

Интеграция
академической
и университетской
психологии

ПРОЦЕДУРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО- ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ответственный редактор
В. А. Барабанщиков



ИНСТИТУТ ПСИХОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Институт психологии

**ПРОЦЕДУРЫ И МЕТОДЫ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-
ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Ответственный редактор
В. А. Барабанщиков



Издательство
«Институт психологии РАН»
Москва – 2016

УДК 159.9

ББК 88

П 84

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

Редакционная коллегия:

Ю. И. Александров, В. М. Аллахвердов, К. И. Ананьева, В. А. Барabanщиков (отв. редактор), Н. А. Выскочил, А. Н. Гусев, А. А. Демидов (отв. секретарь), А. Л. Журавлев, Ю. М. Забродин, Ю. П. Зинченко, А. В. Карпов, Л. С. Куравский, С. Б. Малых, В. Н. Носуленко, В. И. Панов, А. О. Прохоров, В. В. Рубцов, В. В. Селиванов, А. А. Созинов, И. С. Уточкин, А. Н. Харитонов, Ю. Е. Шелепин

П 84 Процедуры и методы экспериментально-психологических исследований / Отв. ред. В. А. Барabanщиков. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2016. – 950 с. (Интеграция академической и университетской психологии)

ISBN 978-5-9270-0339-6

УДК 159.9

ББК 88

Книга посвящена обсуждению широкого круга вопросов, касающихся перспектив разработки и реализации новых процедур и методов экспериментально-психологических исследований. Она содержит около 150 статей, с различных сторон раскрывающих данную тему. Обсуждаются вопросы, касающиеся роли и места эксперимента в развитии психологической науки, перспектив и границ применения экспериментальных и эмпирических методов в психологических исследованиях, возможности создания новых экспериментальных средств и процедур, междисциплинарных методов изучения психических явлений, формализации психологического познания, проблемы объяснения и интерпретации данных экспериментальных исследований и мн. др. Данный труд является содержательным продолжением серии научных работ, посвященных проблемам эксперимента в психологии, выпущенных за последние годы: «Экспериментальная психология в России: традиции и перспективы», 2010; «Современная экспериментальная психология», 2011; «Экспериментальный метод в структуре психологического знания», 2012; «Естественно-научный подход в современной психологии», 2014.

© ФГБУН Институт психологии Российской академии наук, 2016

ISBN 978-5-9270-0339-6

-
- Бехтерева Н. П., Будзен П. В., Гоголицын Ю. Л.* Мозговые коды психической деятельности. Ленинград: Наука, 1977. С. 165.
- Иваницкий А. М.* Главная загадка природы: как на основе процессов мозга возникают субъективные переживания // Психологический журнал. 1999. Т. 20. №3. С. 93–104.
- Короновский А. А., Макаров В. А., Павлов А. Н., Ситникова Е. Ю., Храмов А. Е.* Вейвлеты в нейродинамике и нейрофизиологии. М.: Физматлит, 2013.
- Леонтьев А. Н.* Деятельность, сознание, личность. М., 1975.
- Нагель Т.* Мыслимость невозможного и проблема духа и тела // Вопросы философии. 2001. №8.
- Поппер К.* Знание и психофизическая проблема: В защиту взаимодействия / Пер. с англ. И. В. Журавлева. М., 2008.
- Рубинштейн С. Л.* Бытие и сознание. Человек и мир. М., СПб.: Питер, 2003.
- Юматов Е. А.* Психическая деятельность мозга – «ключ» к познанию // Вестник Международной академии наук. Русская секция. 2013. №1. С. 35–45.
- Crick F., Koch C.* Why neuroscience may be able to explain consciousness // Scientific Amer. 1995. V. 273. P. 66.
- Hramov A. E., Koronovskii A. A., Makarov V. A., Pavlov A. N., Sitnikova E. Yu.* Wavelets in Neuroscience. Springer–Heidelberg–N. Y.–Dordrecht–London, 2015.
- MacDonald M.* Pro WPF 4.5 in C#: Windows Presentation Foundation in .NET 4.5. Apress, 2012.
- Sperry R. W.* Neurology and the mind-brain problem // Am. Sci. 1952. V. 40. P. 291–312.
- Stenning J.* Direct³D Rendering Cookbook 430 pages Packt Publishing. 2014. January 20.
- Yumatov E. A.* To knowledge of the origin of the brain mental activity // World Journal of Neuroscience. 2014. V. 4. №2. P. 170–182.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ КОММУНИКАЦИЯ У КРЫС ПРИ КООПЕРАЦИИ В ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМ ПИЩЕДОБЫВАТЕЛЬНОМ ПОВЕДЕНИИ¹

В. В. Гаврилов

Институт психологии РАН, Москва
nvgav@mail.ru

Научение – формирование нового элемента опыта – приводит к более дифференцированному соотношению организма со средой, дифференциации опыта. При этом структура индивидуального опыта (набор элементов опыта и отношения между ними) зависит от истории научения: последовательности формирования актов поведения и процедуры научения. Ранее нами выявлены некоторые особенности научения и организации активности мозга при реализации одного и того же инструментального пищедобывательного поведения сформированного при использовании разных процедур научения: с помощью и без помощи экспериментатора, в несколько этапов или «одномоментно» – без фиксации от-

1 Работа выполнена в соответствии с ГЗ 0159-2016-00012 в рамках исследовательской программы Ведущей научной школы РФ «Системная психофизиология» (НШ-9808. 2016.6).

дельных этапов, при наблюдении за демонстратором, без использования зрения) (Arutyunova et al., 2010; Gavrilov, Pistun, 2010; и др.) Для внешнего наблюдателя поведение наблюдаемых выглядит одинаково (в нашей модели как побежки от педали к кормушке и обратно), хотя в основе поведения разных субъектов поведения разная структура опыта.

Одной из нерешенных является проблема нейробиологических основ социального поведения. Предлагаются разные подходы и варианты ее решения (см.: Adolphs, 2001; Риццоллатти, Синигалья, 2012; Dumas, 2011). С позиций системно-эволюционного подхода к изучению мозга, поведения и психики (Швырков, 1995) можно предположить, что при реализации одного и того же поведения в одиночку и совместно с другими происходит актуализация и реализация разных, хотя и перекрывающихся, элементов опыта. Ранее в наших исследованиях было установлено, что в инструментальном пищедобывательном поведении крысы научаются кооперировать – совместно достигать результат, при этом в суммарных потенциалах мозга найдены различия при реализации актов в appetentной фазе поведения – подходе и нажатии на педаль – при реализации того же поведения индивидуально и сообща (Гаврилов, Арутюнова, 2013). Однако вопрос о том, определяются ли различия только различиями в актуализации разных элементов или же еще формируются другие элементы опыта, остается пока открытым.

При исследовании кооперации у крыс мы регистрировали их ультразвуковую вокализацию, предполагая, что, если крысы используют ультразвуки для коммуникации, то это будет одним из аргументов в пользу кооперации. В этой статье будут представлены основные результаты исследования УЗ вокализации у крыс в инструментальном пищедобывательном поведении реализуемом в одиночку и сообща с конспецификом (партнером?).

Известно, что крысы издают ультразвуки (УЗ) и используют их в поведении (см. обзоры: Brudzynski, 2013; Фокин, 2013). УЗ взрослых крыс отличаются акустическими характеристиками (пиковой частотой, длительностью и формой), и обычно описываются как «22 кГц» УЗ и «50кГц» УЗ. По состоянию крыс, в которых у них регистрировали УЗ, эти группы называются также «unhappy» и «happy». Считается, что ультразвуками крысы сообщают другим крысам о своем эмоциональном состоянии: негативном или позитивном. Установлено, что УЗ издаются гортанью вследствие хорошо регулируемой мезолимбическими структурами активностью мышц гортани, при этом 22 кГц «свист» и 50 кГц «свист» связаны с разными мозговыми структурами и разными медиаторными системами: холинэргической и дофаминэргической, соответственно (Riede, 2011; Brudzynski, 2007; Burgdorf et al., 2007). Некоторые авторы считают (Blanchard et al., 1991; Litvin et al., 2007; Burgdorf et al., 2008), что 22 кГц УЗ – сигналы тревоги, оповещающие сородичей о приближении хищников или о других опасностях. 50 кГц УЗ связываются с эмоционально позитивными состояниями и наблюдаются при ухаживании, игре, социальных контактах (Burgdorf et al., 2008; Portfors, 2007) и, возможно, используются при кооперации (Lopuch, Popik, 2011) и координации особей в социальном поведении (Kelley, Bass, 2010). Иммуногистохимическими исследованиями было показано увеличение экспрессии c-fos в разных лимбических структурах мозга и разных областях коры мозга у крыс-слушателей, что, как полагают, отражает уровень активности нейронов в этих

областях, однако это увеличение происходит в разных областях мозга при 22 кГц УЗ и 50 кГц УЗ (Sadananda et al., 2008). Различия при прослушивании «unhappy» и «happy» УЗ были найдены и в электрофизиологических исследованиях. Было установлено, что спайковая активность нейронов миндалины тонически возрастает при прослушивании 22 кГц УЗ и, наоборот, снижается при звуках 50 кГц (Parsana et al., 2012). Таким образом, можно считать, что у крыс имеется эволюционно древняя ультразвуковая коммуникативная система, а издаваемые крысами УЗ являются это-трансммитерами (этологическими передатчиками), которые обладают видовой специфичностью и вызывают у крыс-реципиентов изменения эмоционального состояния и поведения (Brudzynski, 2013).

Для исследования кооперативного поведения у крыс и выяснения коммуникативного значения УЗ-вокализации мы использовали модель инструментального пищедобывательного поведения, в которой крысы должны были нажимать на педали для получения порции пищи в кормушках. Анализировали поведенческие показатели, ультразвуковую вокализацию (УЗ) и суммарную электрическую активность мозга (ЭЭГ) у крыс, обучающихся координировать свое поведение с поведением конспецифика.

Методика

Исследования проводились в экспериментальной клетке (60×60×60 см), разделенной на две равные части прозрачной перегородкой. В каждой половине по углам расположены кормушка и педаль, нажатие на которую приводит к автоматической подаче порции пищи в кормушку. Обученное животное произвольно («когда само захочет») нажимает на педаль для получения порции пищи и исследуемое дефинитивное поведение выглядит как повторяющиеся побежки от педали к кормушке и обратно.

Стадии научения

Взрослые самцы крыс (Long Evans) сначала научались нажимать на педаль индивидуально каждый в своей половине клетки в течение нескольких ежедневных получасовых сессий. Затем двух научившихся крыс помещали в клетку одновременно (каждую крысу в свою половину), а условием получения пищи было одновременное (обе педали нажаты) нажатие ими на педали. Таким образом, в индивидуальном и совместном поведении крысы совершали сходное циклическое поведение (побежка к педали – нажатие на педаль – побежка к кормушке – захват пищи – побежка к педали – ...). Анализировали скорость научения, длительность актов, эффективность поведения как отношение успешных актов нажатия на педаль ко всем совершенным нажатиям. Первые результаты этих исследований опубликованы в статье В. В. Гаврилова и К. Р. Арутюновой (2013).

Регистрация поведения

Наряду с видеозаписью поведения проводили фотоэлектрическую регистрацию отметок нажатия на педаль и опускания головы в кормушку для последующего анализа динамики научения и связанных с поведением суммарных потенциалов мозга и УЗ-событий.

Регистрация УЗ

Для регистрации УЗ был разработан аппаратно-программный комплекс (Д. Малахов), по своим характеристикам сходный с оборудованием Sonotrack (B. V. Metris, the Netherlands). Два УЗ-микрофона располагались на потолке экспериментальной клетки над каждой из ее половин, что давало возможность по интенсивности УЗ, синхронно регистрируемых обоими микрофонами, определять какая крыса издавала тот или иной звук. Анализ УЗ проводился off-line в ручную, чтобы избежать артефакты. Выраженность УЗ-вокализаций оценивалась по количеству УЗ, издаваемых крысами в течение каждой экспериментальной 30-минутной сессии.

Регистрация и анализ ЭЭГ

Монопольная регистрации ЭЭГ проводилась серебряными электродами с сопротивлением около 30 кОм, расположенными эпидурально над зрительной (р.7,0; л. 4,0), моторной (а.3,0, л.3,5) и лимбической (р.4,5, л. 1,0) областями коры мозга. Потенциалы ЭЭГ усреднялись от отметок (нажатие на педаль, опускание/вынимание головы из кормушки) с использованием программы обработки Psy (А. Анашкин). Определяли амплитуды и латенции пиков колебаний ЭЭГ, усредненных от отметок поведения, а также от моментов УЗ как собственных, так и «партнера».

Результаты и обсуждение

Проанализирована УЗ-вокализация в индивидуальном и кооперативном инструментальном пищедобывательном поведении у 14 крыс (7 пар). В индивидуальном поведении крысы издавали УЗ крайне редко. На рисунке 1 видно, что во время индивидуального поведения – первые семь 4-минутных эпох, на которые была разбита 30-минутная сессия для анализа динамики – все четыре крысы из одной серии экспериментов почти молчали, а в поведении сообща (эпохи 8–14) у всех



Рис. 1. УЗ-вокализация в индивидуальном и кооперативном поведении. Данные для четырех крыс из двух пар в первой индивидуальной и первой кооперативной сессии.

По оси ординат – количество УЗ, по оси абсцисс – четырехминутные интервалы, на которые была разделены экспериментальные сессии. Первые 7 интервалов – индивидуальное поведение, вторые 7 интервалов – кооперативное поведение

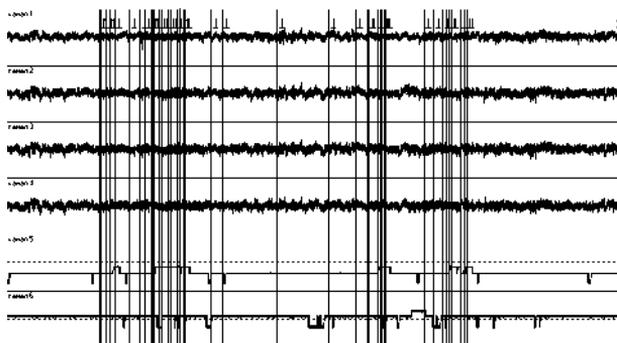


Рис. 2. Увеличение количества издаваемых крысой ультразвуков в актах подхода к педали и нажатия на педаль.

2,5-минутный фрагмент записи данных, взятый из начала экспериментальной сессии. Наверху – 4 канала ЭЭГ, внизу – 2 канала с записью отметок поведения обеих крыс. Отклонениям вверх соответствуют нажатиям на педали, вниз – опусканиям головы к кормушке. Вертикальные линии – моменты появления ультразвуков

крыс УЗ-вокализация значительно усилилась, при этом УЗ-события происходили в начале всех экспериментальных сессий (1–3 эпохи— в индивидуальном поведении; 8–10 – в кооперативном). В кооперативном поведении УЗ-вокализация была выражена в разной степени в разных парах, у крыс в одной паре и в разных тестовых сессиях. Выяснить, с чем связаны эти различия, пока не удалось.

Было также установлено, что крысы издают ультразвуки преимущественно в начале экспериментальной сессии и они приурочены к педальной части поведенческого цикла «педаль-кормушка», т. е. при подходе к педали и нажатии на нее (рисунок 2). Можно предположить, что крыса, первой подходящая к своей педали и ожидающая на педали, издает УЗ, призывая другую крысу, находящуюся в это время у своей кормушки, делать то же самое.

Крысы издавали оба описанных другими исследователями типа УЗ: «50 кГц» и «22 кГц», при этом последние наблюдались всего в нескольких экспериментальных сессиях за все время регистрации более чем сотни получасовых сессий. Выявить особенности поведения, при которых издавался этот тип УЗ, тоже пока не удалось. Обычно крысы издавали последовательность из нескольких УЗ: максимальное количество УЗ-событий в группе 22 кГц УЗ было 14, а в группе 50 кГц – 10. Требуется дополнительный анализ для выявления паттернов этих последовательностей. Можно предположить, что крысы «вступают в УЗ-диалог», поскольку при реализации пищедобывательного поведения они попеременно издавали УЗ. Однако это заключение требует дополнительного тщательного анализа. В других видах поведения, например, при вылизывании, залезании на стенки клетки или подходу к перегородке «нос к носу», УЗ, как правило, не издавались.

В суммарных потенциалах мозга, усредненных от момента появления УЗ, как у крысы, издающей УЗ, так и крысы-реципиента, выделяются связанные с УЗ компоненты (рисунок 3). Форма потенциалов отличается от типичных вызванных потенциалов мозга на звук, но следует отметить, что в нашем исследовании регистрация проводилась на свободно подвижных животных в поведении,

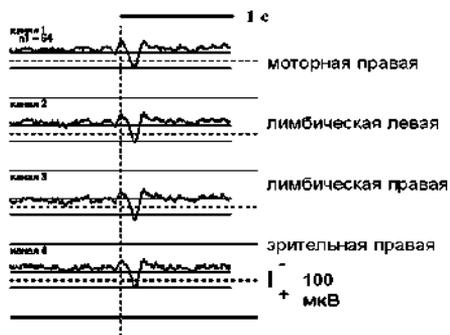


Рис. 3. Усредненные от моментов появления УЗ (вертикальная пунктирная линия) суммарные потенциалы мозга над моторной, лимбической и зрительной областями коры. Количество реализаций в усреднении – $n = 64$

а не на наркотизированных животных. Планируется провести сравнение компонентов связанных с УЗ компонентов у крыс, издающих звуки и крыс-реципиентов, а также на звуки 22 и 50 кГц.

Полученные нами результаты отличаются от результатов, полученных в работе Lopuch, Popik, 2011, которые также исследовали кооперативное инструментальное поведение у крыс и УЗ-вокализацию, и в этом смысле их работа наиболее сходна с нашей. Авторы также пришли к выводу, что крысы способны кооперировать и УЗ-вокализация используется для этого. В их исследовании крысы предварительно индивидуально обучались засовывать нос в отверстие на стене экспериментальной клетки для получения капельки сахарозы. Затем, помещенные в клетку вместе, они должны были делать это синхронно (в течение двух секунд от момента засовывания носа одной из крыс). И даже в этом случае, после 30–40 совместных получасовых сессий, эффективность их поведения не превышала уровень 30%. Было показано, что со временем число эффективных актов растет и это коррелировало с ростом «happy» УЗ, что авторы связывают с позитивными эмоциями при получении сахарозы. Следует отметить, что в нашем исследовании наблюдались как «happy», так и «unhappy» УЗ, при этом преимущественно в appetentной фазе поведенческого цикла, т. е., при нажатии на педали, а не при захвате пищи в кормушках; случалось это далеко не при каждом успешном акте; иногда этому соответствовали не «happy», а «unhappy» УЗ; а были случаи, когда эти звуки чередовались, что вызывает затруднения в терминах позитивных и негативных эмоциональных состояний. Более вероятно то, учитывая вышесказанное, а также тот факт, что в индивидуальном поведении УЗ крайне редки и их число при совершенствовании кооперативного поведения в нашем случае уменьшалось, что УЗ вокализация крыс действительно является коммуникативным средством при кооперации.

Выводы

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что крысы могут координировать свое поведение с поведением конспецифика в инструментальном пище-

добывательном поведении для совместного достижения результатов, а данные по УЗ-вокализации можно трактовать как УЗ-коммуникацию при кооперации крыс в исследованном инструментальном поведении.

Литература

- Гаврилов В. В., Арутюнова К. Р. Формирование индивидуального опыта в модели кооперативного поведения у крыс // Эволюционная и сравнительная психология в России: традиции и перспективы / Под ред. А. Н. Харитонова. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2013. С.106–112.
- Риццолатти Дж., Синигалья К. Зеркала в мозге: о механизмах совместного действия и сопереживания. М.: Языки славянских культур, 2012.
- Фокин Ю. В. Применение анализа ультразвуковой вокализации лабораторных животных в биомедицинских и доклинических исследованиях: Дис. ... канд. биол. наук. М., 2013.
- Швырков В. Б. Введение в объективную психологию. Нейрональные основы психики. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 1995.
- Adolphs R. The neurobiology of social cognition // *Current Opinion in Neurobiology*. 2001. V. 11. P. 231–239.
- Arutyunova K. R., Gavrilov V. V., Alexandrov Y. I. Formation of individual experience in the absence of visual contact with the environment // *FENS Abstracts*. 2010. V. 5.
- Blanchard R. J., Blanchard D. C., Agullana R., Weiss S. M. Twenty-two kHz alarm cries to presentation of a predator, by laboratory rats living in visible burrow systems // *Physiol. Behav.* 1991. V. 50. P. 967–972.
- Burgdorf J., Wood P. L., Kroes R. A., Moskal J. R., Panksepp J. Neurobiology of 50-kHz ultrasonic vocalizations in rats: electrode mapping, lesion and pharmacology studies // *Behav. Brain Res.* 2007. V. 182. P. 274–283.
- Burgdorf J., Kroes R. A., Moskal J. R., Pfau J. G., Brudzynski S. M., Panksepp J. Ultrasonic vocalizations of rats (*Rattus norvegicus*) during mating, play and aggression: behavioral concomitants, relationship to reward and self-administration of playback // *J. Comp. Psychol.* 2008. V. 122. P. 357–367.
- Brudzynski S. M. Ultrasonic calls of rats as indicator variables of negative and positive states: acetylcholine-dopamine interaction and acoustic coding // *Behav. Brain Res.* 2007. V. 182. P. 261–273.
- Brudzynski S. M. Ethotransmission: communication of emotional states through ultrasonic vocalization in rats // *Current Opinion in Neurobiology*. 2013. V. 23. P. 310–317.
- Dumas G. Towards a two-body neuroscience // *Communicative & Integrative Biology*. 2011. V. 4. №3. P. 349–352.
- Gavrilov V. V., Pistun P. M. Observational learning in rats // *International Journal of Psychophysiology*. 2010. V. 77. P. 319–320.
- Kelley D. B., Bass A. H. Neurobiology of vocal communication: mechanisms for sensorimotor integration and vocal patterning // *Curr. Opin. Neurobiol.* 2010. V. 20. P. 748–753.
- Litvin Y., Blanchard D. C., Blanchard R. J. Rat 22 kHz ultrasonic vocalizations as alarm cries // *Behav. Brain Res.* 2007. V. 182. P. 166–172.
- Łopuch S., Popik P. Cooperative behavior of laboratory rats (*Rattus norvegicus*) in an instrumental task // *Journal of Comparative Psychology*. 2011. V. 125. №2. P. 250–253.

-
- Parsana A. J., Li N., Brown T. H.* Positive and negative ultrasonic social signals elicit opposing firing patterns in rat amygdala // *Behav. Brain Res.* 2012. V. 226. P. 77–86.
- Portfors C. V.* Types and functions of ultrasonic vocalizations in laboratory rats and mice // *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science.* 2007. V. 46. № 1. P. 28–34.
- Riede T.* Subglottal pressure, tracheal airflow and intrinsic laryngeal muscle activity during rat ultrasound vocalization // *J. Neurophysiol.* 2011. V. 106. P. 2580–2592.
- Sadananda M., Wohr M., Schwarting R. K.* Playback of 22-kHz and 50-kHz ultrasonic vocalizations induces differential c-fos expression in rat brain // *Neurosci. Lett.* 2008. V. 4. № 35. P. 17–23.

ДИАПАЗОН ПРИМЕНЕНИЯ ЗООПСИХОФИЗИЧЕСКОЙ МЕТОДИКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХЕМОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ГИДРОБИОНТОВ

Л. А. Селиванова

Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва
lyubov.selivanova@gmail.com

Методика для определения хемочувствительности обитателей водной среды (гидробионтов) была разработана в конце 1980-х годов и сочетает в себе адаптированный для ихтиологических задач классический психофизический *метод постоянных стимулов* (Солуха, 1989, с. 66–72) и *метод «привыкание–различение»* или *habituation–discrimination test* (Halpin, 1974). Процедура тестирования по данной методике с использованием тестовых растворов (Т) ведется в контрольной реализации по схеме $T_1 \rightarrow T_1$ и в тестовой реализации – по схеме $T_1 \rightarrow T_2$. При этом раствор T_2 может отличаться от раствора T_1 как по качеству, так и по концентрации, что позволяет с помощью данной методики определять у гидробионтов их способность к различению разных по качеству веществ, и дифференциальную чувствительность к конкретному веществу, не меняя естественного фона. По результатам обработки данных тестирования можно определить знак (привлечение, отпугивание, не ориентированное на предъявляемый запах изменение двигательной активности) и интенсивность поведенческого ответа группы рыб, а также специфичность (распознавание запаха) и неспецифичность (только ощущение запаха) ответа. Более подробно процедура тестирования, обработки данных и оценки их достоверности, а также полученные нами результаты по пределам различения аминокислот (АК) и дифференциальной чувствительности молоди русского осетра к отдельным АК и многокомпонентным природным запахам при искусственных фонах опубликованы ранее (Селиванова, Скотникова, 2007). Здесь же пойдет речь о том, что еще можно исследовать, и что уже обнаружено (готовится к публикации) с помощью данной методики у разных видов рыб.

Различение отдельных соединений при последовательном предъявлении

Отдельные АК являются для гидробионтов мажорными компонентами и маркерами пищевых, внутри- и межвидовых запахов и, следовательно, стимулами