



УДК 621.38.01:53(075)
+517.2/.3(075)+53:51(075)

<https://doi.org/10.18500/0869-6632-2018-26-6-99-101>

Радиофизика и нелинейная динамика

Учебное пособие

В. С. Анищенко, Г. И. Стрелкова

© В.С. Анищенко, Г.И. Стрелкова, 2017

© НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Москва & Ижевск, 2017

ISBN 978-5-4344-0467-9

В учебном пособии изложены основные вопросы и проблемы, которые изучаются студентами физических факультетов в рамках направления подготовки по специальности «Радиофизика». Пособие включает две части: радиофизика и нелинейная динамика. Материал пособия излагается по возможности наиболее просто и понятно и не требует знаний физики и математики, выходящих за рамки программ средней школы.

Пособие ориентировано на выпускников средних школ и студентов первого курса физических факультетов и преследует цель в доступной форме ознакомить их с содержанием радиофизики.

Рецензент: доктор физико-математических наук, профессор Т.Е. Вадивасова, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

Рекомендует к печати: кафедра радиофизики и нелинейной динамики физического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского

Оглавление

Предисловие

ГЛАВА 1. Радиофизика

- 1.1. Введение
- 1.2. Классические научные проблемы радиофизики
- 1.3. Нелинейность
- 1.4. Спектральное представление колебательных процессов
- 1.5. Генерация колебаний
- 1.6. Модуляция высокочастотных колебаний
- 1.7. Детектирование модулированных колебаний
- 1.8. Резонанс в линейном контуре
- 1.9. Резонанс в нелинейном контуре

- 1.10. Параметрический резонанс
- 1.11. Радиоп физика в нашей жизни

ГЛАВА 2. Нелинейная динамика

- 2.1. Динамические системы
- 2.2. Устойчивость, бифуркации и катастрофы
- 2.3. Динамический хаос
- 2.4. Фракталы
 - 2.4.1. Понятие фрактала.
 - 2.4.2. Применение теории фракталов.
 - 2.4.3. Примеры фрактальных множеств
- 2.5. Синхронизация периодических автоколебаний

Заключение

Предисловие

Настоящее учебное пособие имеет целью знакомство с основными понятиями и проблемами, составляющими предмет изучения по направлению «Радиоп физика» при подготовке бакалавров на физических факультетах университетов. Книга ориентирована на выпускников средних школ, перед которыми стоит задача выбора специальности при поступлении в высшее учебное заведение. Авторы выражают надежду, что настоящая книга поможет абитуриентам более осознанно остановить свой выбор на направлении «Радиоп физика» и более конкретно подойти к выбору соответствующего профиля подготовки в рамках этого направления. Если раньше, до введения в вузах страны бакалавриата, у студентов специальности «Радиоп физика» после 2-го курса имелась возможность выбора специализации подготовки, то у бакалавров такой возможности нет. При поступлении абитуриент должен выбрать конкретный профиль подготовки по направлению «Радиоп физика» и обучаться по учебному плану этого профиля. В связи с этим выбор направления и профиля подготовки является чрезвычайно важным и ответственным решением, которое должен принять абитуриент. Вашему вниманию предлагается учебное пособие «Радиоп физика и нелинейная динамика», в котором в наиболее доступной форме излагаются основные вопросы и проблемы, изучаемые студентами университетов в рамках подготовки бакалавров по направлению «Радиоп физика». Излагаются ключевые проблемы радиоп физики, которые являются общими для ряда профилей подготовки по направлению «Радиоп физика».

Книга включает две части: радиоп физика и нелинейная динамика.

В первой части на примере классической системы радиосвязи иллюстрируются практически все фундаментально-научные и технические аспекты радиоп физической науки. Рассматриваются проблемы генерации и модуляции электромагнитных колебаний, усиления, излучения радиосигналов и их детектирования с целью выделения сигналов, несущих информацию. Описываются примеры практического использования радиоп физики в науке и технике. При изложении материала авторы не используют знаний физики и математики, выходящих за рамки школьной программы.

Вторая часть пособия посвящена описанию задач и методов, которые относятся к достаточно новому научному направлению – нелинейной динамике. Современная наука имеет дело в основном с анализом нелинейных процессов и систем. Исследования нелинейных явлений требуют широкого спектра знаний, которые позволяют решать и анализировать нелинейные задачи. Классические методы нелинейной динамики традиционно входили в круг проблем радиоп физики и изучались в рамках теории нелинейных колебаний. Однако в связи с внедрением современной

вычислительной техники и разработкой новых алгоритмов и программ нелинейная динамика в настоящее время сформировалась как самостоятельное научное направление. В этой части пособия даются понятие и определение динамической системы, описывается и иллюстрируется фундаментальное свойство нелинейности, дается представление об устойчивости колебательных и стационарных режимов и их бифуркаций. Описывается явление детерминированного хаоса и приводятся сведения из теории фракталов. В последнем разделе второй главы обсуждается одна из классических задач нелинейной динамики – задача о внешней синхронизации автоколебаний в генераторе ван дер Поля. Несмотря на усилия авторов изложить материал второй части пособия наиболее просто и понятно, чтение ряда ее разделов потребует более углубленных знаний по математике, которые излагаются в школах с физико-математической направленностью.

Несколько слов о создании этой книги. Пособие написано на основе курса лекций по введению в специальность «Радиофизика», который на протяжении трех десятков лет читается на кафедре радиофизики и нелинейной динамики в Саратовском национальном исследовательском государственном университете имени Н.Г. Чернышевского. Отметим, что несмотря на то, что подготовка студентов по радиофизике в нашей стране успешно ведется уже более шестидесяти лет, учебной литературы подобного типа практически нет. Есть огромное количество научных статей, научных монографий и диссертаций. Но научно-популярного изложения основ содержания радиофизической науки практически не проводилось. Этот пробел отчасти восполнялся трудами сотрудников кафедры радиофизики и нелинейной динамики Саратовского университета. Отметим учебное пособие Г.И. Герштейна «Введение в специальность. Радиофизика» (Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1983), а также книгу В.С. Анищенко «Знакомство с нелинейной динамикой» (Москва–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002). К сожалению, указанные книги являются практически недоступными, так как представляют собой библиографическую редкость.

При подготовке настоящей книги были использованы как вышеуказанные издания, так и учебное пособие доцента кафедры радиофизики и нелинейной динамики СГУ Г.И. Стрелковой «Практикум по динамике дискретных систем» (Саратов: ООО Изд. центр «Наука», 2012).

В заключение авторы хотели бы выразить глубокую благодарность коллективу кафедры за обсуждение и замечания. Мы благодарны также аспиранту кафедры А.В. Буху за помощь при подготовке иллюстраций к книге.

Саратов, октябрь 2017

*профессор В.С. Анищенко,
доцент Г.И. Стрелкова*