

## ОСОБЕННОСТИ ОДНОВРЕМЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОЗБУЖДАЮЩИХ СИНАПТИЧЕСКИХ ТОКОВ НА НЕЙРОН С ДИФФЕРЕНЦИАЦИЕЙ ОТКЛИКА

Д.Г. Захаров<sup>1</sup>, Д.В. Касаткин<sup>1</sup>, С.Ю. Кириллов<sup>1</sup> и А.С. Кузнецов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Отдел нелинейной динамики Института прикладной физики РАН

<sup>2</sup> Department of Mathematical Sciences and Center for Mathematical Modeling and Computational Sciences, IUPUI

Некоторые типы нейронов, например дофаминергические, норадренергические и серотонинергические, могут демонстрировать дифференциацию отклика на возбуждающие синаптические стимулы, то есть генерировать в ответ на эти стимулы качественно разные отклики. В частности, воздействие NMDA-тока обычно приводит к высокочастотной генерации (более чем в 5 раз по сравнению с тонической активностью), в то время как AMPA-ток не может приводить существенному увеличению частоты и при относительно небольших значениях силы тока подавляет активность нейрона. Поскольку оба тока вызываются глутаматными рецепторами, и, следовательно, в большинстве случаев активируются одновременно, в этой статье рассмотрен вопрос их одновременного воздействия на нейронную модель, обладающую дифференциацией отклика. Показано, что в зависимости от значений проводимостей AMPA и NMDA рецепторов возможно получение разных режимов нейронной активности (состояние покоя, низкочастотную или высокочастотную активность). Максимальная частота генерации достигалась при одновременном действии обоих синаптических токов. Дополнительный рост частоты, связанный с активацией AMPA-тока в дополнение к NMDA-току, может составлять до 20%. Таким образом, было установлено, что основной вклад в рост частоты дает NMDA-ток, а AMPA-ток способствует дальнейшему увеличению частоты. Динамический механизм такого синергического действия синаптических токов проиллюстрирован с помощью эволюции фазового портрета модели.

*Ключевые слова:* Нейрон, возбуждающие синаптические токи, AMPA, NMDA, дифференциация отклика.

## FEATURE OF SIMULTANEOUS INFLUENCE OF EXCITATORY SYNAPTIC CURRENTS ON A NEURON WITH DIFFERENTIAL RESPONSES

*D.G. Zakharov<sup>1</sup>, D.V. Kasatkin<sup>1</sup>, S.Yu. Kirillov<sup>1</sup>, and A.S. Kuznetsov<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Department of Nonlinear Dynamics, Institute of applied physics, RAS

<sup>2</sup> Department of Mathematical Sciences and Center for Mathematical Modeling and Computational Sciences, IUPUI

The simultaneous influence of excitatory synaptic stimuli (the tonic AMPA and NMDA currents) on the neuron model with response differentiation is studied. It is shown that different types of neuron activity (rest state, low frequency or high frequency firing) are observed depending on the conductance of the AMPA and NMDA receptors. It is found that for the certain parameters values if both types of receptors are activated simultaneously, it is possible to obtain maximal frequency to be approximately 20% greater than that with the NMDA current alone. Thus, we confirm the major role of NMDA receptors in the appearance of high-frequency firing and conclude that AMPAR activation may further significantly increase the frequency. The dynamical mechanism of such frequency growth is explained in the framework of phase plane evolution.

*Keywords:* Neuron, excitatory synaptic current, AMPA, NMDA, response differentiation.