

**Н. Н. Корж, Н. В. Дубровинская**

**НЕСКОЛЬКО ШТРИХОВ  
К НАУЧНОЙ БИОГРАФИИ Е.Н. СОКОЛОВА**

В статье описывается начальный этап становления идей Е.Н. Соколова в психофизиологии, их дальнейшее развитие и разработка в психофизиологических и нейрофизиологических исследованиях.

*Ключевые слова:* психофизиология, ориентировочный рефлекс, нервная модель стимула, память, теория обнаружения сигнала, цветовое пространство.

The article describes the initial period in the development of E.N. Sokolov's ideas in psychophysiology and their further advancement in psychophysiological and neurophysiological research studies.

*Key words:* psychophysiology, orienting reflex, neuronal model of stimulus, memory, signal detection theory, color space.

Евгений Николаевич Соколов принадлежал к поколению двадцатилетних участников Великой Отечественной войны — тех, кто, к счастью, уцелел и вернулся со стремлением к скорейшей реализации своего предназначения. Закончив экстерном Институт иностранных языков (на фронте был переводчиком), он поступил в аспирантуру Института философии АН (отдел С.Л. Рубинштейна) и защитил кандидатскую диссертацию о философских аспектах учения И.П. Павлова. Итогом следующего семилетия явилась монография «Восприятие и условный рефлекс» (1958).

Служение науке было делом всей жизни Е.Н. Соколова. Круг его интересов охватывал не только отдельные области нейронауки. В сферу его исследований и размышлений втягивалось все, с чем сталкивался его подвижный и пронизательный ум. Пути удовлетворения своих растущих интересов он видел в нейрофизиологических исследованиях.

Исторически истоки идей Е.Н. Соколова очевидным образом сопрягаются с идеями И.П. Павлова, С.В. Кравкова, Л.А. Орбели. В первоначальном замысле монографии он рассматривает свой подход к исследованию восприятия как продолжение изучения рефлекторных основ этого процесса с точки зрения учения Павлова об условных реф-

---

**Корж Нина Николаевна** — канд. психол. наук, ассоц. сотр. ИП РАН. *E-mail:* yleo@dubki.ru

**Дубровинская Наталья Владимовна** — докт. биол. наук, вед. науч. сотр. Института возрастной физиологии РАО. *E-mail:* natvad0@gmail.com

лексах. Однако рефлекторный анализ восприятия осуществляется им в более широком плане. В ходе исследования Е.Н. Соколов уточняет пути количественного измерения ответов, возникающих под действием раздражителей, и формулирует общие принципы использования различных реакций для измерения чувствительности, реактивности, лабильности анализаторной системы в целом. Ему близки представления П.К. Анохина об «обратной афферентации», исследования Г.В. Гершуни об изменении уровня чувствительности под влиянием субсенсорных воздействий. Анализируя данные, полученные в собственных исследованиях и в работах сотрудников (О.С. Виноградова, Э.А. Голубева, Н.Н. Данилова, М.Б. Михалевская, Н.П. Парамонова, Р.П. Стеклова — см.: Ориентировочный рефлекс и вопросы..., 1959), он приходит к выводу, что восприятие представляет собой сложный «процесс, в который вовлекается целый ряд рефлекторных приспособлений, взаимодействующих друг с другом» (Соколов, 1958, с. 317); анализатор — это афферентно-эфферентная система, в которой «участвуют системы обратной связи, включающиеся на разных уровнях анализаторного прибора и осуществляющие функцию саморегуляции анализатора в зависимости от характера действующего на него раздражителя» (там же, с. 296). В данной работе Е.Н. Соколова впервые намечаются тенденции системного подхода к исследованию.

Связь с традицией (школа И.П. Павлова), ее творческое переосмысление и развитие отчетливо продемонстрировала также разработка Е.Н. Соколовым и сотрудниками положений о механизмах и функциональной роли ориентировочного рефлекса. Этим исследованиям близки работы зарубежных нейрофизиологов того времени (G. Moruzzi, S. Sharpless, H. Jasper, G. Walter, D. Lindsley).

Отправной точкой для Е.Н. Соколова был павловский рефлекс биологической осторожности с его специфическими двигательными проявлениями и тормозной функцией в отношении текущей (у Павлова — условнорефлекторной) деятельности. Реализация принципа полиграфической регистрации различных реакций на новый стимул, вызывающий ОР, и анализ многокомпонентного ответа организма позволили (Виноградова, 1961; Ориентировочный рефлекс и проблемы..., 1964) дифференцировать на основе сопоставления сосудистых реакций головы и руки (О.С. Виноградова) ОР от оборонительных и адаптационных реакций и трактовать его эффекты (рост чувствительности, проводимости, лабильности) на периферическом (О.С. Виноградова, Н.П. Парамонова) и центральном (ЭЭГ — Н.Н. Данилова) уровнях как активацию. Эти данные привели к новому для того времени представлению об облегчающей функции ОР в отношении восприятия. Мысль Е.Н. Соколова стремительно двигалась в направлении анализа механизмов возникновения ОР, его свойств и динамики, стимулируя

исследования этих вопросов, ответы на которые все больше сближали ОР с вниманием человека. На этом пути он часто не останавливался на рассмотрении понятных для него, как бы само собой разумеющихся деталей, важных, однако, для новых трактовок.

Постулированное Е.Н. Соколовым возникновение ОР в ситуации неопределенности, вызванной рассогласованием, проявляется универсально: при первом предъявлении стимула — как рассогласование с текущей установкой субъекта; при введении подкрепления в ходе выработки условного рефлекса — как рассогласование между решением об игнорировании раздражителя после угашения и приданием ему значимости; в ответ на внешнюю инструкцию или внутреннее побуждение к решению определенной задачи — между известной целью и пока не известными средствами ее достижения. Возникающий при этом ОР «работает» на получение информации для ликвидации неопределенности (Ориентировочный рефлекс и проблемы..., 1964), оптимизируя протекание необходимых этапов когнитивной деятельности и облегчая получение ответов на вопросы: «Что такое?», «Что это значит?» и «Что делать?» При этом сфера действия ОР существенно расширяется, и «мишенями» активирующих влияний становятся афферентные, центральные и эфферентные системы (если спроецировать это положение, сильно упрощая, на исходный рефлекторный принцип).

Трансформация неопределенности в определенность при участии ОР отражается в динамике его угасания, которое продолжается до формирования нервной модели стимула и принятия решения об игнорировании раздражителя, включении его в определенную «рабочую» систему или о его фиксации в памяти. Как длительность, так и динамика угасания подтолкнули Е.Н. Соколова к новым размышлениям. Имеющиеся данные о большей длительности угасания у одаренных детей по сравнению с детьми со средними способностями, о быстром угасании у олигофренов, о большей устойчивости коркового компонента ОР по сравнению с вегетативными наводили на мысль о развертывании в экспериментах когнитивных операций по многопараметрическому анализу стимула, определению его возможной значимости при повторных предъявлениях. Волнообразность угасания могла свидетельствовать об «обращении» к рабочей памяти, прошлому опыту, что приводит к оживлению ОР. Действительно, Е.Н. Соколов высказал предположение (Ориентировочный рефлекс и проблемы..., 1964), что в ходе угашения ОР испытуемые выдвигают, проверяют, отвергают/принимают различные гипотезы относительно стимула (математическая модель с использованием теоремы Байеса хорошо описывает, по Соколову, такую стратегию). Экспериментальная проверка этого утверждения через много лет подтвердила его правильность (De Smart, Das Smaal, 1979).

Что же «заставляет» испытуемого в отсутствие специальной инструкции продолжать работу со стимулами? «Простые» опыты с угашением ОР на индифферентные раздражители в затемненной звукоизолированной камере, т.е. в условиях сенсорной депривации, представляют собой классический «метод лишения», стимулирующий познавательную мотивацию и направленность на анализ последовательности стимулов как единственной «пищи для ума». Связь ОР с познавательной потребностью и акцент на роли субъективного (человеческого) фактора в динамике ОР еще больше сближает его с вниманием. Идеи и положения Е.Н. Соколова, касающиеся характеристик ОР и специально не подчеркиваемой связи с познавательной потребностью, получили подтверждение и своеобразное развитие в результатах исследования на модели ОР закономерностей формирования внимания в онтогенезе ребенка и их интерпретации (Дубровинская, 1985).

Новые идеи и гипотезы, возникшие у Е.Н. Соколова в результате анализа ОР на простые стимулы, его связи с восприятием, памятью и особенно значение характеристик испытуемого для развертывания процессов опознания/запоминания с участием ОР, нашли почву для дальнейших исследований в рамках инженерной психологии, которая переживала в то время период расцвета. От психологов требовался ответ на вопрос об актуальных возможностях человека как звена систем управления разной сложности в средствах связи, авиации, космических полетах и пр. При этом психологи отчетливо понимали, что математическое описание не может заменить конкретного исследования сенсорных процессов, восприятия, внимания, памяти. Идеи и исследования Е.Н. Соколова развивались в русле общих интересов того времени, но он относился к ученым, понимавшим ограничения модели идеального наблюдателя. Его методология и глубокие знания (никому не видимый «черный труд эрудиции») позволили расширить проблематику инженерной психологии. В ходе изучения характеристик функций субъекта в процессе слежения за системой сигналов, их обнаружением и распознаванием он вышел за рамки теории идеального наблюдателя, включив в сферу исследований регистрацию сенсорных функций и процесса сенсорного научения, когда «наблюдатель обучается дифференцировать сложные совокупности сигналов и выделять слабые сигналы на фоне помех с совершенством, превосходящим работу автоматов» (Инженерная психология, 1964, с. 69). В данном контексте Е.Н. Соколов проработал подход к моделированию процессов в ЦНС животных и человека («нервная модель стимула»), где в один узел были завязаны способность нервной системы отвечать опережающей реакцией на появление сигнала (субъективная вероятность, в основе которой лежит механизм сенсорного научения) и статистические свойства сигналов. Такой подход инициировал изучение механизмов колебаний в реакциях

наблюдателя, что привело к целостному анализу характеристик деятельности человека по показателям полиграфической регистрации реакций. Существенным продвижением на этом пути было строгое определение критерия реакции (ЭЭГ, КГР, ЭМГ), от которого зависела эффективность использования наблюдения, и ответ на вопрос о поиске точки, соответствующей оптимальному рабочему уровню. Далее было получено, что рабочий уровень не обладает абсолютной устойчивостью и может колебаться на интервале наблюдения. Полиграфическая регистрация реакций на интервале наблюдения помогала разделить предельные возможности работающего наблюдателя и его регулируемый рабочий уровень. На данном этапе исследования было показано, что манипулирование рабочим уровнем в процессе распознавания сигналов выявляет участие памяти, в которой удерживается заданный наблюдателю эталон. Когда изменяющийся стимул достигает или превышает последний, то актуализируется двигательная реакция (для экспериментатора — свидетельство о том, что сигнал опознан).

Если принять, что память участвует в функционировании рабочего уровня, то его колебания естественно поставить в зависимость от несовершенства сохранения заданного эталона в памяти. Очевидно, что измерение колебаний рабочего уровня принимается, таким образом, за показатель точности процессов памяти сенсорного уровня (Инженерная психология, 1964; Корж, 1963).

Работа Е.Н. Соколова, посвященная статистической модели наблюдателя, отчетливо показывает глубину его подхода. Используя модель, он впервые предпринял целостное исследование разных систем на примере распознавания, что и привело его к анализу и моделированию совместной деятельности нейронов, из которой рождается поведение.

Памяти в сенсорно-перцептивных процессах традиционно отводится роль опосредования поступающей информации и не учитываются ее свойства. Память влияет на характеристики опознания наряду с инструкциями и платежными матрицами. Кроме того, анализ моделей восприятия, внимания и конкретные данные показали, что игнорирование прошлого опыта и индивидуальных стратегий чревато ошибками в интерпретации полученных данных. Казалось, что два исследуемых пространства, описываемых психофизической кривой Фехнера и кривой забывания Эббингауза, не пересекаются. Однако полученные данные показали, что человек опознает сигнал по памяти не менее точно, чем при непосредственном измерении сенсорного порога, что и позволило ввести в дальнейшем понятие пороговой памяти («рабочий уровень») и осуществить ее измерение психофизическими методами.

Дальнейшее исследование было направлено на изучение психофизическими методами закономерностей сенсорно-перцептивной памяти,

включение ее в «обширные отношения» и «дальние связи». Выяснилось, что узнавание сенсорного эталона со временем не разрушается (обычно время разрушает) и становится более точным. Отсроченное узнавание способствовало меньшей его variability по сравнению с коротко отставленным узнаванием. Вместе с тем наблюдались скачкообразные смещения удерживаемого в памяти эталона и последующее его устойчивое узнавание в точке смещения. Были выявлены специфические характеристики устойчивости и точности хранения сенсорного эталона в памяти: систематическая ошибка узнавания и медленное смещение его величины (тренд). Это позволило оценивать устойчивость эталона на сенсорной шкале в зависимости от длительности его хранения в двух направлениях: кратковременной нестационарности во время эксперимента и долговременной нестационарности из-за трансформации эталона в памяти.

Выявленные характеристики устойчивости и точности хранения сенсорного эталона оказались свойственными сигналам разных модальностей (звук, свет, цвет, временные отрезки). Однако оставался вопрос: что способствует столь длительному сохранению сенсорного сигнала (до 1 года, иногда и дольше), если от человека не требуют его длительного сохранения?

Ответ на этот вопрос прояснился при введении дополнительного эмоционально окрашенного критерия («приятный-неприятный»), характеризующего стимульный материал. Точность узнавания (по показателю порога) повысилась, но в данном случае непосредственно психофизический подход следует вынести за скобки обсуждения проблемы, так как точность узнавания имеет другие основания. Введение дополнительного критерия обнаружило неоднородность сенсорной шкалы и то, что пространство стимула многомерно и репрезентируется с разной степенью отчетливости. Многомерность стимула при узнавании учитывается неосознанно и членится. Иначе говоря, сенсорный эталон не фиксируется в памяти в качестве изолированного сенсорного качества, а приобретает богатую «фактуру» и смысл, прорастая в «обширные отношения» и «дальние связи». Личность создает репертуар структурированных интерпретаций, опираясь на прошлый опыт, и в этом контексте память предлагает репертуар для интерпретации сенсорной информации. Исследования проводились в Институте психологии РАН (Н.Н. Корж, В.А. Садов, О.В. Сафуанова, Т.А. Ребеко, Н.Г. Шпагонова, Е.А. Лупенко, Н.В. Зубов).

Творчество Е.Н. Соколова тесно переплетено с идеями современной науки; он прекрасно понимал и чувствовал научно-культурный контекст крупных идей прошлого и настоящего, так как принадлежал к тому типу ученых XX в., для которых наука — это нечто большее, чем исследовательская работа. Он находился в состоянии постоянного, не-

прерывающегося диалога не только с выдающимися учеными прошлого (И.П. Павловым, Г. Гельмгольцем, Т. Юнгом), но и со знаменитыми современниками — Д. Хеббом, Г. Йохансоном и своими учениками и последователями.

Достижения научной школы Е.Н. Соколова (его труды и труды его учеников) включены в научную ткань идей XX века. Так, ему были близки идеи Д. Хебба, с которым он лично встретился в 1954 г. в Канаде. В то время была уже опубликована книга Д. Хебба «Организация поведения» (Hebb, 1949). Идея Хебба о концептуальной нервной сети в мозге человека, связанной с реальными событиями, была в тот период лишь привлекательной абстракцией, которая нуждалась в подтверждении экспериментальными исследованиями. К тому же эта привлекательная идея не была обеспечена соответствующими методами исследования, модель с подкрепляющими предсказаниями также отсутствовала. Вместе с тем идея нейронной сети, как и идея функциональной системы П.К. Анохина, не была чужда Е.Н. Соколову. Однако стратегия исследований Е.Н. Соколова — приверженца строгого естественно-научного языка как инструмента объективного научного описания явлений психического — была воплощена в целостной исследовательской парадигме «человек—нейрон—модель» (Соколов, 2003). Цель последней — объединить данные психофизики, когнитивной психологии (восприятие, память, процессы принятия решения, оценочные суждения), нейрофизиологии, включенные в макро- и микроуровни анализа. Таким образом, речь идет не о биологизации психологии, редукционизме, а о новых путях развития психофизиологического исследования, идущего в ногу с современными динамичными достижениями в области генетики, клеточной биологии с использованием исключительных возможностей современных методов. Как и всякого крупного ученого, Е.Н. Соколова интриговало сознание человека, и последние годы и часы своей жизни он посвятил написанию труда, в котором предлагает свое видение проблемы сознания. В России этот труд еще не издан, но готовится его издание в США на английском языке.

Е.Н. Соколов был не только широко знаком с современными работами коллег, но инициировал и непосредственно участвовал в разработке новых проблем (это относится к его последней работе о нанонейронике памяти, к внедрению ЭВМ-программ в эксперимент, первым попыткам применения МРТ в эксперименте, стимулировавшим многие направления исследований цвета, эмоций, памяти на новом уровне). Благодаря многолетним трудам Е.Н. Соколова, его сотрудников и учеников можно говорить о становлении новой комплексной дисциплины; при этом творчество Е.Н. Соколова уходит корнями в традицию.

Разные уровни анализа в психологии очевидны, и наведение «мостов» между ними предполагает более высокий уровень интеграции пси-

хологии с другими науками. Работы Е.Н. Соколова прокладывают пути в этом направлении. Так, при поддержке Б.Ф. Ломова и Е.Н. Соколова в Институте психологии РАН был проведен семинар, посвященный анализу феноменов памяти с позиций разных наук. Несмотря на трудности интеграции результатов разных исследований (молекулярные и нейронные механизмы памяти, элементарные виды обучения и памяти у животных, сложные и многообразные формы памяти у человека), были найдены точки притяжения и взаимопонимания. Тяжелое интеллектуальное испытание было преодолено успешно, труды семинара были опубликованы в сборнике «Исследования памяти» (1990).

Со времени выхода сборника в свет прошло 20 лет; это время отмечено свежими экспериментальными находками и обновлением теоретических подходов к изучению памяти в психологии и нейронауке. При динамичном развитии многих направлений объединение разных уровней анализа помогает понять (с учетом очевидных ограничений), например, как гены и опыт определяют ту или иную концептуальную нейронную сеть, лежащую в основе поведения. Д. Хебб полагал в целом, что концептуальная нейронная сеть может быть выведена или представлена на основе психологического исследования. Как выяснилось, психологическое знание оказывается эвристичным, часто необходимым для более глубокого понимания структуры и функции в нейронауке. А.Р. Лурия в свое время проложил плодотворные пути решения простых проблем психологии. Накопленные за последние годы новые данные подвигли вновь обратиться к междисциплинарному исследованию памяти. При поддержке Е.Н. Соколова был сформирован авторский коллектив, целью которого было показать как новые пути изучения памяти, так и точки сопряжения разных направлений. На последнем этапе подготовки книги к публикации Е.Н. Соколов скоростно ушел из жизни, успев, однако, продемонстрировать нам стиль опережающего мышления в последних двух статьях, написанных в соавторстве со своими сотрудниками.

В статье «Нанонейроника памяти» (совместно с Т.А. Палиховой) (Междисциплинарные..., 2009, с. 249) обсуждается вопрос о критериях нанонейроники как самостоятельного направления. В качестве таких критериев предлагаются размер нанообъекта и набор его элементов. Участие в авторском коллективе Е.Б. Бурлаковой придало проблеме выбора критерия фундаментальное звучание. Так, Е.Б. Бурлакова считает, что критерий размерности следует дополнить поиском «новой упаковки мелких объектов, которая обеспечивает новые физические и химические качества» (там же, с. 279).

Дальнейшим продвижением в изучении памяти является также статья Е.Н. Соколова совместно с Т.Н. Греченко «Пейсмекерная активность — свойства и функции». В данной статье изучение памяти



рассматривается более широко и смыкается с проблемой развития и обучения на клеточном уровне (там же, с. 225).

Коротко следует очертить также одну из последних работ Е.Н. Соколова совместно с Ю.П. Леоновым, опирающуюся на исследования Ч.А. Измайлова, А.М. Черноρίζова и других сотрудников (Leonov, Sokolov, 2008). Эксперимент по оценке цветовых различий позволил перейти от линейного цветового пространства Т. Юнга к пространству с римановой геометрией. При оценке цветовых различий испытуемым было установлено, что реальные цвета располагаются на поверхности сферы единичного радиуса в 4-мерном евклидовом пространстве. Четвертой координатой *S* цветового пространства является реакция темнового нейрона, открытая в начале XX в. Гельмгольцем. Сферическое цветовое пространство на поверхности гиперсферы позволило перейти от евклидовой геометрии цветового пространства к римановой геометрии, точно определить цветовые различия и расширить область реальных цветов.

И в заключение несколько ненаучных слов. Безусловно, быстрый взлет Е.Н. Соколова в науке — результат наиболее характерных свойств его неординарной индивидуальности, лишенной суетности. Но портрет Е.Н. Соколова был бы неполным, если не поделиться впечатлением о его облике. Быстрая походка, собранность и сосредоточенный взгляд, иногда детская, как бы извиняющаяся улыбка. Постоянная готовность к обсуждению всегда имеющихся идей с собеседником любого возраста, ранга и звания, лишь бы нащупывалась и крепла связывающая общие интересы нить. И если это случалось, то у собеседника, особенно у начинающего исследователя или студента, неуловимо, необъяснимо и часто неожиданно для него самого пробуждались и способности, и творческая активность. Е.Н. Соколов никогда не нянчился со своими младшими сотрудниками, не давал готовых советов и указаний, был требователен и строг, но ощутимо стимулировал их рост. «Наградой» за успешно проведенный эксперимент, удачно написанную статью или сделанный доклад была непосредственная, открытая эмоциональная реакция радости, нескрываемого удовольствия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Виноградова О.С.* Ориентировочный рефлекс и его нейрофизиологические механизмы. М., 1961.

*Дубровинская Н.В.* Нейрофизиологические механизмы внимания. Онтогенетическое исследование. Л., 1985.

Инженерная психология / Под ред. А.Н. Леонтьева, В.П. Зинченко, Д.Ю. Павнова. М., 1964.

Исследования памяти / Под ред. Н.Н. Корж. М., 1990.

*Корж Н.Н.* Восприятие слабых сигналов человеком в условиях непрерывного слежения за стимулом: Дис. ... канд. психол. наук. М., 1963.

- Междисциплинарные исследования памяти / Под ред. А.Л. Журавлева, Н.Н. Корж. М., 2009.
- Ориентировочный рефлекс и вопросы высшей нервной деятельности / Под ред. Е.Н. Соколова. М., 1959.
- Ориентировочный рефлекс и проблемы рецепции в норме и патологии / Под ред. Е.Н. Соколова. М., 1964.
- Соколов Е.Н.* Восприятие и условный рефлекс. М., 1958.
- Соколов Е.Н.* Восприятие и условный рефлекс: новый взгляд. М., 2003.
- De Smart J., Das Smaal E.* Orienting reflex and uncertainty reduction in concept-learning task // The orienting reflex in humans / Ed. by H. Kimmel et al. Hillsdale, NJ, 1979. P. 549—555.
- Hebb D.* Organization of behavior. N.Y., 1949.
- Leonov Yu.P., Sokolov E.N.* The representation of colors in spherical space // J. Color Res. and Applicat. 2008. Vol. 33. N 2. P. 113—124.