

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 (¹, ²). Наличие таких частот у отдельных нейронов предполагалось неоднократно, однако экспериментальные данные по этому вопросу в большинстве являются косвенными (³), так как наблюдения проводились на центральных нейронах, реакция которых определяется как свойствами самого нейрона, так и влиянием нейронной сети в целом.

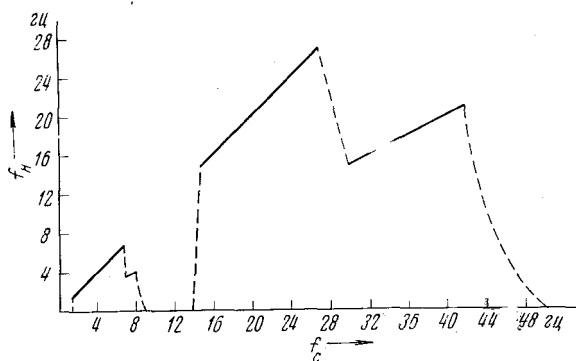


Рис. 1. Изменение частоты б.а. нейрона (f_n) при изменении частоты стимула (f_c)

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 шлейфном 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

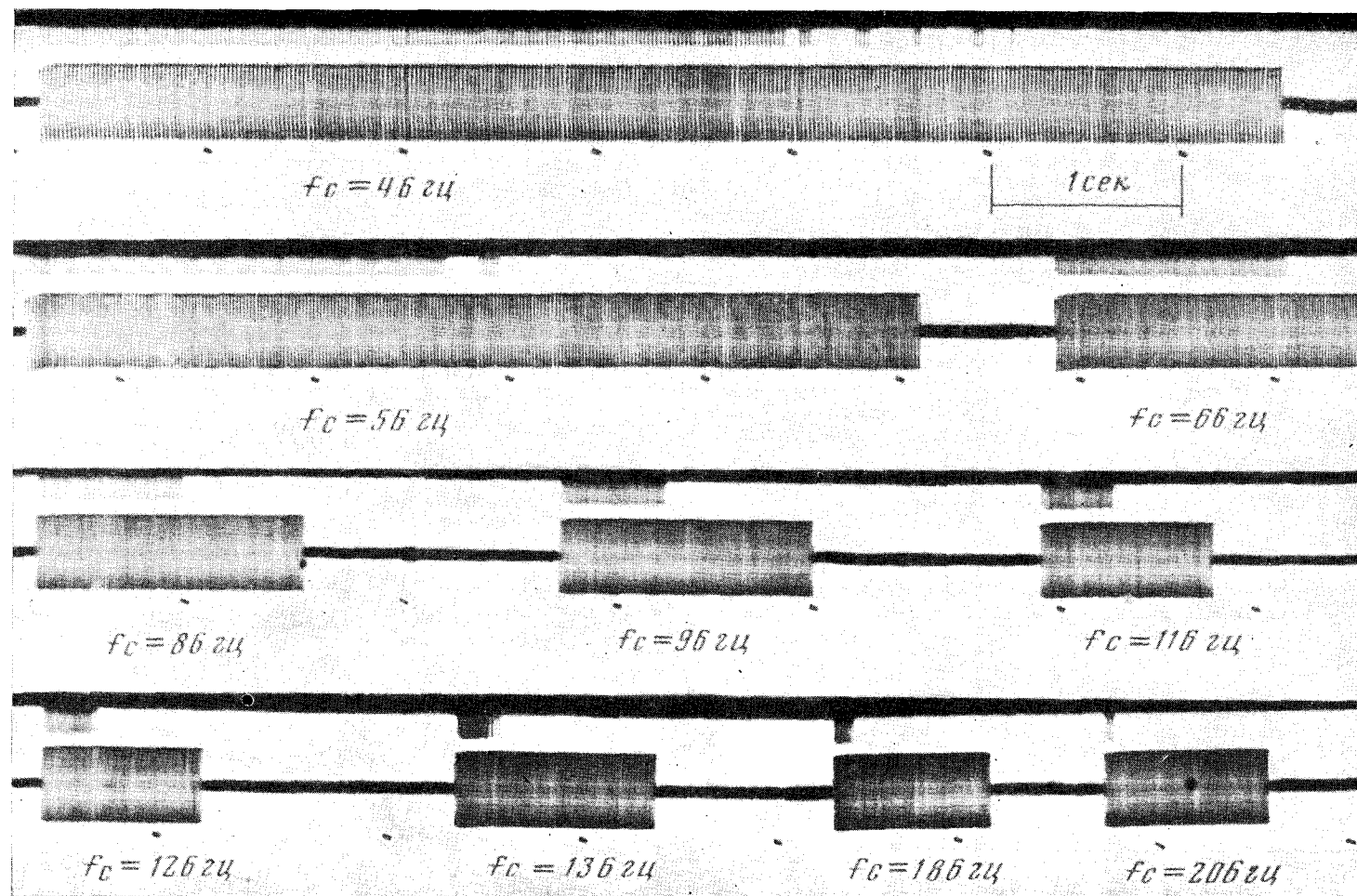


Рис. 2. Длительность реакции б.а. нейрона при включении стимула различной частоты. Амплитуда раздражения 20 в

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 (τ), 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

¹ И. И. Блехман, Синхронизация динамических систем, М., 1971. ² Н. Винер, Новые главы кибернетики, М., 1963. ³ Е. Н. Соколов, Механизмы памяти, М., 1968.