

2. Bezvesilnaya, E. N. System for airborne gravimetry [Text] / E. N. Bezvesilnaya, A. G. Tkachuk, K. S. Kozko // European Applied Sciences (Germany). – 2013. – №5(2). – P. 37–39.
3. Безвесільна, О. М. Автоматизований авіаційний гравіметричний комплекс для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння [Текст]: тези допов. / О. М. Безвесільна, А. Г. Ткачук // XX МК з автоматичного управління, присвячена 100-річчю з дня народження академіка НАНУ О. Г. Івахненка “Автоматика-2013”. – Миколаїв, 2013. – С. 267-268.
4. Bezvesilnaya, E. N. Gravimeter of aviation gravimetric system [Text] / E. N. Bezvesilnaya, A. G. Tkachuk, K. S. Kozko // The advanced science journal (USA). – 2013. – №8. – P.41–46.
5. Безвесільна, О. М. П'єзоелектричний гравіметр авіаційної гравіметричної системи [Текст]: монографія / О. М. Безвесільна, А. Г. Ткачук. – Житомир: ЖДТУ, 2013. – 240 с.
6. Безвесільна, О. М. Організація авіаційних гравіметричних вимірювань з використанням авіаційної гравіметричної системи [Текст] / О. М. Безвесільна, А. В. Коваль, Е. В. Гура // Вісник ЖДТУ : технічні науки. – 2011. – № 4. – С. 45-52.
7. Безвесильная, Е. Н. Моделирование влияния параметров возмущений на работу гироскопического гравиметра авиационной гравиметрической системы [Текст] / Е. Н. Безвесильная, А. В. Коваль, Е. В. Гура // Журнал «Электронное моделирование». – 2012. – №2. – С.113-123.
8. Безвесільна, О. М. Використання нейронної мережі у комплексі орієнтації і навігації авіаційної гравіметричної системи [Текст] / О. М. Безвесільна // Вісник інженерної академії України. – 2012. – № 2. – С. 46–53.
9. Безвесільна, О. М. Перетворюючі пристрої приладів. Технологічні вимірювання та прилади: Підручник [Текст] / О. М. Безвесільна, В. Ю. Ларін, Н. І. Чичикало, Є. Є. Федоров, О. О. Добржанський. – Житомир: ЖДТУ, 2011. – 542 с.
10. Безвесільна, О. М. Гравіметри та їх виставка: Монографія [Текст] / О. М. Безвесільна, А. А. Остапчук, С. С. Ткаченко. – Житомир : ЖДТУ, 2010. – 307 с.

АНАЛІЗ МЕТОДИЧНИХ ПОХИБОК АВІАЦІЙНОЇ ГРАВИМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ

Приведено аналіз методичних похибок авіаційної гравіметричної системи (АГС) у разі довільного руху основи. Досліджено зміни чутливості вихідного сигналу АГС до похибок вимірювання параметрів руху літального апарату (ЛА). Визначено вимоги до точності вимірювань основних параметрів руху ЛА.

Ключові слова: авіаційна гравіметрична система, похибка вимірювання.

Безвесильная Елена Николаевна, заслуженный деятель науки и техники Украины, доктор технических наук, профессор, кафедра приборостроения, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина, e-mail: bezvesilna@mail.ru

Безвесільна Олена Миколаївна, заслужений діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор, кафедра приладобудування, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна, e-mail: bezvesilna@mail.ru

Bezvesilnaya Elena, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: bezvesilna@mail.ru

УДК 621.372.061.3.001.63:681.3

Карпунин А. В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧИСЛЕННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА МОДЕЛЕЙ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В работе предлагаются модели нелинейного математического маятника для использования при математическом моделировании TCP соединений в инфокоммуникационных системах. Применение численно-аналитического подхода с использованием метода Крылова-Боголюбова-Митропольского для решения нелинейных дифференциальных уравнений маятника позволяет применить качественные методы анализа поведения колебательных динамических систем на фазовой плоскости.

Ключевые слова: модель, маятник, численно-аналитический, динамическая система, TCP соединение.

1. Введение

В настоящее время изучение динамических явлений и процессов, возникающих в различных областях естествознания, приводит к исследованию нелинейных математических моделей. В силу нелинейности этих моделей и ограниченных возможностей аналитических и качественных методов такое исследование практически невозможно провести без применения численных методов и привлечения компьютеров. При этом наибольшего успеха удается достичь, если комбинировать аналитические и численные методы. Такой комбини-

рованный подход называют численно-аналитическим. Сочетание современных аналитических методов с большими сериями расчетов на компьютере требует разработки адекватных математических моделей и ориентированного на эти модели комплекса эффективных методов, алгоритмов и средств программной поддержки компьютерного эксперимента. Чисто количественный подход, заключающийся в численном решении исходных уравнений, не позволяет определить связь между характеристиками схемы и ее физическими параметрами. При этом невозможно составить общую картину поведения системы

использовать модель вида (2). Преимуществом данной модели является наличие параметра ϵ , который можно использовать в качестве параметра порядка для рассматриваемого ансамбля математических маятников по терминологии Г. Хакена. Действительно, при малых значениях ϵ поведение ТСР соединения соответствует поведению «почти линейного» маятника, что соответствует отсутствию затворов. В то же время, при больших значениях ϵ система становится существенно нелинейной и в ней наблюдаются хаотические явления, приводящие к затворам в инфокоммуникационных системах с протоколом ТСР.

4. Выводы

В работе предложена новая математическая модель для описания поведения математического маятника в виде нелинейного дифференциального уравнения второго порядка с малым параметром. Данный параметр может быть использован в качестве так называемого параметра порядка в предлагаемой автором синергетической модели ансамбля математических маятников. В этом случае возможно проследить изменение поведения динамической системы при изменении параметра порядка в широких пределах, что дает возможность использовать единую математическую модель для моделирования инфокоммуникационной системы в различных режимах работы – колебательном и хаотическом.

Литература

1. Яловега, Г. И. Проектирование частотного элемента на основе автогенератора [Текст]/ Г. И. Яловега, А. В. Карпухин, Ю. Х. Лоза, Н. И. Слипенченко // Радиотехника. – Х.: Вища шк., 1985. – Вып. 75. – С. 144-147.
2. Митропольский, Ю. А. Машинный анализ нелинейных резонансных цепей [Текст]/ Ю. А. Митропольский, А. А. Молчанов. – Киев: Наук. Думка, 1981. – 238 с.
3. Карпухин, А. В. Математическое моделирование и проектирование интегральных частотных элементов на основе нелинейных резонансных цепей. [Текст]/ А. В. Карпухин, Ю. Х. Лоза, Г. И. Яловега // Автоматизация проектирования электронной аппаратуры. – Таганрог: ТРТИ, 1983. – Вып. 2. – С. 53-56.
4. Молчанов, А. А. Об асимптотических методах теории колебаний в некоторых задачах нелинейной радиотехники [Текст]/ А. А. Молчанов // Радиофизика. – 1967. – Т. 10, № 7. – С. 987-998.
5. Андронов, А. А. Качественная теория динамических систем [Текст]/ А. А. Андронов, Е. А. Леонтович, И. И. Гордон, А. Г. Майер. – М.: Наука. – 1966. – 568 с.
6. Боголюбов, Н. Н. Асимптотические методы в тео-

рии нелинейных колебаний [Текст]/ Н. Н. Боголюбов, Ю. А. Митропольский. – М.: Физматгиз, 1963. – 412 с.

7. Карпухин, А. В. Математическое моделирование хаотических явлений в высокоскоростных сетевых информационных системах с протоколом ТСР [Текст]/ А. В. Карпухин // Системи обробки інформації. – Х.:ХУПС, 2009. – Вип. 4(78). – С. 64-69.
8. Карпухин, А. В. Анализ поведения информационных систем с большой нелинейностью [Текст]/ А. В. Карпухин, Ю. П. Мачехин; под ред. В. И. Литвиненко // Материалы междунар. науч. конф. ISDMCG2008, 18-23 мая 2008 г., г. Евпатория. – Херсон, 2008. – Том 3. – 192 с.
9. Карпухин, А. В. Математическое моделирование сильнонелинейных информационных систем [Текст]/ А. В. Карпухин, Л. О. Кириченко, Ю. П. Мачехин, Т. А. Радивилова; под ред. Н. И. Слипенченко // Материалы 1-й междунар. науч. конф. «Электронная компонентная база. Состояние и перспективы развития», 30 сентября-3 октября 2008 г., г. Судак. – Харьков: ХНУРЭ, 2008. – С. 326-329.
10. Карпухин, А. В. Хаотические режимы работы сетей с ТСР протоколом [Текст]/ А. В. Карпухин, В. Г. Кобзев, А. А. Ткаченко // Труды III международной научно-практической конференции «Физико-технологические проблемы радиотехнических устройств, средств телекоммуникаций, нано- и микроэлектроники», 24-26 октября 2013 г., г. Черновцы. – С. 80-81.

ЗАСТОСУВАННЯ ЧИСЕЛЬНО-АНАЛІТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ПОВУДОВИ ТА РІШЕННЯ МОДЕЛЕЙ НЕЛІНІЙНИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ

У роботі пропонуються моделі нелінійного математичного маятника для використання при математичному моделюванні ТСР з'єднань в інфокомунікаційних системах. Застосування чисельно - аналітичного підходу з використанням методу Крилова - Боголюбова - Митропольського для вирішення нелінійних диференціальних рівнянь маятника дозволяє застосувати кількісні методи аналізу поведінки коливальних динамічних систем на фазовій площині.

Ключові слова: модель, маятник, чисельно-аналітичний, динамічна система, ТСР з'єднання.

Карпухин Александр Владимирович, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, кафедра прикладной математики, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина, e-mail: kav-102@yandex.ru

Карпухін Олександр Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, провідний науковий співробітник, кафедра прикладної математики, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна, e-mail: kav-102@yandex.ru

Karpukhin Aleksandr, Kharkiv National University of Radioelectronics, Ukraine, e-mail: kav-102@yandex.ru