

Е. Н. СЕМЕНОВСКАЯ и М. И. СТРУЧКОВ

**К ВОПРОСУ О ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДВИЖНОСТИ
(ЛАБИЛЬНОСТИ) ЗРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА***(Представлено академиком К. М. Быковым 9 I 1948)*

Учение о функциональной подвижности (лабильности) возбудимой системы было высказано Н. Е. Введенским впервые в 1892 г. ⁽¹⁾ и развито в 1911 г. ⁽²⁾. С тех пор ученики Н. Е. Введенского во главе с акад. А. А. Ухтомским в своих многочисленных трудах развивали учение о функциональной подвижности преимущественно периферической нервной системы и, в меньшей степени, центральной ⁽³⁻⁵⁾.

Исследований функциональной подвижности зрительного анализатора очень мало. Есть несколько отдельных работ, в которых функциональная подвижность зрительного анализатора изучалась в зависимости от силы раздражающего тока и условий адаптации ⁽⁶⁻⁹⁾. В качестве показателя функциональной подвижности принималась частота электрического раздражения глаза, при которой наступает исчезновение мелькающего фосфена. Эту частоту мы в дальнейшем будем называть критической частотой исчезновения фосфена (КЧ).

Все авторы сходятся на том, что КЧ возрастает с возрастанием силы раздражающего тока. Что же касается влияния света или темноты на лабильность зрительного прибора, то большинство авторов находит, что КЧ падает в темноте и повышается на свету. Однако при изучении функциональной подвижности зрительного анализатора все применяли до сих пор постоянную физическую силу тока, не принимая во внимание то, что благодаря увеличению порогов в темноте эта сила тока в ходе темновой адаптации становится физиологически все меньше и меньше.

Учитывая это обстоятельство, мы и имели в виду в настоящей работе исследовать лабильность зрительного анализатора, применяя электрический раздражитель, по своей физиологической интенсивности постоянный.

Методика. Ритмические прямоугольные импульсы постоянного тока получались с помощью коллектора, насаженного на ось электромотора и включенного в цепь последовательно с объектом. Скорость вращения мотора регулировалась реостатом. Форма импульса и частота раздражения проверялись с помощью шлейфового осциллографа. Сила тока измерялась при помощи стрелочного гальванометра с чувствительностью $1 \cdot 10^{-6}$ А, включенного в цепь последовательно с испытуемым. В отличие от других авторов, мы определяли КЧ электрического фосфена в разных световых условиях, применяя не просто постоянную силу тока, а постоянный уровень ее над пороговым током.

Результаты. Первая серия. Задачей опытов было выяснение зависимости КЧ фосфена от силы тока. Опыты проводились в условиях полной световой или темновой адаптации. Адаптация к свету происходила при адаптирующей яркости около 145 люксов на белое. Угловые размеры адаптирующего светлого поля были $50^{\circ}30'$ по горизон-

гали и $56^{\circ}30'$ по вертикали. Когда пороги электрического фосфена становились постоянными, производилось измерение КЧ исчезновения фосфена при раздражении током силой, в 2, 3, 4, 6, 10 раз превышавшей пороговую.

Типичные данные этой серии опытов представлены на рис. 1. На кривых *A* представлены величины порогов в μA для условий темновой и световой адаптации. Как видно из рисунка, пороги в темноте в два слишком раза выше, чем на свету. На кривых *B* показана сила тока в μA , при которой производилось определение КЧ фосфена. Величины критической частоты, найденные при этих условиях, изображены на кривых *B*. Цифры над точками по-

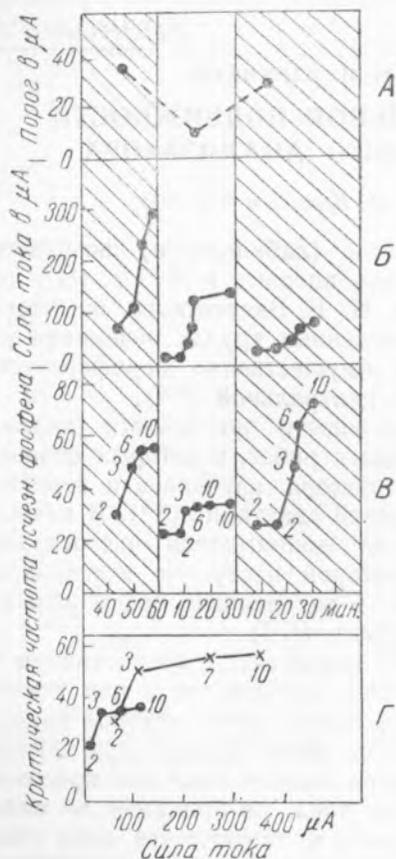


Рис. 1. Зависимость КЧ электрического фосфена глаза от силы раздражающего тока. Испытуемая С. На всех рисунках заштрихованные прямоугольники обозначают условия темновой адаптации, белые — условия световой адаптации. Кривые *Г*: точки — световая адаптация, кресты — темновая адаптация

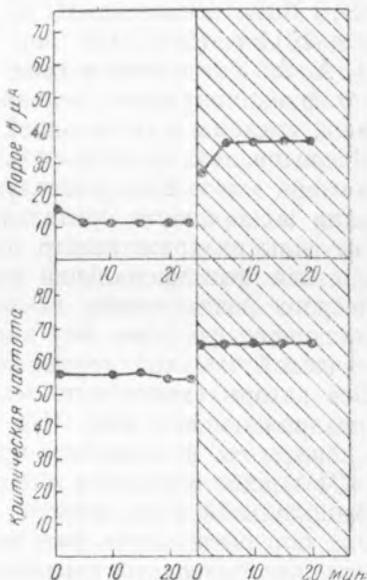


Рис. 2. КЧ фосфена в ходе световой и темновой адаптации. Испытуемая С.

казывают отношение примененной силы тока к пороговой. Кривая *Г* с точками получена в условиях световой адаптации, а кривая с крестиками — в условиях темновой адаптации.

Как в первом варианте изображения (кривые *B*), так и во втором (кривые *Г*) видна отчетливая зависимость величины КЧ электрического фосфена от силы раздражающего тока. Эта зависимость прямая, т. е. чем больше сила раздражающего тока, тем выше КЧ исчезновения фосфена. Но эта зависимость — не прямолинейная. Вначале при увеличении силы тока КЧ растет быстро, затем все медленнее.

Другим моментом, обращающим на себя внимание, является тот факт, что уровень кривых КЧ в темноте оказался выше, чем на свету,

что видно на кривых В и Г, если сравнивать одни и те же точки (2 и 2', 3 и 3' и т. д.). Этот факт наблюдался в 20 опытах из 25 (табл. 1).

Таблица 1

Величины критической частоты исчезновения электрического фосфена в зависимости от условий адаптации глаза

№ опыта	Испытуемый	На свету					В темноте				
		Отношение силы раздражающего тока к пороговому току									
		2	3	4	6	10	2	3	4	6	10
7	С.	17	—	—	—	—	26	—	—	—	—
8	С.	—	26	—	—	—	—	37	—	—	—
9	Б.	—	32	—	—	—	—	34	—	—	—
11	См.	28	—	—	—	—	32	—	—	—	—
13	Б.	33	41	—	—	—	20	39	—	—	—
14	С.	33	39	39	—	—	35	46	50	—	—
15	Б.	41	65	65	—	—	65	65	67	—	—
16	С.	31	33	35	—	—	30	67	67	—	—
17	Б.	55	—	—	67	—	57	—	—	74	—
18	С.	23	39	—	50	—	31	39	—	56	—
19	Ф.	20	33	—	—	—	47	41	—	—	—
21	Б.	30	65	—	57	—	57	67	—	74	—
22	С.	30	31	—	—	—	31	33	—	—	—
23	С.	26	31	—	35	—	39	41	—	78	—
24	Ф.	30	30	—	—	—	41	50	—	—	—
25	См.	20	—	—	—	—	41	—	—	—	—
26	Б.	43	65	—	—	—	48	67	—	—	—
27	С.	41	46	—	55	55	20	39	—	55	65
28	Б.	32	33	—	50	57	41	41	—	50	57
29	С.	30	35	—	50	56	39	50	—	57	65
30	Ф.	—	39	—	43	—	—	39	—	46	—
31	См.	33	33	—	50	55	46	46	—	55	65
32	Б.	30	33	—	39	39	41	50	—	57	74
33	С.	23	33	—	33	35	31	50	—	57	57
35	Б.	—	50	—	—	—	—	57	—	—	—
Средн. арифм.	—	31	40	46	49	49,5	39	47,5	61	61,7	64

Вторая серия опытов ставила задачу изучения изменения КЧ в ходе темновой адаптации. В отличие от других авторов, мы и здесь применяли постоянное раздражение не в смысле его физического значения, а в смысле его физиологического действия, сохраняя постоянное (в большинстве случаев равное трем) отношение силы раздражающего тока к пороговой его величине в течение всего опыта.

Результаты, полученные в этих опытах, представлены на рис. 2. Как видно из этого рисунка, КЧ в ходе темновой адаптации не изменяется. Кроме того, можно отметить и здесь, что уровень КЧ в темноте несколько выше, чем на свету.

Третья серия. В ходе выполнения второй серии опытов мы произвели несколько измерений порогов и КЧ в течение первой минуты темновой адаптации. При этом оказалось, что порог электрической чувствительности за это время успевает увеличиться в 2 раза, а КЧ не изменяется. Поэтому была предпринята третья серия опытов для выяснения временных отношений между изменением КЧ и изменением порогов электрического фосфена при переходе от света к темноте и обратно. Опыт проводился следующим образом: находился устойчивый порог раздражения на свету и определялась КЧ при силе раздражающего тока, равной утроенной пороговой его величине. После этого свет выключался.

чался и через минуту определялась КЧ при той же силе тока, что и на свету, а также вновь определялся порог электрического фосфена.

Оказалось, что за это время порог успевает увеличиться в 2 раза, тогда как КЧ остается на «световом уровне» еще сравнительно долгое время. Лишь спустя в среднем 4—6 мин. после перехода к темноте КЧ начинает снижаться.

При переходе от темноты к свету наблюдается та же инертность КЧ, что и при переходе от света к темноте. Типичные результаты отдельных опытов представлены на рис. 3.

Таким образом, отчетливо проявляется факт расхождения во времени 2 процессов: изменения порогов электрического фосфена и изменение КЧ его.

Материал, полученный в 85 опытах на 5 испытуемых, позволяет нам сделать следующие выводы.

Выводы. 1. Критическая частота исчезновения электрического фосфена глаза находится в прямой зависимости от силы раздражающего тока как в условиях темновой, так и в условиях световой адаптации.

2. Уровень КЧ фосфена в темноте не ниже, а в большинстве случаев оказывается выше, чем на свету, при условии, что физиологическая сила раздражающего тока остается неизменной (соблюдается постоянная кратность ее к пороговой силе тока).

3. В ходе темновой адаптации КЧ фосфена не изменяется. Выводы других авторов о снижении ее в ходе темновой адаптации являются, по видимому, результатом того, что ими не учитывалось изменение физиологической силы раздражения в ходе темновой адаптации.

4. Изменение порогов электрической чувствительности при переходе от света к темноте и наоборот происходит значительно быстрее, чем изменение КЧ фосфена.

Отделение физиологической оптики
Центрального института офтальмологии им. Гельмгольца

Поступило
3 I 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Е. Введенский, Arch. de Physiol. norm. et pathol., 5, 50 (1892).
² Н. Е. Введенский, Возбуждение, торможение и наркоз, СПб, 1911.
³ А. А. Ухтомский, 15 лет советской физиологии, 1933; Тр. III Всес. съезда физиологов, 104 (1928); Тр. Физиол. ин-та ЛГУ, 17, 13 (1936).
⁴ Л. В. Латманисова, Диссертация, 1946. ⁵ Н. В. Голиков, Тр. юбил. научн. сесс. Ленингр. ун-та, 64 (1946). ⁶ L. J. Pollak and L. L. Mayer, Am. J. of Physiol., 122, 57 (1938). ⁷ А. И. Богословский, Бюлл. эксп. биол. и мед., 3, 3, 333 (1937).
⁸ Н. В. Семенов и В. В. Коноплина, там же, 4, 5, 339 (1937). ⁹ А. И. Богословский, Проблемы физ. оптики, 2, 136. изд. АН СССР, 1944.

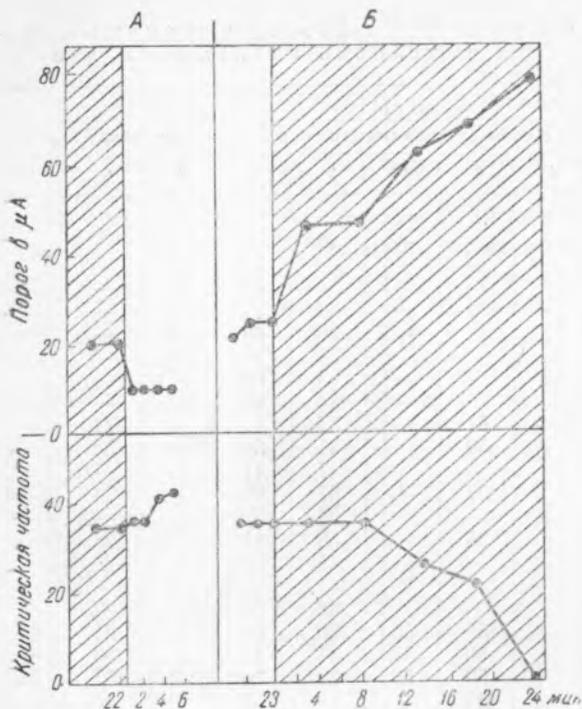


Рис. 3. Скорость изменения КЧ и порогов при переходе от темноты к свету и от света к темноте.

А — испытуемая С. Б — испытуемая Б