

## ФЕНОМЕН УРАВНЕНИЯ ВАН ДЕР ПОЛЯ

*А. П. Кузнецов*<sup>1,2</sup>, *Е. С. Селиверстова*<sup>2</sup>, *Д. И. Трубецков*<sup>2,3</sup>, *Л. В. Тюрюкина*<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Саратовский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН

<sup>2</sup>Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

<sup>3</sup>Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ

Настоящий обзор посвящен знаменитому голландскому ученому Балтазару ван дер Полю, который внес ощутимый вклад в развитие радиотехники, физики и математики. В обзоре выделен лишь один момент его творчества, связанный с уравнением, носящим его имя, и удивительно широким диапазоном применения этого уравнения в естествознании. В обзоре изложены следующие вопросы.

- Биография ван дер Поля, его уравнение и предполагаемые предшественники.
- О вкладе А.А. Андропова в теорию автоколебаний.
- Уравнение ван дер Поля и моделирование процессов в человеческом организме (модели сердца и системы «сердце–сосуды»; моделирование процессов в толстой кишке; модель возбуждающих и тормозящих нейронных взаимодействий; моделирование синхронизации при обработке и передаче информации в нейронных сетях; моделирование различных задач, связанных с опорно-двигательным аппаратом человека; модель голосовых связок).
- Развитие и модификации уравнения ван дер Поля.

*Ключевые слова:* Уравнение ван дер Поля, автоколебания, биофизика, ламповый генератор, нейрон, синхронизация.

## PHENOMENON OF THE VAN DER POL EQUATION

*A. P. Kuznetsov*<sup>1,2</sup>, *E. S. Seliverstova*<sup>2</sup>, *D. I. Trubetskov*<sup>2,3</sup>, *L. V. Turukina*<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Kotel'nikov Institute of Radio-engineering and Electronics of RAS, Saratov Branch

<sup>2</sup>Saratov State University

<sup>3</sup>National Research Nuclear University MEPhI

This review is devoted to the famous Dutch scientist Balthasar van der Pol, who made a significant contribution to the development of radio-engineering, physics and mathematics. The review outlines only one essential point of his work, associated with the equation that bears his

name, and has a surprisingly wide range of applications in natural sciences. In this review we discuss the following matters.

- The biography of van der Pol, history of his equation and supposed precursors.
- The contribution of A.A. Andronov in the theory of self-oscillations.
- Van der Pol equation and modeling of processes in the human body (the mode of the heart beat and of the «heart–vessels» system; modeling of processes in the large intestine; models of excitatory and inhibitory neural interactions; modeling synchronization in processing and transfer of information in neural networks; various problems related to human musculoskeletal apparatus; modeling the vocal cords).
- Development and modifications of the van der Pol equation.

*Keywords:* Van der Pol equation, oscillations, biophysics, vacuum-tube oscillator, neuron, synchronization.