

ЗАМАСКИРОВАНИЕ ЗАКОНА СИЛЫ РАЗДРАЖИТЕЛЕЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИНДУКЦИИ

Н. В. ВИНОГРАДОВ

При различных исследованиях в области высшей нервной деятельности по методу академика И. П. Павлова все чаще и чаще выступал факт прямой зависимости величины производимого эффекта от физической силы применяемого раздражителя. Такая постоянная закономерность получила у нас название *закона силы раздражителей*. Подобное положение вещей было и у нашего экспериментального животного — собаки «Дружок».

В сезоне 1926—1927 гг. из имевшихся у «Дружка» четырех положительных пищевых условных рефлексов два звуковых всегда вызывали более интенсивный эффект; более же слабые физически — свет и кожно-механическое раздражение кожи (касалка) — вызывали меньший эффект. Такое положение оставалось постоянным за все время нашего первого исследования, продолжавшегося полтора года.

Привожу примеры из протоколов опытов (табл. 1).

Таблица 1

„Дружок“

Время	Название раздражителя	Время изоляционного действия раздражителя в сек.	Величина условного рефлекса в делениях шкалы*
Опыт 24.I 1927 г.			
4 ч. 00 м.	Лампа	20	40
4 . 05 .	Звонок	20	50
4 . 09 .	Касалка	20	32
Опыт 14.III 1927 г.			
4 ч. 13 м.	Лампа	20	40
4 . 20 .	Метроном	20	50
4 . 25 .	Касалка	20	35

* 5 делений — 1 капле слюны.

По ходу работы мы вынуждены были в течение целого года применять ежедневно дифференцировку кожно-механического раздражителя на частоту прикосновений. Частота прикосновений касалки по одному разу каждые 5 секунд подкреплялась безусловным рефлексом, а прикосновение касалки ежесекундное не подкреплялось и, таким образом, вызывало дифференцировочное торможение. Известно, что такой тип дифференцирования является одним из наиболее трудных и, будучи выработан, считается сильным тормозом. В начале его выработки было отмечено некоторое повышение эффекта от положительной касалки (т. е. положительное ее индуцирование). Положительная касалка по величине слюноотделительной реакции подравнялась к звуковым раздражителям. Такое положение дел продолжалось две недели, а затем положительная касалка заняла свое прежнее место по величине вызываемого эффекта и таковой оставалась целый год при непрекращавшемся ежедневном применении дифференцировочной касалки.

С мая 1927 г. дифференцировочная касалка на частоту перестала применяться. Затем наступил летний период в лабораторной работе, после которого мы применили положительную касалку лишь в октябре и были поражены тем, что по величине условного рефлекса она оказалась наравне и даже превосходила звуковые раздражители. Такое состояние продолжалось в течение 1927—1928 гг. (табл. 2).

Таблица 2

„Дружок“

Время	Название раздражителя	Время изолированного действия раздражителя в сек.	Величина слюноотделительной реакции в делениях шкалы
-------	-----------------------	---	--

Опыт 23.IV 1928 г.

4 ч. 35 м.	Звонок	20	40
4 . 40 .	Касалка	20	50
4 . 46½ .	Лампа	20	35

Опыт 28.IV 1928 г.

4 ч. 25 м.	Метроном	20	47
4 . 30 .	Касалка	20	55
4 . 37 .	Лампа	20	41

Представляя небольшие колебания по дням, величины условных рефлексов за больший период времени выразились в следующих средних цифрах: касалка — 56 делений, метроном — 50, звонок — 49, лампа — 44 деления.

Давно наблюдался в лаборатории факт, что сильный дифференцировочный тормоз в известный период своего развития (т. е. при известном количестве его повторений) влечет за собой повы-

шенную возбудимость других пунктов коры, а также повышает возбудимость собственной клетки (законы индукции и самоиндукции). Естественно было объяснить и в нашем случае высокий эффект от касалки тем, что она положительно индуцирована дифференцировочной касалкой. Однако установлен тот факт, что дифференцировочная касалка последний раз была применена в мае 1927 г. и с тех пор не применяется вплоть до наших дней (февраль 1930 г.). Чтобы проверить наши сомнения относительно механизма индукции в данном случае, мы решили проделать аналогичные формы опыта со световым раздражителем. Мы стали выработать дифференцировочное торможение на более интенсивный свет, чем применявшаяся нами положительная интенсивность. Положительным раздражителем нам служил мигающий свет электрической лампочки в 60 свечей, а для дифференцировки мы взяли мигающий свет от лампы в 200 свечей. Такое дифференцирование для нашего животного оказалось весьма трудным и, несмотря на применение его ежедневно в течение ряда месяцев, абсолютная дифференцировка не выработалась, и мы должны были считаться лишь с относительной дифференцировкой на большую интенсивность света, которая в среднем равнялась $\frac{1}{3}$ величины эффекта от положительной лампы. Несмотря на свою относительность, световая дифференцировка произвела индуцирующее действие, и положительная лампа заметно поднялась в величине своего эффекта.

Привожу примеры протоколов (табл. 3).

Таблица 3

„Дружок“

Время	Название раздражителя	Время изолированного действия раздражителя в сек.	Латентный период (через сколько сек.)	Величина соотносительной реакции в делениях шкалы
-------	-----------------------	---	---------------------------------------	---

Опыт 8.I 1929 г.

3 ч. 27 м.	Лампа положительная	20	2	53
3 . 35 .	Метроном	20	1	58
3 . 40 .	Касалка	20	2	57
3 . 50 .	Лампа дифференцировочная	—	5	17
3 . 56 .	Вертушка	20	4	40

Опыт 19.I 1929 г.

3 . 34 .	Метроном	20	2	54
3 . 38 .	Касалка	20	3	60
3 . 44 .	Лампа положительная	20	2	55
3 . 53 .	Лампа дифференцировочная	—	—	15
3 . 58 .	Шум	20	2	48

Несколько колеблясь по дням, величины условных рефлексов в среднем за два месяца выразились в следующих цифрах: звонок — $57\frac{1}{2}$ делений, касалка — $56\frac{1}{4}$ делений, метроном — 56 делений, лампа — 54 деления, т. е. в процентах условные рефлекссы по сравнению с прежними своими величинами возросли, а именно: метроном на 12%, звонок приблизительно на 14%, положительная же лампа повысилась больше всего, а именно на 23%, и тем самым по величине своего эффекта сравнялась с остальными раздражителями. Касалка осталась без перемен, будучи равной по величине слюноотделительной реакции звуковым раздражителям. Сильное повышение эффекта на лампу мы склонны были объяснить индуцирующим действием со стороны относительной, но трудной дифференцировки на более интенсивный свет, так же периодически мигающий, как и положительный свет (3 секунды лампа горит, затем на 2 секунды гасится, потом снова зажигается и т. д. в течение 20 секунд).

Наше объяснение подтвердилось дальнейшими опытами, когда мы сначала перестали употреблять дифференцировочный свет в течение одной недели, а затем отменили его и совсем, начав вырабатывать новую дифференцировку на менее интенсивный свет (положительная лампа — 60 свечей, а отрицательная — около 20 свечей, свет мигающий).

В этот период времени положительная лампа понизилась до своих первоначальных величин, так как не испытывала индуцирующего действия от неприменяемой дифференцировки на более сильный свет, а дифференцировка на менее сильный свет еще не выработалась и не могла индуцировать. Привожу протоколы опытов за этот период (табл. 4).

После опыта 18.II 1929 г. прекращается употребление дифференцировки на более сильную лампу. Несколько дней положительная лампа продолжает быть высокой, а затем падает (опыт 28.II и 1.III 1929 г.).

В последующие дни положительная лампа не дает больше 48 делений и лишь через 8 дней, когда новая дифференцировка на меньшую интенсивность света начинает постепенно вырабатываться, положительная лампа вновь возрастает (табл. 5).

В дальнейшем дифференцировка на менее интенсивный свет применяется ежедневно в течение $4\frac{1}{2}$ месяцев, но до нуля она не доходит, а дает в среднем $\frac{1}{2}$ (или иногда немного меньше) величины эффекта положительной лампы. Положительная же лампа, упавшая было до 46—48 делений, вскоре ею вновь индуцируется и повышается опять до 54 делений (в среднем), как это было во время индукции от дифференцировки на более сильную лампу.

Величины основных рефлексов, высчитанные в среднем так же, как и положительная лампа за период времени около шести недель, дают: метроном 51 деление, звонок $53\frac{1}{2}$ деления, касалка 50 делений.

Таблица 4

„Дружок“

Время	Наименование раздражителя	Время изолированного действия раздражителя в сек.	Латентный период (через сколько сек.)	Величина слюноотделительной реакции в делениях шкалы
-------	---------------------------	---	---------------------------------------	--

Опыт 18.II 1929 г.

(Последний опыт с применением дифференцировки)

3 ч. 38 м.	Касалка	20	3	55
3 . 43 .	Метроном	20	3	60
3 . 49 .	Лампа положительная	20	4	57
3 . 57 .	Лампа дифференцировочная	—	—	18
4 . 02 .	Вертушка	20	3	55

Опыт 28.II 1929 г

3 ч. 33 м.	Лампа положительная	20	3	46
4 . 41 .	Звонок	20	2	Сорвал баллон. нужно приклеивать вторично
3 . 55 .	Касалка	20	2	57
4 . 03 .	Первый раз новая дифференцировка на меньшую интенсивность света	—	—	57
4 . 09 .	Шум	20	2	42

Опыт 1.III 1929 г.

3 ч. 21 м.	Звонок	20	2	58
3 . 26 .	Лампа положительная	20	3	46
3 . 33 .	Касалка	20	2	64
3 . 43 .	Второй раз новая дифференцировочная лампа	20	—	40
3 . 49 .	Вертушка	20	2	46

Таблица 5

„Дружок“

Время	Название раздражителя	Время изолированного действия раздражителя в сек.	Латентный период (через сколько сек.)	Величина слюноотделительной реакции в делениях шкалы
-------	-----------------------	---	---------------------------------------	--

Опыт 9.III 1929 г.

3 ч. 15 м.	Звонок	20	2	58
3 . 21 .	Лампа положительная	20	2	59
3 . 26 .	Касалка	20	2	60
3 . 36 .	Новая дифференцировка	—	5	34
3 . 42 .	Шум	20	2	55

Привожу в качестве примера протокол опыта 22.IV 1929 г., взятый из этого периода (табл. 6).

В следующий шестинедельный период средние арифметические величины условных рефлексов расположились так: метроном $51\frac{1}{2}$ деления, звонок 50 делений, касалка 53 деления, лампа $52\frac{1}{2}$ деления (опыт 5.VI 1929 г.).

Т а б л и ц а 6

„Дружок“

Время	Название раздражителя	Время изоляции важного действия раздражителя в сек.	Латентный период (через сколько сек.)	Величина сложной отрицательной реакции в делениях шкалы
-------	-----------------------	---	--	---

Опыт 22.IV 1929 г.

4 ч. 00 м.	Звонок	20	3	55
4 . 05 .	Лампа положительная	20	2	59
4 . 12 .	Касалка	20	2	51
4 . 23 .	Дифференцировочная лампа на меньшую интенсивность света	—	—	34
4 . 25 .	То же	—	—	7
4 . 31 .	Вертушка	20	3	45

Опыт 5.VI 1929 г.

4 ч. 14 м.	Метроном	20	2	42
4 . 19 .	Лампа положительная	20	2	55
4 . 26 .	Касалка	—	2	51
4 . 34 .	Дифференцировочная лампа на меньшую интенсивность света	—	—	11
4 . 36 .	То же	—	—	6
4 . 42 .	Вертушка	20	4	34

Вслед за этим наступил летний перерыв в работе, после которого дифференцировочная лампа не применялась вплоть до февраля 1930 г.

Несмотря на то, что дифференцировочный свет не применялся четыре с лишним месяца, положительная лампа оставалась индуцированной и давала эффект, равный по силе эффекту звуковых (т. е. физически сильных) раздражителей. С положительной лампой произошло явление совершенно аналогичное тому, что случилось с положительной касалкой и что послужило отправной точкой настоящего исследования, а именно: положительная касалка продолжала быть индуцированной, равной по вызываемому эффекту звуковыми раздражителями много месяцев (а теперь уже два года) после того, как отрицательная, дифференцировочная касалка была изъята из употребления. Так, теперь остается индуцированной и положительная лампа, дающая столь же высокое

слухоотделение, как и звуковые раздражители, несмотря на то, что дифференцировка на интенсивность света не применяется свыше 4 месяцев.

Ввиду интереса создавшегося положения привожу несколько протоколов (табл. 7).

Таблица 7

«Дружок»

Время	Название раздражителя	Время изолированного действия раздражителя в сек.	Латентный период (через сколько сек.)	Величина слухоотделительной реакции в делениях шкалы
Опыт 20.XI 1929 г.				
4 ч. 21 м.	Вертушка	20	3	47
4 . 26 .	Метроном	20	2	55
4 . 32 .	Касалка	20	2	55
4 . 37 .	Шум	20	2	57
4 . 44 .	Лампа	20	2	55
Опыт 23.XI 1929 г.				
4 ч. 50 м.	Лампа	20	2	53
4 . 56 .	Звонок	20	3	53
5 . 04 .	Касалка	20	2	50
5 . 10 .	Шум	20	2	56
5 . 17 .	Метроном	20	5	50
5 . 22 .	Вертушка	20	3	50
Опыт 30.XI 1929 г.				
4 ч. 43 м.	Шум	20	2	60
4 . 48 .	Метроном	20	3	61
4 . 55 .	Касалка	20	3	61
5 . 00 .	Звонок	20	2	64
5 . 08 .	Лампа	20	3	61
5 . 14 .	Вертушка	20	—	54
Опыт 2.XII 1929 г.				
Присутствует д-р И. И. Сухов				
3 ч. 52 м.	Шум	20	3	49
3 . 57 .	Звонок	20	2	61
4 . 03 .	Лампа	20	2	60
4 . 11 .	Метроном	20	3	55
4 . 16 .	Касалка	20	3	60
4 . 25 .	Вертушка	20	4	53

Несколько колеблясь день ото дня в своей величине, условные рефлексы, высчитанные в среднем за период времени около месяца, дали следующие цифры: звонок 59 делений, метроном 58 делений, лампа 59 делений, касалка 58½ делений.

На первый взгляд получалось впечатление полного нарушения закона силы раздражителей, когда физически более сильные звуковые раздражители должны вызывать более сильный эффект, чем раздражители физически менее сильные, т. е. свет и касалка.

С целью убедиться в том, что в данном случае действительно от закона силы не осталось и следа или же что он теперь лишь искусственно замаскирован состоянием хронической индукции слабых раздражителей бывшими дифференцировками и грубостью метода сравнения эффектов раздражения, мы решили пробовать различные вариации возбудимости наших нервных аппаратов. Мы стали перекармливать собаку, предполагая, что при пониженной пищевой возбудимости, быть может, обнаружится замаскированная разница в эффекте действия сильных и слабых раздражителей.

С этой целью мы сделали сначала следующий ориентировочный опыт, а именно — перед очередным опытом подкормили собаку (табл. 8).

Таблица 8

«Дружок»

Время	Название раздражителя	Время изолированного действия раздражителя в сек.	Латентный период (через сколько сек.)	Величина слабоотделительной реакции в делениях шкалы
-------	-----------------------	---	---------------------------------------	--

Опыт 11.XII 1929 г. Начало опыта 4 часа 18 минут

Подкормлен пятью порциями подмоченного мяско-сахарного порошка

4 ч. 53 м.	Вертушка	20	3	61
4 . 59 .	Метроном	20	3	55
5 . 03 .	Касалка	20	2	52
5 . 10 .	Звонок	20	2	60
5 . 15 .	Лампа	20	2	50

Подбодренные результатом этого опыта, мы стали кормить собаку в собачнике увеличенной порцией обеда и в то же время следили за ее весом.

Вес «Дружка»: 11.XII 1929 г. 15 850 г., 18.XII—16 050 г., 26.XII—16 250 г., 2.I 1930 г. — 16 800 г., 9.I—17 050 г., 16.I—17 500, 25.I—17 650 г., 10.II—17 750 г.

К концу заметно, что собака порядочно отъелась и стала медленнее увеличиваться в весе.

Для примера привожу два протокола за период работы с перекармливанием животного (табл. 9).

Несколько меняясь в своей величине по отдельным дням, условные рефлексy за период времени в два месяца дали такие средние арифметические величины: звонок — 62 деления; метроном — 61 деление, касалка — 57 делений, лампа — 55 делений. Сравнивая эти цифры с прежними: звонок — 59, метроном — 58, лампа — 59, касалка 58 1/2 делений, мы видим, что теперь закон силы заметно выступает, раньше же положительное хроническое индуцирование слабых раздражителей замаскировало его действие.

„Дружок“

Время	Название раздражителя	Время изолированного действия раздражителя в сек.	Латентный период (через сколько сек.)	Величина сиюминутной реакции в делениях шкалы
-------	-----------------------	---	---------------------------------------	---

Опыт 3.I 1930 г.

4 ч. 32 м.	Касалка	20	2	60
4 . 37 .	Метроном	20	3	70
4 . 44 .	Лампа	20	2	58
4 . 50 .	Звонок	20	2	65
4 . 58 .	Касалка	20	4	57
5 . 04 .	Метроном дифференцировочный	—	—	6
5 . 11 .	Вертушка	20	4	47

Опыт 10.II 1930 г.

4 ч. 29 м.	Лампа	20	3	50
4 . 34 .	Метроном	20	2	66
4 . 44 .	Касалка	20	3	53
4 . 49 .	Звонок	20	2	62
4 . 56 1/2 .	Метроном дифференцировочный	—	—	5

Явления индукции (одно из которых мы наблюдали в течение нашей работы) играют большую роль в высшей нервной деятельности. Положительная и отрицательная индукции помогают стойкому размежеванию различных функциональных пунктов корковой мозаики, из которых одни связаны с возбуждением, а другие — с торможением.

Выводы

1. Длительное применение трудной и абсолютной дифференцировки на частоту касалки (более частая касалка — дифференцировочная) может вызвать стойкое положительное индуцирование эффекта от положительного ритма касалки. Это индуцирование может длиться и после прекращения употребления дифференцировки в продолжение ряда месяцев.

2. Длительное применение очень трудной и лишь относительной дифференцировки на интенсивность света (сначала на более интенсивный свет, затем на менее интенсивный свет) может повлечь за собой прочное положительное индуцирование эффекта от положительной интенсивности света. Такое индуцирование способно продолжаться ряд месяцев и после прекращения употребления дифференцировки на интенсивность.

3. Хронически длящееся положительное индуцирование эффектов от слабых раздражителей, делаая их равными по величине

эффектам от сильных раздражителей, производит длительное замаскирование основного закона силы раздражителей.

4. Замаскированный индукцией закон силы раздражителей может быть выявлен путем применения более тонкой методики в постановке опытов (в нашем случае выявился при понижении пищевой возбудимости).

ЛИТЕРАТУРА

Акад. И. П. Павлов, „Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных“.

Акад. И. П. Павлов, „Лекции о работе больших полушарий головного мозга“.

Кадыков М. П., „Положительная фаза взаимной индукции, наблюдаемая в одних и тех же нервных элементах коры головного мозга“. Труды физиол. лабор. акад. И. П. Павлова, т. I, вып. 2 — 3, 1925.

Строганов В. В., „Положительная и отрицательная фазы взаимной индукции в коре больших полушарий собаки“. Труды физиол. лабор. акад. И. П. Павлова, т. I, вып. 2 — 3, 1925.

Фурсиков Д. С., „Явления взаимной индукции в коре головного мозга“. Архив биологических наук, т. XXIII, вып. 1 — 3, 1923.
