

Российская академия наук
Институт психологии

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
СОВРЕМЕННОЙ ПСИХОЛОГИИ**

Результаты и перспективы развития

Ответственные редакторы

*А. Л. Журавлёв,
В. А. Кольцова*



Издательство
«Институт психологии РАН»
Москва – 2017

УДК 159.9
ББК 88
Ф 94

*Все права защищены. Любое использование материалов
данной книги полностью или частично
без разрешения правообладателя запрещается*

Редакционная коллегия:

*А. А. Алдашева, И. О. Александров, Ю. И. Александров, Б. Н. Безденежных,
Н. В. Борисова, Ю. В. Быховец, А. Е. Воробьева, Т. В. Галкина,
Т. В. Дробышева, Е. Н. Дымова, Т. П. Емельянова, А. Л. Журавлёв (отв. ред.),
А. Н. Занковский, Н. Н. Казымова, Ю. В. Ковалева, В. А. Кольцова (отв. ред.),
А. Н. Костин, А. И. Лактионова, А. В. Махнач, Л. Ш. Мустафина,
Т. А. Нестик, А. А. Обознов, Н. Д. Павлова, М. А. Падун, Ю. В. Постылякова,
Е. С. Самойленко, Е. А. Сергиенко, Н. В. Тарабрина,
Б. Н. Тугайбаева (отв. секретарь), Д. В. Ушаков, М. А. Холодная*

Ф 94 **Фундаментальные и прикладные исследования современной психологии: результаты и перспективы развития /**
Отв. ред. А. Л. Журавлёв, В. А. Кольцова. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2017. – 2714 с.

ISBN 978-5-9270-0362-4

УДК 159.9

ББК 88

Сборник научных работ освещает широкий круг фундаментальных и прикладных проблем современной психологической науки, отражает ее состояние и представляет систему основных отраслей, научных направлений и проблем, а также важнейшие тенденции ее развития: усиление комплексности, междисциплинарности и системности исследований, их социальной ориентированности, гуманизации в трактовке личности и социальных общностей, появление новых, отвечающих запросам времени научных разработок.

Издание подготовлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), проект № 17-06-14058г «Всероссийская юбилейная научная конференция „Фундаментальные и прикладные исследования современной психологии: результаты и перспективы развития“, посвященная 45-летию ИП РАН и 90-летию со дня рождения его создателя и первого директора Б. Ф. Ломова»

© ФГБУН Институт психологии РАН, 2017

ISBN 978-5-9270-0362-4

Дедифференциация системного обеспечения поведения в начале научения¹

А. В. Бахчина, Ю. И. Александров** (Москва)*

** кандидат психологических наук, научный сотрудник Института психологии РАН; e-mail: nastya18-90@mail.ru*

*** доктор психологических наук, профессор, член-корреспондент РАО, заведующий лабораторией психофизиологии им. В. Б. Швыркова Института психологии РАН; e-mail: yuraalexandrov@yandex.ru*

Работа посвящена исследованию психофизиологических механизмов научения. Проведено сопоставление динамики достигаемых в поведении результатов в ситуации новизны и неопределенности и динамики вариабельности сердечного ритма. Сложность динамики сердечного ритма рассматривалась как показатель дифференциации набора систем, включенных в организацию поведения. Показано, что в начале научения – в периоды реализации проб без достижения промежуточных результатов – снижается сложность динамики сердечного ритма. Сформировано предположение о том, что в начале научения присутствует этап временной дедифференциации системной организации разворачиваемого поведения.

Ключевые слова: системная организация поведения, научение, эмоции, системная дедифференциация, вариабельность сердечного ритма, сложность.

Постановка проблемы

Исследования научения (learning) исторически проводились в тесной связи с феноменологией эмоций. С одной стороны, это обосновано используемыми в исследованиях экспериментальными моделями научения, которые всегда включали эмоциогенные стимулы

1 Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 14-28-00229.

(удар электрическим током – fear-conditioning – или пищевое подкрепление – instrumental-learning). С другой стороны, это связано с теоретическими сложностями в попытках онтологического разделения эмоциональных и когнитивных процессов в поведении (Александров, 2006; Gray, 1990; и др.). В итоге, на данный момент эмоциональное сопровождение фиксировано как фактор, необходимый для научения и определяющий его эффективность (D’Mello et al., 2014). Иными словами, большинство исследований ставит вопрос о том, какую роль играют эмоции в научении, и делают вывод, что важную роль, описывая механизмы этого через общность структур мозга, функционально специфичных одновременно к эмоциям и когнитивным процессам, или общность нейрохимических каскадов, наблюдаемых при эмоциональных реакциях и влияющих на эффективность запоминания, т. е. эти процессы продолжают рассматриваться как отдельные, но пересекающиеся.

В данной работе приведены результаты исследования динамики интенсивности эмоций (arousal), измеренной по характеристикам вариабельности сердечного ритма, в процессе научения с позиций системно-эволюционного подхода (Швырков, 1995).

Системно-эволюционный подход рассматривает физиологическое и психическое как разные аспекты описания единых системных процессов – актуализации в поведении взаимодействующих функциональных систем, составляющих структуру индивидуального опыта (Александров, 2006). Реализация конкретного поведенческого акта, т. е. достижение полезного приспособительного результата в соотношениях организма со средой, обеспечивается актуализацией набора функциональных систем в их взаимодействии.

Научение – это процесс, включающий формирование новой функциональной системы (ФС) как элемента индивидуального опыта (системогенез). Формирование новой ФС в процессе научения не заменяет ранее сформированные ФС, а модифицирует их (процесс приспособительной ре-консолидации). Развитие проявляется в структуре индивидуального опыта как формирование новых ФС, обеспечивающих все более дифференцированные соотношения индивида со средой, чем ранее сформированные ФС (Швырков, 1995; Александров, 2006). Дифференциация в соотношениях со средой предполагает достижение более конкретных и точных результатов, которые характеризуются и описываются такими аспектами поведения, как усложнение, детализация.

Системная дедифференциация – это временное обратимое увеличение вклада более рано сформированных систем в обеспечение поведения. Дедифференциация характеризуется и описывается та-

кими аспектами поведения, как повышение эмоциональности, упрощение, игнорирование деталей, снижение когнитивного контроля и прочие (Александров, 2016). Иными словами, эмоции, с позиций системно-эволюционного подхода, – это не отдельный самостоятельный процесс, а характеристика поведения, представляющая достижение менее дифференцированных результатов в соотношении организма со средой, за счет реализации систем, сформированных на более ранних этапах развития.

Процесс научения имеет своим началом новизну и рассогласование (между имеющимся опытом и новыми условиями существования), которые в свою очередь приписываются и стрессу, и эмоциям (Gray, 1990). Кроме того, биохимически (на гормональном уровне) научение, эмоции и стресс также имеют схожие картины описания, в частности, во всех трех случаях наблюдается повышение концентрации глюкокортикоидов и эндогенных опиоидов в крови (Wassum, 2010). Все эти и другие экспериментальные и теоретические соображения дают основания предполагать, что в основе научения, на начальных его этапах, лежит механизм временной дедифференциации системной организации поведения (Александров, 2016).

Ранее в наших исследованиях мы показали, что временная системная дедифференциация, вызванная ситуацией стресса или употреблением алкоголя, качественно и количественно отражается в снижении сложности динамики сердечного ритма, вычисленной по оценке аппроксимированной энтропии (Арутюнова и др., 2016). Поэтому оценка сложности динамики сердечного ритма может быть использована как адекватный инструмент для идентификации временной дедифференциации.

Процедура экспериментального исследования

В исследовании проверялась гипотеза о том, что в начале развертывания научения в системной организации поведения наблюдается временная системная дедифференциация, которая в физиологической перспективе проявляется в снижении сложности сердечного ритма.

Экспериментальное формирование процесса научения у участников исследования проводилось с использованием программы «A-Ware» (А. А. Созинов, А. И. Бохан), разработанной для оценки поведенческих характеристик человека в ситуации неопределенности – новизны и рассогласования, предполагающей необходимость формирования нового опыта.

Экспериментальная задача включала игру «Обхват», в которой перед участником появлялось белое квадратное поле на черном фо-

не. Нажатие клавиш «мыши» не приводило ни к какому эффекту. Участнику предстояло обнаружить, что выделение прямоугольного участка экрана с помощью нажатия и удержания левой клавиши «мыши» приводит к демонстрации результата (количеству набранных баллов) и началу следующего хода. С начала игры на белом поле располагался невидимый объект. В случае попадания объекта в выделенный участок, объект становился видимым (появлялась квадратная картинка в синей рамке), и количество очков заметно возрастало – чем меньше площадь выделенного участка с объектом (чем плотнее «обхват»), тем больше очков начислялось в конце хода. Максимальное число очков (10000) начислялось, если площадь выделенного участка с объектом не превышала установленного значения. Игра включала 8 уровней, переход на следующий уровень происходил при достижении максимального количества очков в течение трех ходов подряд. Инструкцией задавалась цель – пройти как можно больше уровней в игре, при этом участники могли остановить игру на любом уровне, который они сочли достаточным. С каждым уровнем увеличивалась трудность игры «Обхват» за счет добавления новых пунктов, которые участнику необходимо было определить для достижения результата.

На всем протяжении игры у участников исследования регистрировали сердечный ритм с использованием датчика Zephyr (HxM BT) и программы «HR-reader» (С. А. Полевая). Фиксировались моменты начала и окончания игры. Сложность сердечного ритма определяли оценкой выборочной энтропии (SampEn), которая отражает степень нерегулярности, непредсказуемости динамики последовательности. Вычисление SampEn проводилось по стандартному алгоритму (Richman et al., 2000) с входными параметрами: $m=2$ (размерность вложения), $r=0,2*SDNN$ («фильтрующий фактор»), скользящим окном длиной 100 с и шагом сдвига окна 10 с на всей последовательности кардиоинтервалов в течение игры. Дополнительно для последовательностей в окнах вычисляли стандартное отклонение RR-интервалов – SDNN (мс) и среднюю длительность RR-интервалов – $cpRR$ (мс).

Выборку исследования составили 20 человек (10 мужчин в возрасте от 18 до 30 лет, медиана – 26 лет).

Критерием эффективного научения было прохождение участником минимум трех уровней игры и возможность в интервью после эксперимента сформулировать все правила игры. В итоге данные 5 человек были исключены из анализа результатов.

В динамике поведения, получаемых за каждый ход баллов, выделяли фрагменты «неудачных» проб, т. е. последовательности 5 ходов,

суммарное количество баллов в которых не превышало 10000 (рисунок 1А). Поведенчески эти периоды могут быть охарактеризованы, как периоды рассогласования (недостижения промежуточных результатов), новизны и неопределенности, и отнесены к первой стадии научения согласно классической кривой научения Э.Л. Торндайка. Эти периоды, как правило, приходились на начало нового

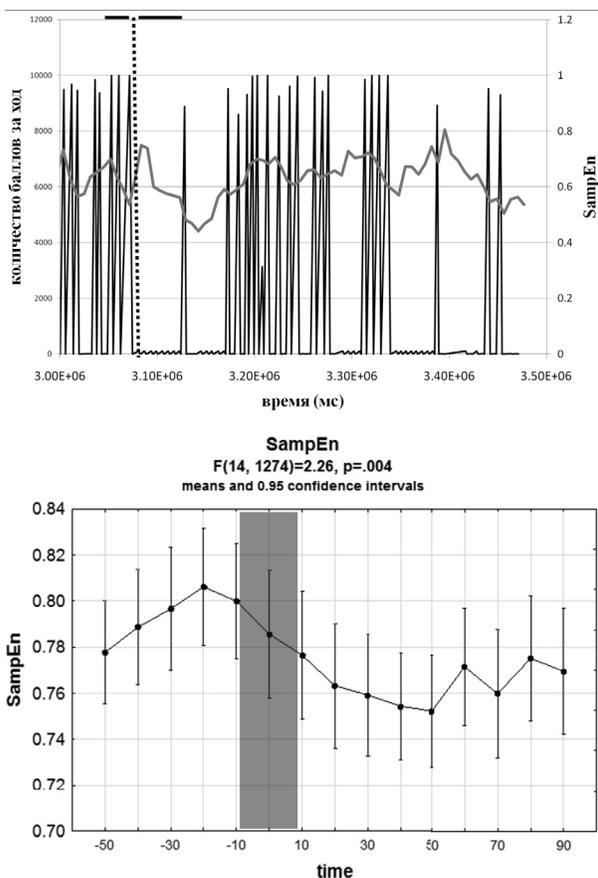


Рис. 1. Динамика SampEn в периоды недостижения результатов.

А. пример, серая линия – динамика SampEn, черная сплошная – динамика полученных баллов за каждый ход, вертикальная пунктирная линия – момент начала периода недостижения результатов, горизонтальные черные линии сверху – фрагмент динамики SampEn, взятый для анализа (150 с: 60 с слева, 90 с справа).

Б. средняя по всем испытуемым динамика SampEn, связанная с моментом начала периода недостижения результатов; выделенная серым вертикальная область – примерное время начала периода

уровня в игре. В последовательностях показателей сердечного ритма были выделены фрагменты длительностью по 150 с, ориентированные относительно моментов начала «неудачных» проб в динамике поведения (рисунок 1А).

Выделенные фрагменты, соответствующие периодам недостижения промежуточных результатов в поведении, оценивались статистически на вероятность наличия неслучайных изменений в них с помощью критерия Фридмана.

Результаты исследования

В результате было получено, что в динамике SDNN и cpRR нет неслучайных изменений в периодах, связанных с недостижением промежуточных результатов (SDNN: $X^2(N=99, df=14)=14,21, p=0,43$; cpRR: $X^2(N=99, df=14)=22,43, p=0,07$). Неслучайные изменения были выявлены в динамике SampEn ($X^2(N=99, df=14)=46,55, p=0,00$) (рисунок 1Б). Сложность сердечного ритма уменьшалась в периоде недостижения промежуточных результатов.

Стоит отметить, что поскольку последовательности показателей поведения и SampEn имеют разную частоту дискретизации по времени (в обоих случаях непостоянную), то точное временное сопоставление их затруднено, поэтому проведенное сопоставление имеет точность 10 с.

Заключение

Таким образом, в данной работе продемонстрировано снижение сложности динамики сердечного ритма, указывающее, как мы полагаем, на снижение сложности системной *общеорганизменной* организации поведения в периоде недостижения результата, что косвенно свидетельствует в пользу правильности гипотезы о том, что в начале научения присутствует этап временной дедифференциации. Поскольку эмоции – это характеристика, свойственная реализации систем, обеспечивающих сравнительно низкодифференцированные соотношения организма со средой (Александров и др., 2006), постольку высказанное предположение можно рассмотреть как объяснение закономерностей, лежащих в основе таких описанных в литературе феноменов, как повышение эмоционального возбуждения при научении (Phelps, 2006), положительная связь между уровнем эмоционального возбуждения и эффективностью научения (D’Mello et al., 2014), или повышение скорости научения при стрессе (Крылов, 2016).

Литература

- Александров Ю. И.* От эмоций к сознанию // Психология творчества: школа Я. А. Пономарева / Под ред. Д. В. Ушакова. М., 2006. С. 293–328.
- Александров Ю. И.* Регрессия // Седьмая Международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. М., 2016. С. 100–101.
- Арутюнова К. Р., Бахчина А. В., Крылов А. К., Александров Ю. И.* Воздействие алкоголя на сердечный ритм и оценку действий при решении моральных дилемм // Экспериментальная психология. 2017. Т. 10. № 1. С. 5–22.
- Крылов А. К.* Моделирование эффектов интерференции, совершенствования и переноса навыка при научении // XVIII Международная научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2016»: Сборник научных трудов. Ч. 2. М., 2016. С. 255–264.
- Швырков В. Б.* Введение в объективную психологию. Нейрональные основы психики. М., 1995.
- D'Mello S., Lehman B., Pekrun R., Graesser A.* Confusion can be beneficial for learning // Learning and Instruction. 2014. № 29. P. 153–170.
- Gray J. A.* Brain Systems that Mediate both Emotion and Cognition // Cognition and Emotion. 1990. № 4 (3). P. 269–288.
- Phelps E. A.* Emotion and Cognition: Insights from Studies of the Human Amygdala // Annu Rev Psychol. 2006. № 57. P. 27–53.
- Richman J. S., Moorman J. R.* Physiological time-series analysis using approximate entropy and sample entropy // Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol. 2000. № 278. P. H2039 – H2049.
- Wassum K. M.* Neurochemistry of desire: Endogenous opioid and glutamate involvement in incentive learning and reward seeking actions: Thesis ... Ph.D. of Neuroscience, 2010.

Dedifferentiation of system subserving of behaviour in the starting of learning

*A. V. Bakchina**, *Y. I. Alexandrov*** (Moscow)

* Candidate of psychological Sciences, research officer of Institute of Psychology of RAS

** Doctor of psychological Science, Full Professor, Corresponding member of the RAO, Head of the laboratory of neural basis of mind named of Shvirkov V. B., Institute of Psychology of RAS

The study aimed to investigate psychophysiological mechanisms of learning. We investigated whether the dynamics of behavioural results achieving in conditions of novelty and uncertainty has specific patterns in the

dynamics of heart rate variability. Heart rate complexity was considered as an index of arousals level. It was shown that there was a phase of decreasing of heart rate complexity, which meant increasing of arousal in the start of learning. In other words, we can hypothesise there is a stage of temporary system dedifferentiation in the start of learning.

Keywords: system subserving of behaviour, learning, emotions, system differentiation, heart rate variability, complexity.