

Министерство образования и науки Российской Федерации
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова

С. Д. Глызин, А. Ю. Колесов

РЕЛАКСАЦИОННЫЕ АВТОКОЛЕБАНИЯ В НЕЙРОННЫХ СИСТЕМАХ

Учебное пособие

*Рекомендовано
Научно-методическим советом университета
для студентов, обучающихся по специальности
Прикладная математика и информатика*

ЯРОСЛАВЛЬ
ЯРГУ
2013

УДК 519.87(075.8)
В183.4я73
Г 55

*Рекомендовано
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного издания. План 2013 учебного года*

Рецензенты:

Проказников А. В., доктор физико-математических наук, профессор;
кафедра прикладной математики и вычислительной техники
Ярославского государственного технического университета

Глызин, Сергей Дмитриевич.

Г 55 Релаксационные автоколебания в нейронных системах:
учебное пособие / С. Д. Глызин, А. Ю. Колесов; Яросл. гос.
ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль: ЯрГУ, 2013. – 220 с.
ISBN 978-5-8397-0941-6

В учебном пособии изложена теория релаксационных колебаний для специального класса уравнений с запаздываниями, моделирующими электрическую активность нервных клеток.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 010400.68 Прикладная математика и информатика (дисциплины „Асимптотические методы нелинейной динамики“ и „Непрерывные математические модели“, цикл М1), очной формы обучения, а также может быть полезно для студентов других математических и физических специальностей.

Рис. 12. Библиогр.: 43 назв.

УДК 519.87(075.8)
ББК В183.4я73

ISBN 978-5-8397-0941-6

© ЯрГУ, 2013

Оглавление

Введение	6
1. Релаксационные автоколебания в нейронных системах с одним запаздыванием	11
1.1. Асимптотический анализ одного уравнения	11
1.1.1. Постановка задачи	11
1.1.2. Основной результат	13
1.1.3. Существование периодического решения	16
1.1.4. Анализ свойств устойчивости	29
1.1.5. Асимптотика периода решения. Формула поправки .	31
1.2. Динамика системы двух диффузионно связанных нейронных осцилляторов	32
1.2.1. Постановка задачи	33
1.2.2. Основные теоремы	34
1.2.3. Обоснование C -сходимости	38
1.2.4. Доказательство C^1 -сходимости	55
1.3. Динамика цепочки диффузионно связанных нейронных осцилляторов	59
1.3.1. Описание объекта исследования	59
1.3.2. Базовая теорема	60
1.3.3. Анализ предельного отображения	63
1.3.4. Обоснование теоремы 1.6	66
1.3.5. Заключительные замечания	80
2. Исследование релаксационных автоколебаний в случае двух запаздываний	84
2.1. Моделирование bursting-эффекта в нейронных системах . .	84

2.1.1.	Введение	85
2.1.2.	Формулировка результата	87
2.1.3.	Доказательство существования bursting-цикла	91
2.1.4.	Анализ свойств устойчивости	101
2.2.	Дискретные автоволны в нейронных системах	104
2.2.1.	Введение	104
2.2.2.	Основные результаты	106
2.2.3.	Доказательство теоремы 2.4	112
2.2.4.	Заключение	126
2.3.	Буферность в нейронных системах	127
2.3.1.	Локальная постановка задачи	127
2.3.2.	Метод квазинормальных форм	130
2.3.3.	Численный анализ одного примера	134
3.	Релаксационные автоколебания в сетях Хопфилда с запаздыванием	135
3.1.	Введение	135
3.2.	Релаксационные автоколебания в математической модели отдельного нейрона	137
3.2.1.	Описание результата	137
3.2.2.	Доказательство существования релаксационного цикла	141
3.2.3.	Анализ свойств устойчивости	150
3.3.	Релаксационные автоколебания в кольцевой нейронной сети	154
3.3.1.	Общая схема исследования	154
3.3.2.	Анализ вспомогательного нелинейного уравнения	157
3.3.3.	Доказательство теоремы 3.2	161
3.3.4.	Анализ вспомогательного линейного уравнения	168
3.3.5.	Итоговые результаты	171
3.4.	Заключение	176
4.	Об одном способе математического моделирования химических синапсов	186
4.1.	Постановка задачи	186
4.2.	Общая схема исследования	190
4.3.	Вспомогательное нелинейное уравнение	193

ОГЛАВЛЕНИЕ	5
4.4. Обоснование теоремы 4.1	197
4.5. Вспомогательное линейное уравнение	204
4.6. Основные результаты	207
Заключение	215
Литература	216