

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

## **Динамика индивидуального опыта, связанная с невозможностью инструментальной реализации субъективно значимого поведения<sup>1</sup>**

*Ю. Р. Чистова\*\**, *Н. П. Ивлиева\*\**, *А. Г. Горкин\*\*\**,  
*Ю. И. Александров\*\*\*\** (Москва)

*\* аспирантка Государственного академического университета гуманитарных наук (ГАУГН); e-mail: yulia\_chistova@inbox.ru*

*\*\* аспирантка Государственного академического университета гуманитарных наук (ГАУГН); e-mail: natali.ivli@gmail.com*

*\*\*\* кандидат психологических наук, старший научный сотрудник, Институт психологии РАН; e-mail: agorkin@yandex.ru*

*\*\*\*\* доктор психологических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии образования, заведующий лаборатории психофизиологии им. В. Б. Швыркова Института психологии РАН; e-mail: yuraalexandrov@yandex.ru*

В данном исследовании были выделены варианты ситуаций, в которых индивид устойчиво не достигает желаемого результата – ситуация, в которой реализуемое поведение теряет эффективность (но сохраняется возможность реализации поведения, без достижения результата), и ситуация утраты объекта взаимодействия (инструмента достижения полезного приспособительного результата, т. е. «запрет» на реализацию поведения вообще). Были проведены эксперименты с регистрацией нейронной активности у крыс в инструментальном пищедобывательном поведении в обеих ситуациях. Были обнаружены изменения вероятности активации нейронов, изменения в частоте спайковой активности некоторых специфически активирующихся нейронов, и нейронов с неспецифической активностью в ситуации потери эффективности поведения. В экспери-

---

1 Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект №17-06-00909/17-ОГОН и выполнена в рамках исследовательской программы «Ведущая научная школа РФ. Системная психофизиология» (НШ-9808.2016.6).

ментах с «запретом» на реализацию обнаружилось, что некоторые нейроны, специфически активирующиеся в актах на второй стороне клетки, изменяют свою активность после введения животного в ситуацию «запрета» нажатия педали на первой стороне. Также были выделены изменения в количестве и длительности реализаций актов на стороне клетки с отмененной педалью.

*Ключевые слова:* индивидуальный опыт, нейронная активность, инструментальное пищеводобывательное поведение, рассогласование, невозможность реализации поведения.

## **Постановка проблемы**

Динамика структуры индивидуального опыта в онтогенезе предполагает формирование новых элементов, их реализацию, перестройку отношений между элементами, а также прекращение актуализации элементов опыта (функциональных систем), обуславливающего реализацию соответствующего «внешнего» поведения в случае потери возможности достижения полезного приспособительного результата данным способом.

С позиций системно-эволюционного подхода, приобретаемый индивидом новый опыт фиксируется в группах нейронов, специализированных относительно вновь формируемых функциональных систем. Специализация нейрона относительно функциональной системы постоянна. В качестве «функции» рассматривается организованная совокупность активности, которая приводит к достижению адаптивного полезного результата для организма, фиксированная в видовом или индивидуальном опыте и воспроизводимая как целостные акты поведения (Швырков, 1995).

*Предметом* данного исследования являлась динамика структуры индивидуального опыта в ситуации потери возможности реализации определенного поведения.

Были выделены варианты ситуаций, в которых индивид устойчиво не достигает желаемого результата: ситуация, в которой реализуемое поведение теряет эффективность (но сохраняется принципиальная возможность его реализации), и ситуация утраты объекта взаимодействия (инструмента достижения полезного приспособительного результата, т. е. физический «запрет» на реализацию поведения). С позиций системного подхода, эти ситуации рассматриваются как вносящие рассогласование между имеющимся опытом индивида и отсутствием необходимого результата.

Изменения в структуре индивидуального опыта, связанные с невозможностью использования опыта субъективно значимого пове-

дения, могут быть связаны, в первую очередь, именно с фактором рассогласования, возникающего из-за отсутствия результата. Рассогласование является началом формирования памяти; оно устраняется поиском и фиксацией новых вариантов объединения элементов, т. е. развертыванием процессов системогенеза (Александров и др., 2015). Таким образом, предполагается, что рассогласование, возникающее в обеих ситуациях – отсутствия результата при сохранении возможности реализации поведения и невозможности реализации данного поведения – должно быть устранено. В первом случае (ситуация, возникающая в начале научения новому навыку) рассогласование невозможно устранить с помощью уже имеющихся в опыте способов согласования, и индивид формирует новый навык, позволяющий достигать результат и устранить рассогласование. Во втором случае (при невозможности инструментальной реализации поведения) способ устранения рассогласования не определен. Предполагается, что в структуре индивидуального опыта в данной ситуации происходят изменения, направленные на минимизацию эффектов рассогласования.

На уровне отдельных нервных клеток при возникновении рассогласования происходит экспрессия ранних генов, сменяющаяся экспрессией поздних генов. Эти изменения лежат в основе морфологических модификаций нейрона (Анохин, 1996). Для отдельного нейрона в ситуации необходимости устранить рассогласование имеется альтернатива – вовлечение в системогенез, претерпевание морфологических изменений или гибель в результате апоптоза (Александров, 2004). Так как системная специализация постоянна, предполагается, что в ситуации невозможности инструментальной реализации поведения будут иметь место перестройки в межсистемных отношениях, выраженные в изменении паттерна неспецифической активности специализированных нейронов, обеспечивавших реализацию поведения, подвергшегося «запрету». Клетки с неидентифицированной специализацией (неспецифически активные), которые демонстрируют активации в отдельных реализациях актов исследуемого поведения, могут быть нейронами «старых» систем (сформированных до обучения инструментальному поведению), и их активации обусловлены межсистемными связями. Предположительно, нейроны, активные более чем в 40–50% реализаций, можно рассматривать как участвующие в обеспечении данного поведения.

Предполагается, что перестройки в межсистемных отношениях (изменения в связях между ранее сформированными элементами) будут проявляться в изменении активности, или постепенном снижении активности некоторых нейронов.

## Методика исследования

Исследование было проведено на крысах 6–10 мес. породы Long-Evans весом 200–350 г. Все эксперименты проводились в специальной двухсекционной экранированной клетке, в разных углах одной из секций которой были расположены две кормушки и две педали. Было проведено предварительное обучение крыс инструментальному пищедобывательному поведению. Крысы поэтапно обучались пищедобывательному поведению только на одной стороне (педаль–кормушка) клетки. Обучение было разбито на 6 этапов: подход к кормушке; опускание головы в кормушку; отход от кормушки и движение в сторону педали; подход в угол педали; нахождение в углу педали; нажатие на педаль. В соответствии с этими этапами, были выделены акты, объединенные в цикл инструментального пищедобывательного поведения, относительно которых могут быть обнаружены специализированные нейроны. Животное считалось обученным после непрерывного совершения более 10 самостоятельных реализаций цикла инструментального пищедобывательного поведения.

После завершения обучения проводили операцию по вживлению электродов в мозг для дальнейшей регистрации нейронной активности. В ходе экспериментальной сессии проводилась регистрация активности нейронов ретроспленальной коры в поведенческих циклах добывания животным пищи на той стороне клетки, на которой проходило обучение, для выявления нейронов, специализированных относительно этого поведения. Затем рабочая педаль выключалась и нажатия на нее не приводили к подаче пищи, становились неэффективными. Включалась вторая педаль (на другой стороне клетки), и животное должно было обучиться нажатию на нее. После того, как крыса обучалась, экспериментатор вновь делал эффективной первую, и так далее – по 20 нажатий на каждую педаль. На протяжении всего эксперимента, велась видеозапись поведения животного на цифровую видеокамеру. Также велась запись поведенческих отметок нажатия педали, прохождения середины стенки между педалью и кормушкой и опускания головы крысы в кормушку. По завершении эксперимента, данные последовательно обрабатывались с помощью двух программ – Act (автор – M. L. Shapiro) и NeuRu (автор – А. К. Крылов). Активации нейрона сопоставлялись с реализацией актов пищедобывательного поведения (по поведенческим отметкам и видеозаписям поведения) для выявления поведенчески специализированных нейронов.

Критерием специализации служило наличие 100% вероятности активации в конкретном поведенческом акте или не менее 80%

вероятности активации в каждом из нескольких следующих друг за другом актов (100% активация на определенном отрезке пищедобывательного цикла) (Горкин, Шевченко, 1995).

Если связать активации нейрона с определенными актами поведения не удавалось, или не наблюдалось активации нейрона в изучаемом пищедобывательном поведении, то такие клетки считались клетками с неустановленной специализацией. Среди таких клеток нами выделялись те, вероятность активации которых достигала более 40–50% при реализациях одного или нескольких последовательных актов. Мы предполагаем, что такие нейроны могут обладать специализацией относительно другого поведения (не входящего в цикл инструментального пищедобывательного поведения), но также вовлекаться в обеспечение реализации данного поведения.

## **Результаты исследования**

В результате проведения первой части исследования (ситуация потери эффективности поведения при сохранении принципиальной возможности его реализации) было зарегистрировано 62 нейрона; из них – 11 нейронов, специализированных относительно изучаемого нами пищедобывательного поведения (вероятность активации  $P > 80\%$ ), и 51 нейрон был неспецифически активен в инструментальном пищедобывательном поведении ( $P > 40\%$ ). Были обнаружены изменения вероятности активации нейронов, изменения в частоте спайковой активности некоторых специфически активирующихся нейронов и нейронов, дающих только неспецифические активации. Обнаружено снижение частоты реализаций актов пищедобывательного поведения, а также изменение длительности временных интервалов актов пищедобывательного поведения. Полученные данные позволяют предположить, что фактор потери результативности поведения приводит к реорганизации отношений в структуре индивидуального опыта.

Во второй части исследования проведен эксперимент с невозможностью реализации пищедобывательного поведения. После нескольких дней реализации пищедобывательного поведения на двух сторонах клетки первая выученная животным педаль изымалась, и животное не могло реализовать поведение на данной стороне клетки. Производилась видеозапись поведения и регистрация нейронной активности в течение трех дней «отмены педали». Были выделены следующие акты поведения: подходы к отверстию в месте изъятой педали, обнюхивание отверстия, нахождение в углу изъятой педали, проверки кормушки на стороне изъятой педали, ак-

ты грумминга и ориентировочно-исследовательского поведения (стойки) в углу изъятой педали, последовательности актов на стороне изъятой педали (подход к отверстию на месте педали – проверка соответствующей кормушки).

Предварительный анализ полученного материала показал, что некоторые нейроны, специфически активирующиеся в актах на второй стороне клетки, изменяют свою активность в ситуации запрета при реализации пищедобывательного поведения на первой стороне клетки. Также выделяются изменения в количестве и длительности реализаций актов на стороне клетки с отмененной педалью.

### **Обсуждение результатов**

Перестройки, происходящие в структуре индивидуального опыта в ситуации потери результативности, но с сохранением возможности реализовывать неэффективное поведение, начинаются при возникновении рассогласования, на самых ранних этапах, предваряющих научение новому навыку. Через определенное количество неуспешных проб возникает ориентировочно-исследовательское поведение, приводящее к нахождению новых способов достижения полезного приспособительного результата, к формированию нового элемента индивидуального опыта. Изменения в активности нейронов, участвующих в обеспечении поведения ставшего неэффективным, происходят в рамках аккомодационной реконсолидации (изменения в структуре индивидуального опыта, связанные с включением новой системы в уже существующую структуру индивидуального опыта) (Александров, 2004).

В ситуации невозможности инструментальной реализации поведения вопрос о том, происходит ли формирование нового опыта, пока остается открытым. Если предположить, что индивид обучается тому, что данное поведение «невозможно», и «запрет» на определенную часть опыта сам по себе может являться новым опытом, то это должно быть отражено в формировании новых нейронных специализаций относительно данного опыта. При попытке нахождения этих новых специализаций мы сталкиваемся с определенными методическими трудностями, которые заключаются в том, что для обнаружения новых специализаций необходимо формальное описание поведенческих актов, относительно которых эти новые специализации должны быть обнаружены.

В экспериментах с изъятием педали были зафиксированы акты, уже имеющиеся в опыте животного, такие как стойки на задних ла-

пах, подходы в угол педали и к кормушке и др. Акт обнюхивания отверстия на месте изъятой педали, предположительно, может считаться новым актом, и в случае обнаружения новых специализаций относительно него можно будет говорить о возможности приобретения нового опыта «запрета».

Альтернативной гипотезой является то, что в ситуации «запрета» не формируется новый акт, а происходят некоторые перестройки в неспецифической активности нейронов (отражающие реорганизацию межсистемных связей в индивидуальном опыте). В наших экспериментах были обнаружены изменения, происходящие при недостижении результата в обеих ситуациях – выключения и изъятия педали. В дальнейшем необходимо проверить устойчивость изменений в ситуации «запрета». Это можно сделать, восстановив поведение, подвергнутое «запрету», для проверки, будет ли оно реализовано в тех же характеристиках, что и до «запрета» (по показателям динамики «восстановления», скорости выполнения актов, количества подходов, длительности пауз между подходами, и в характеристиках нейронной активности сравнительно с характеристиками до «запрета» и во время него). В дальнейших исследованиях планируется проведение экспериментов с восстановлением поведения, подвергнутого «запрету».

## Литература

- Александров Ю. И. Системогенез и смерть нейронов // *Нейрохимия*. 2004. Т. 21. № 1. С. 5–14.
- Александров Ю. И. Научение и память: традиционный и системный подходы // *Журнал высшей нервной деятельности*. 2005. Т. 55. № 6. С. 842–860.
- Александров Ю. И., Горкин А. Г., Созинов А. А., Сварник О. Е., Кузина Е. А., Гаврилов В. В. Консолидация и реконсолидация памяти: психофизиологический анализ // *Вопросы психологии*. 2015. № 3. С. 133–144.
- Анохин К. В. Обучение и память в молекулярно-генетической перспективе // XII Сеченовские чтения. М., 1996. С. 23–47.
- Горкин А. Г., Шевченко Д. Г. Различия в активности нейронов лимбической коры при разных стратегиях обучения // *Журнал высшей нервной деятельности*. 1995. Т. 45. № 1. С. 90–100.
- Швырков В. Б. Введение в объективную психологию. Нейрональные основы психики. М., 1995.

## **Dynamics of the structure of individual experience related to the instrumental disability of realization of the subjectively meaningful behavior**

*Y. R. Chistova\**, *N. P. Ivlieva\*\**, *A. G. Gorkin\*\*\**, *Y. I. Alexandrov\*\*\*\**  
(Moscow)

\* Postgraduate State academic University of humanitarian science (GAUGN)

\*\* Postgraduate, State academic University of humanitarian science (GAUGN)

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

\*\*\*\* Doctor of psychological Sciences, Full Professor, Corresponding member of the Russian Academy of education, Head of Laboratory of psychophysiology, Institute of Psychology of RAS

In this study, we selected versions of the situations in which the individual steadily attains the desired result – a situation in which the implemented behavior loses its effectiveness (but retained the possibility of implementing behavior without achieving a result), and the situation of loss of the object of experience (a tool to achieve useful adaptive result, i. e. the “ban” on implementation of behavior at all). Experiments were carried out with the registration of neural activity in rats in instrumental food-acquisition behavior in both situations. Were detected changes of the probability of the activation of neurons, changes in the frequency of spiking activity of some specialized neurons, and neurons with non-specific activity in a situation of loss of efficiency of behaviour. In the experiments with the “ban” on implementation it was discovered that some neurons that are specifically activated in the acts on the second side of the cage changed their activity after switching the situation to the “ban” of pedal pressing on the first side. Also, were detected changes in the number and duration of acts realizations on the side of the cage with the removed pedal.

*Keywords:* individual experience, neural activity, instrumental food-acquisition behavior, misalignment, inability to implement behavior.