

УДК 612.822.3+612.825.55

ФИЗИОЛОГИЯ

Е. А. РАДИОНОВА

# ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ИМПУЛЬСНОЙ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ В СЛУХОВОЙ СИСТЕМЕ

(Представлено академиком В. Н. Черниговским 27 IV 1970)

В настоящее время имеется целый ряд работ, посвященных исследованию характеристик импульсной активности нейронов различных уровней слуховой системы в их реакции на звуковые сигналы; в частности, довольно подробно исследована активность нейронов кохлеарных ядер (<sup>9-13</sup>, <sup>15</sup>, <sup>16</sup>) и др.) и заднего двуххолмия (<sup>1-4</sup>, <sup>6-8</sup>, <sup>14</sup>, <sup>17</sup>) и др.). Количественное сопоставление характеристик импульсной активности нейронов

Таблица 1

Распределение нейронов (в процентах) по узору разряда, возникающего в ответ на тон умеренной интенсивности (20—40 дБ над порогом реакции нейрона) длительностью порядка 100 мсек.

| Отдел слуховой системы | Узор разряда |        |          |         |
|------------------------|--------------|--------|----------|---------|
|                        | тонический   | фазный | пачковый | сложный |
| Кохлеарные ядра *      | 92,5         | 6      | 1        | 0,5     |
| Заднее двуххолмие      | 35,5         | 48,5   | 8        | 8       |

\* При пороговой интенсивности сигнала распределение нейронов по узору разряда для кохлеарных ядер является иным (<sup>18</sup>).

этих двух отделов слуховой системы существенно для понимания характера преобразования импульсации на нижних уровнях слуховой системы в процессе восприятия и анализа звуковых сигналов (<sup>5</sup>). Такое сопоставление и составляет предмет настоящего сообщения.

Работа была проведена на кошках

в условиях хлоралозо-уретанового наркоза при действии тональных сигналов оптимальной для нейронов частоты (<sup>6</sup>, <sup>9</sup>, <sup>10</sup>).

Основные результаты работы, полученные на 693 нейронах кохлеарных ядер и 62 нейронах задних холмов, представлены в табл. 1 и на рис. 1, 2. Целый ряд характеристик импульсной активности нейронов претерпевает существенные изменения при переходе от уровня кохлеарных ядер к уровню задних холмов. Так, если для подавляющего большинства нейронов кохлеарных ядер (92,5%) характерен простой тонический узор разряда, длящийся в течение всего времени действия звука, то подавляющему большинству нейронов заднего двуххолмия (48,5%) свойствен фазный узор разряда, состоящий из 1—2 импульсов, возникающих в ответ на включение, а иногда и выключение звука (табл. 1).

Чрезвычайно редкий на уровне кохлеарных ядер пачковый узор разряда, состоящий из 4—6 импульсов, следующих с высокой частотой (порядка 500 имп/сек.) и возникающих в ответ на включение сигнала, значительно чаще (в 8 раз) встречается на уровне задних холмов (табл. 1). Различные более сложные виды узора разряда (подавление спонтанной импульсации при любых параметрах тонального сигнала, привыкание к раздражителю) встречаются в заднем двуххолмие в 16 раз чаще, чем в кохлеарных ядрах (табл. 1).

В соответствии с описанным изменением узора разряда находится факт уменьшения максимального числа импульсов в разряде нейронов



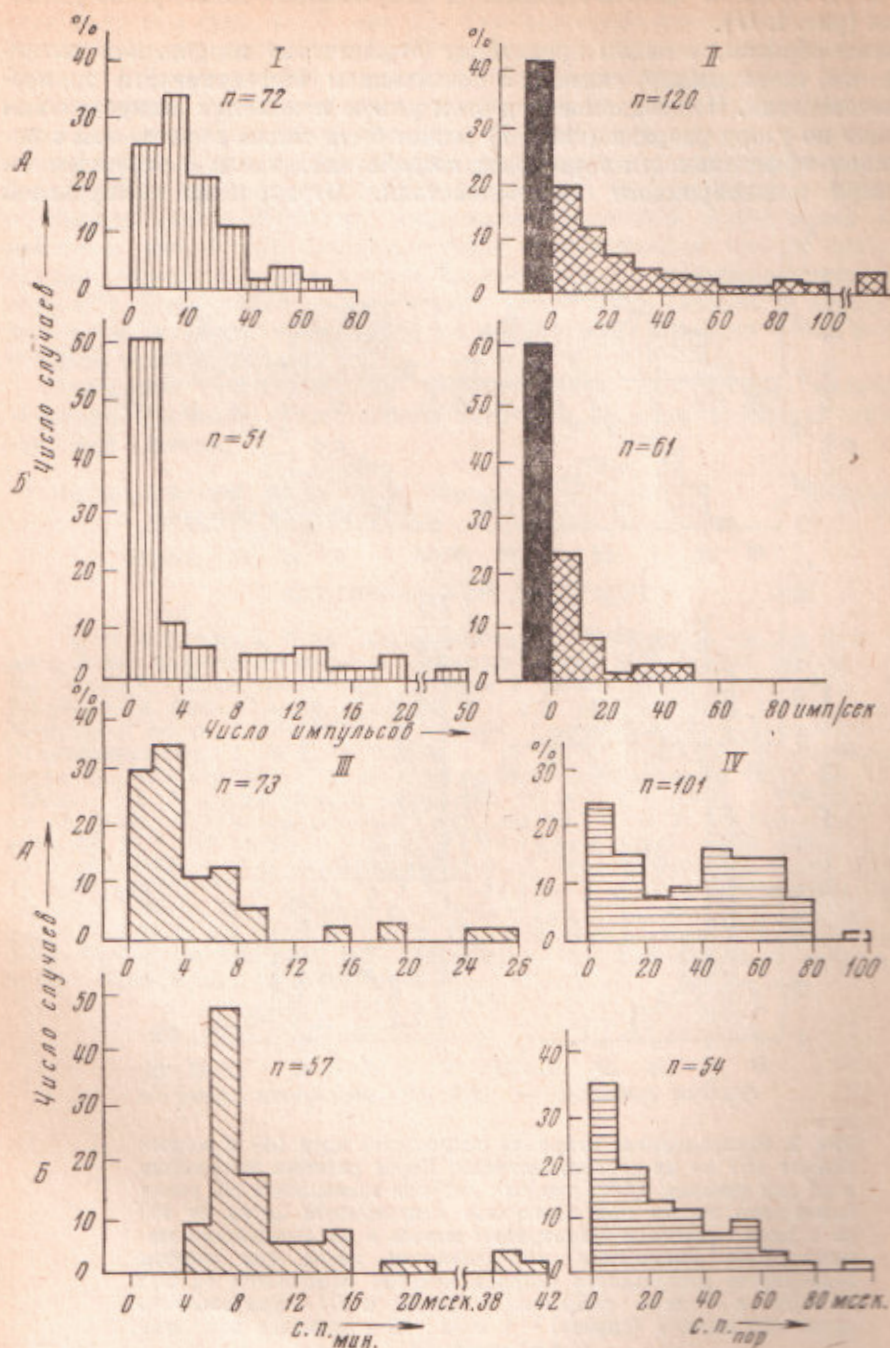


Рис. 1. Распределение нейронов кохлеарных ядер (А) и задних холмов (Б) по их характеристикам. с.и.— частота спонтанной импульсации (имп/сек); с.п.мин.— минимальное для нейрона значение скрытого периода; с.п.пор — скрытый период на пороге реакции;  $n$  — число нейронов. I, III, IV — длительность тонового сигнала около 100 мсек.; II — столбик слева от нуля соответствует нейронам без спонтанной активности

(рис. 1, I). Средняя частота спонтанной импульсации также резко уменьшается (рис. 1, II).

Таким образом, в целом происходит ограничение импульсной активности, что, по-видимому, связано с повышением эффективности тормозных воздействий. Наблюдаемое при этом резкое изменение распределения нейронов по узору разряда (табл. 1) может быть также связано как с повышением эффективности тормозных воздействий, так и с усложнением характера межнейронного взаимодействия. Ограничение импульсной

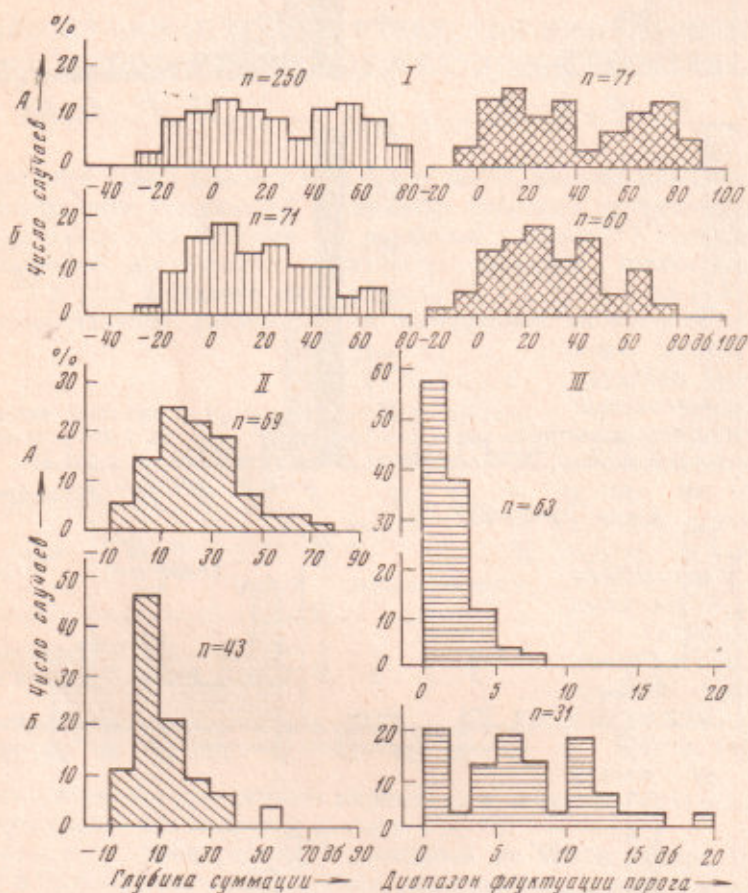


Рис. 2. Распределение нейронов кохлеарных ядер (А) и задних холмов (Б) по их характеристикам. Порог реакции измеряется в дБ над уровнем 0,0002 дин/см<sup>2</sup>; глубина суммации в дБ, равна изменению порога при изменении длительности звука от 100 до 1 мсек.; диапазон флуктуации порога в дБ, измеряется минимальным изменением интенсивности звука, при котором вероятность импульсного разряда нейрона изменяется от 0,25 до 0,75; n — число нейронов. I (слева) и III — длительность звука 100 мсек, I (справа) — 1 мсек.; IB — частично использованы данные (°)

активности нейронов и наблюдаемый характер перераспределения их по узору разряда, очевидно, связаны с ограничением количества информации о звуке, передаваемой в высшие отделы мозга; кроме того, эти явления могут быть связаны с изменением способа кодирования передаваемой информации; значительное увеличение процента нейронов со «сложным» узором разряда, по-видимому, определяется более сложными операциями над сигналом на уровне задних холмов по сравнению с кохлеарными ядрами.



Характерным является также преобразование пороговых характеристик нейронов (рис. 1, IV, рис. 2). Распределение порога реакции (рис. 2, I), глубины суммации (рис. 2, II) и пороговой величины скрытого периода (рис. 1, IV) обнаруживает тенденцию к смещению в сторону более низких значений. Эти факты, по-видимому, могут рассматриваться как результат повышения синхронизации афферентного потока, поступающего на нейроны задних холмов, вследствие повышения степени конвергенции импульсации на нейронах заднего двуххолмия по сравнению с нейронами кохлеарных ядер. Наконец, увеличение диапазона флуктуации порога нейронов (рис. 2, III) свидетельствует об увеличении уровня шумов на входах нейронов задних холмов по сравнению с нейронами кохлеарных ядер (<sup>11</sup>). Увеличение уровня шумов может быть связано в первую очередь с увеличением приходящей на нейрон афферентации — как возбуждающей, так и тормозной.

Описанное преобразование характеристик импульсной активности, очевидно, является существенной стороной анализа звуковых сигналов слуховой системы.

Институт физиологии им. И. П. Павлова  
Академии наук СССР  
Ленинград

Поступило  
21 IV 1970

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Я. А. Альтман, В кн.: Механизмы слуха, Л., 1967, стр. 158. <sup>2</sup> Я. А. Альтман, В кн.: Вопросы физиологии сенсорных систем, М.—Л., 1966, стр. 32. <sup>3</sup> И. А. Бартамян, Журн. эволюцион. биохим. и физиол., 4, № 6, 54 (1968). <sup>4</sup> И. А. Бартамян, Физиол. журн. СССР, 55, № 3, 273 (1969). <sup>5</sup> Г. В. Гершуни, В кн. Механизмы слуха, Л., 1967, стр. 3. <sup>6</sup> Г. В. Гершуни, Я. А. Альтман и др., Нейрофизиология, 1, № 2, 137 (1969). <sup>7</sup> А. М. Марусева, В кн.: Механизмы слуха, Л., 1967, стр. 50. <sup>8</sup> А. М. Марусева, Физиол. журн. СССР, 55, № 2, 153 (1969). <sup>9</sup> Е. А. Радионова, Биофизика, 11, № 3, 478 (1966). <sup>10</sup> Е. А. Радионова, В кн.: Механизмы слуха, Л., 1967, стр. 32. <sup>11</sup> Е. А. Радионова, Биофизика, 13, № 1, 100 (1968). <sup>12</sup> Е. А. Радионова, Журн. высш. нервн. деят., 18, № 1, 133 (1968). <sup>13</sup> D. D. Greenwood, N. Maruyama, J. Neurophysiol., 28, № 5, 863 (1965). <sup>14</sup> J. E. Hind, J. M. Goldberg et al., J. Neurophysiol., 26, № 2, 321 (1963). <sup>15</sup> N. Y.-s. Kiang, R. R. Pfeiffer et al., Ann. Otol., Rhinol. and Laryngol., 74, № 2, 463 (1965). <sup>16</sup> J. E. Rose, R. Galambos, J. R. Hughes, Bull. Johns Hopkins Hospital, 104, № 5, 211 (1959). <sup>17</sup> J. E. Rose, D. D. Greenwood et al., J. Neurophysiol., 26, № 2, 294 (1963).