

---

**Феномен буферности**  
**в математических моделях естествознания**  
**Buffer phenomenon in mathematical models of natural sciences**

Мищенко Е. Ф.

*Математический институт им. В. А. Стеклова, РАН,*  
*Москва, Россия*  
e-mail: mishch@mi.ras.ru

Колесов А. Ю.

*Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова,*  
*Ярославль, Россия*  
e-mail: kolesov@uniyar.ac.ru

Розов Н. Х.

*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,*  
*Москва, Россия*  
e-mail: rozov@rozov.mcsme.ru

---

Феноменом буферности называется свойство математической модели нелинейной распределённой автоколебательной системы допускать существование любого а priori заданного конечного числа однотипных аттракторов (устойчивых состояний равновесия, устойчивых периодических по времени решений, торов и т.д.) при надлежащем выборе её параметров.

Первой публикацией по данному вопросу следует считать работу А. А. Витта [1], сотрудника и коллеги А. А. Андропова, его соавтора по классической монографии “Теория колебаний”. А. А. Витт исследовал математическую модель автогенератора, содержащего отрезок длинной двухпроводной линии с равномерно распределёнными индуктивностью, ёмкостью и сопротивлением; на эвристическом уровне им были указаны условия существования явления, названного впоследствии буферностью. Впоследствии увеличение числа возможных устойчивых автоколебательных режимов при изменении параметров автогенератора удалось заметить экспериментально [2].

Строгое теоретическое исследование феномена буферности проведено [3–6] (в том числе — и в системе Витта [7]) с помощью бесконечномерного аналога асимптотического метода Крылова - Боголюбова - Митропольского - Самойленко.

Оказалось, что явление буферности типично для широкого класса математических моделей, которые адекватно описывают многие нелинейные процессы в естествознании (в радиофизике [8], механике [9],

оптике [10], теории горения [11], экологии [12]). Помимо этого, прослеживается связь буферности с такими явлениями, как возникновение турбулентности или рождение динамического хаоса [13].

Рассматриваемые математические модели представляют собой краевые задачи для систем дифференциальных уравнений в частных производных гиперболического или параболического типа, а сценарий возрастания числа, например, устойчивых периодических по времени решений (циклов) разворачивается при стремлении некоторого параметра к нулю. Существенно, что понятие “буферность” предполагает наличие некоего бифуркационного процесса, в результате которого и происходит неограниченный рост количества сосуществующих аттракторов.

## Список литературы

- [1] Витт А.А., “Распределённые автоколебательные системы”, *Ж. техн. физ.*, 4. Вып. 1, 144–157 (1934).
- [2] Азьян Ю.М., Мигулин В.В., “Об автоколебаниях в системах с запаздывающей обратной связью”, *Радиотехн. и электроника*, 1, No. 4, 126–130 (1956).
- [3] Колесов А.Ю., Мищенко Е.Ф., Розов Н.Х., “Асимптотические методы исследования периодических решений нелинейных гиперболических уравнений”, *Тр. МИАН*, 222, 1–192 (1998).
- [4] Колесов А.Ю., Мищенко Е.Ф., Розов Н.Х., “Явление буферности в резонансных системах нелинейных гиперболических уравнений”, *Успехи матем. наук*, 55, Вып. 2, 95–120 (2000).
- [5] Колесов А.Ю., Мищенко Е.Ф., Розов Н.Х., “Феномен буферности в нелинейной физике”, *Тр. МИАН*, 250, 112–182 (2005).
- [6] Колесов А.Ю., Розов Н.Х., “К вопросу о теоретическом объяснении явления диффузионной буферности”, *Журн. выч. матем. и матем. физ.*, 44, No. 11, 2020–2040 (2004).
- [7] Колесов А.Ю., Розов Н.Х., “Асимптотическая теория колебаний в системе Витта”, *Итоги науки и техники. Сер. Современная математика и ее приложения*, М.: ВИНТИ, 67, 5–68 (1999).
- [8] Колесов А.Ю., Розов Н.Х., “Явление буферности в RCLG-автогенераторе: теоретический анализ и результаты эксперимента”, *Тр. МИАН*, 233, 153–207 (2001).

- [9] Колесов А.Ю., Розов Н.Х., “Явление буферности в распределенных механических системах”, *Прикл. матем. и мех.*, 65, Вып. 2, 183–198 (2001).
- [10] Колесов А.Ю., Розов Н.Х., “Оптическая буферность и механизмы ее возникновения”, *Теор. и матем. физ.*, 140, No. 1, 14–28 (2004).
- [11] Колесов А.Ю., Розов Н.Х., “Явление буферности в теории горения”, *Докл. РАН*, 396, No. 2, 170–173 (2004).
- [12] Колесов А.Ю., Розов Н.Х., “Диффузионная буферность в одной математической модели биологии”, *Изв. РАН. Сер. матем.*, 62, No. 5, 135–164 (1998).
- [13] Мищенко Е.Ф., Садовничий В.А., Колесов А.Ю., Розов Н.Х., *Автоволновые процессы в нелинейных средах с диффузией*, М.: ФИЗМАТЛИТ, (2005).
- [14] Колесов А.Ю., Розов Н.Х., Садовничий В.А., “Жизнь на кромке хаоса”, *Сб.: Тр. семинара им. И.Г.Петровского*, Вып. 23, 219–266 (2003).
- [15] Колесов А.Ю., Мищенко Е.Ф., Розов Н.Х., “Явление буферности в системах, близких к двумерным гамильтоновым”, *Тр. Ин-та матем. и мех. УрО РАН*, 12, No. 1, 103–141 (2006).
- [16] Колесов А.Ю., Розов Н.Х., “О природе явления буферности в слабо диссипативных системах”, *Теор. и матем. физ.*, 146, No. 3, 447–466 (2006).