

## Литература

- Величковский Б. Б., Злоказова Т. А., Капица М. С. Эффективность обработки прерываний в условиях свободных и вынужденных переключений // Экспериментальная психология. 2010. № 3 (в печати).
- Леонова А. Б., Блинникова И. В., Величковский Б. Б., Капица М. С. Прерывания в компьютеризованной деятельности: стратегии переключения между основной и дополнительной задачами // Экспериментальная психология. 2009. Т. 2. № 1. С. 35–51.
- Barrouillet P., Camos V. The time-based resource-sharing model of working memory // The cognitive neuroscience of working memory / N. Osaka, R. H. Logie, M. D'Esposito (eds). New York: Oxford University Press, 2007. P. 59–80.
- Cowan N. The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity // Behavioral and Brain Sciences. 2000. V. 24. P. 87–185.

- Hodgetts H. M., Jones D. M.* Interruptions in the Tower of London task: Can preparation minimize disruption // Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 47<sup>th</sup> Annual Conference. 2003. P. 1000–1001.
- Trafton J. G., Altmann E. M., Brock D. P., Mintz F. E.* Preparing to resume an interrupted task: Effects of prospective goal encoding and retrospective rehearsal // International Journal of Human-Computer Studies. 2003. V. 58. P. 583–603.
- Velichkovsky B. B.* Proactive and reactive strategies in interruption handling // Proceedings of the 31<sup>st</sup> Annual Conference of the Cognitive Science Society / N. A. Taatgen & H. van Rijk (eds). Austin, TX: Cognitive Science Society. 2009. P. 2268–2273.

## ПОДБОР АУДИАЛЬНОГО СТИМУЛЬНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ СФЕРЫ ЧЕЛОВЕКА<sup>1</sup>

*Н. А. Выскочил*

Центр экспериментальной психологии МГППУ (Москва)  
*nina.vyskochil@psyexp.ru*

Представлены результаты подбора звуковых фрагментов, соответствующих основному перечню базовых эмоций. Подобраны звуковые фрагменты, вызывающие эмоцию радости и отвращения.

*Ключевые слова:* базовые эмоции, визуальная модальность, аудиальная модальность.

Современная психологическая наука имеет богатый арсенал разнообразных методических приемов и процедур изучения эмоций. О возникновении и протекании эмоций можно судить как по самоотчету, так и по характеру изменения вегетативных и психомоторных показателей, но практически во всех исследованиях используется стимульный материал визуальной модальности. Так, например, испытуемым предъявляются разнообразные картины, взаимозаменяемые изображения отдельных частей лица, фотографии, слайды с реакцией стороннего наблюдателя, рассматривающего различные по содержанию сцены из окружающей жизни, видеозаписи бытовых сцен, цветочные карточки, фильмы. Единственное направление исследований, где предъявляется стимульный материал аудиальной модальности, – это изучение воздействия музыки на человека. В связи с этим целью нашего исследования явилась разработка стимульного материала для изучения идентификации дифференцированных эмоций на основе эмоционально окрашенных звуковых фрагментов. Конкретными задачами исследования выступили:

- 1 Составление перечня эмоций, наиболее полно отражающих разнообразие эмоциональной сферы человека.
- 2 Подбор звуковых фрагментов для каждой из выделенных эмоций.
- 3 Эмпирическая проверка соответствия подобранных звуковых фрагментов конкретным эмоциям.

В психологии эмоций вопрос о выделении дифференцированных или базовых эмоций является одним из самых актуальных. Несмотря на многочисленные попытки его решения в отечественной и зарубежной психологии, ни одна из них не завершилась выделением устойчивого перечня эмоций. В результате проведенного нами теоретического анализа существующих классификаций эмоций были выбраны

- 1 Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России (ГК № 02.740.11.0420).