

УДК 62-506+612.815.1

ФИЗИОЛОГИЯ

А. Б. КОГАН, Б. Г. РЕЖАБЕК, О. С. ВАСИЛЬЕВА

**НЕЛИНЕЙНОЕ ЗАХВАТЫВАНИЕ РИТМА ПРИ РАЗДРАЖЕНИИ  
ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙРОРЕЦЕПТОРНОЙ КЛЕТКИ**

(Представлено академиком В. Н. Черниговским 20 XI 1972)

Одним из важных механизмов самоорганизации в очень широком классе систем является взаимодействие нелинейных осцилляторов, обладающих собственными резонансными частотами<sup>(1, 2)</sup>. Наличие таких частот у отдельных нейронов предполагалось неоднократно, однако экспериментальные данные по этому вопросу в большинстве являются косвенными<sup>(3)</sup>, так как наблюдения проводились на центральных нейронах, реакция которых определяется как свойствами самого нейрона, так и влиянием нейронной сети в целом.

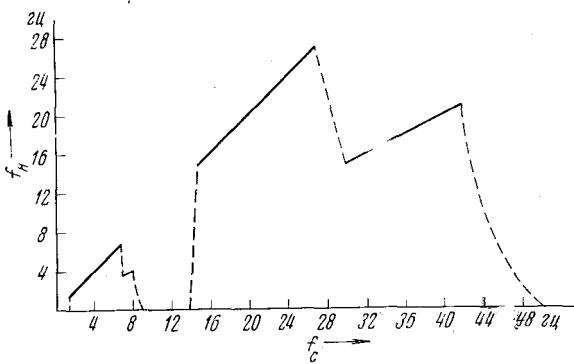


Рис. 1. Изменение частоты б.а. нейрона ( $f_n$ ) при изменении частоты стимула ( $f_c$ )

Мы выбрали в качестве объекта исследований изолированные нейроны рецептора растяжения речного рака. Эти нейроны по многим морфологическим и функциональным характеристикам сходны с центральными, но представляют важное методическое преимущество для исследователя, желающего отдифференцировать реакцию самого нейрона от реакции сети. Быстро адаптирующийся (б.а.) и медленно адаптирующийся (м.а.) нейроны подвергали ритмическому раздражению, изменяющемуся по синусоидальному закону в диапазоне частот от 0,1 гц до 20 000 гц. Потенциалы действия усиливались с помощью УБП1-02 и регистрировались на спайковом осциллографе Н-102. Раздражающий микроэлектрод располагали вблизи аксонного холмика. Характерная реакция в опыте с б.а. представлена на рис. 1. Пока частота стимула  $f_c < 1,5$  гц, импульсная реакция нейрона отсутствует. Затем в диапазоне 1,5—7 гц наблюдается захватывание ритма в отношении 1 : 1. При изменении  $f_c$  от 7 до 8 гц наблюдается захватывание ритма с отношением 2 : 1, при частотах незначительно превышающих 8 гц реакция нейрона не является строго детерминированной. При дальнейшем увеличении  $f_c$  частота нейрона ( $f_n$ ) равна нулю вплоть до 13 гц. В области 13—14 гц реакция является вероятностной. С 14 до 27 гц

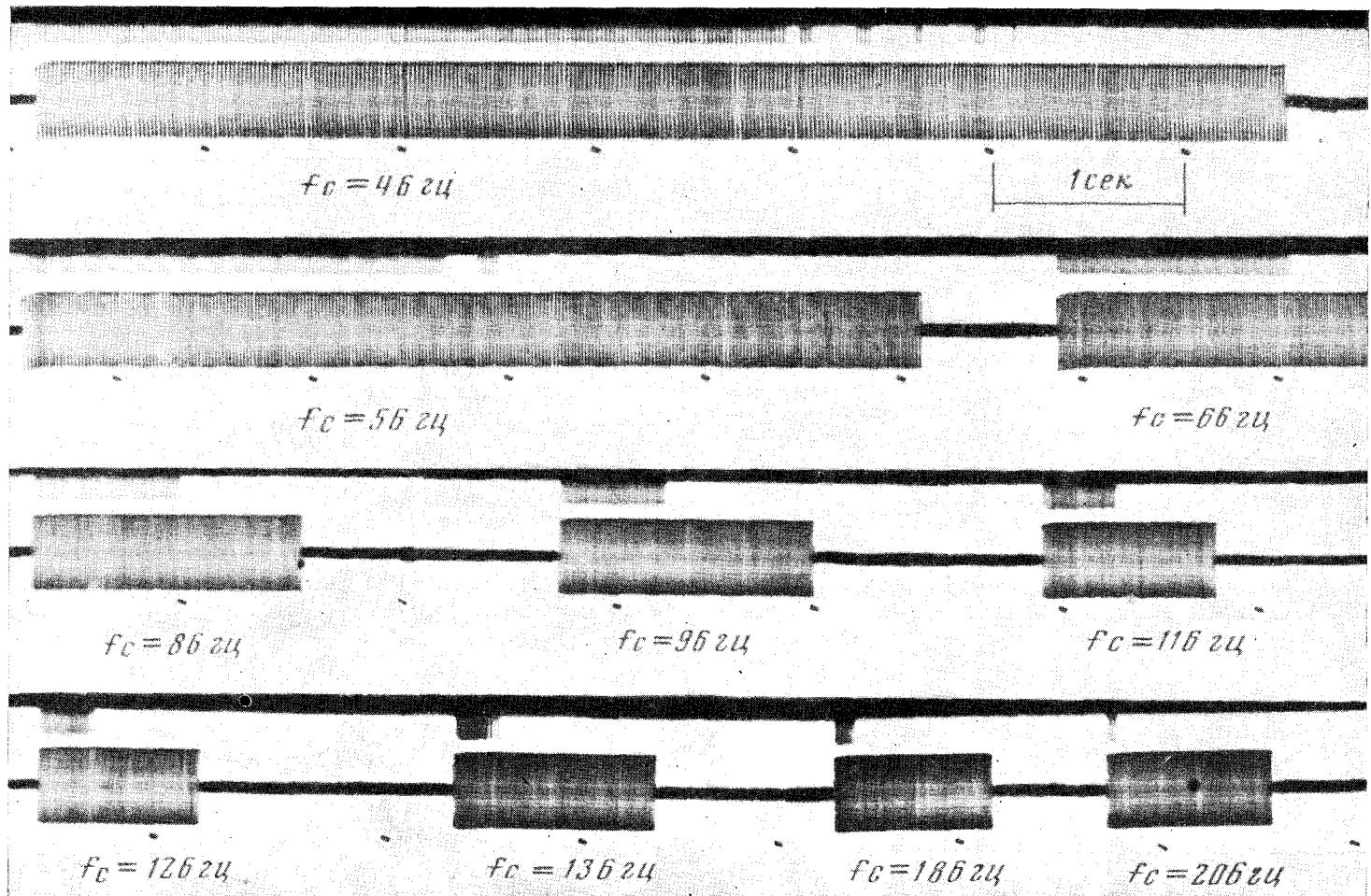


Рис. 2. Длительность реакции б.а. нейрона при включении стимула различной частоты. Амплитуда раздражения 20 в

наблюдается вторая полоса захватывания ритма в отношении  $1:1$ , от 27 до 30 гц имеет место переходной режим. 30—42 гц — захватывание ритма наблюдается в отношении  $2:1$  и, наконец, при  $f_c > 42$  гц при общем вероятностном характере реакции  $f_n$  уменьшается до нуля. Абсолютные значения критических частот, при которых начинается захватывание ритма, а также абсолютная ширина соответствующих полос закономерно связаны с амплитудой стимула. Эффект наблюдался на 30 препаратах. На различных препаратах наблюдаются вариации, качественно не изменяющие картины. Измерения на одном и том же препарате обладают очень четкой повторяемостью, причем обнаружить отклонения графика в пределах точности измерений невозможно. В описанных опытах частота стимулов линейно увеличивалась с течением времени с помощью автоматической системы генератора ГЗ-47.

В следующей серии опытов исследовали реакцию б.а. нейрона на включение стимула с заданной  $f_c$ . После включения стимула, частота которого находится за пределами зон захватывания, б.а. нейрон работает с частотой  $f_n = f_c$  некоторое время ( $\tau$ ), зависящее от  $f_c$  и амплитуды стимула, затем адаптируется и прекращает импульсную активность (рис. 2). Если же  $f_c$  принадлежит области захватывания ритма, адаптация отсутствует, т. е.  $\tau = \infty$ .

Реакция м.а. нейрона качественно сходна с реакцией б.а. Основные отличия связаны с наличием собственной активности нейрона, определяемой степенью внешнего растяжения.

Полученные данные подтверждают предположение о наличии в нейронах способности избирательно реагировать на некоторые «резонансные» частоты входного импульсного потока. Это свойство нейрона необходимо учитывать при разработке моделей нейронов и нейронных сетей.

Ростовский-на-Дону государственный  
университет

Поступило  
14 XI 1972

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> И. И. Блехман, Синхронизация динамических систем, М., 1971. <sup>2</sup> Н. Ви-  
нэр, Новые главы кибернетики, М., 1963. <sup>3</sup> Е. Н. Соколов, Механизмы памяти,  
М., 1968.