ПРИКАСПИЙСКИЙ ЖУРНАЛ

2015
№ 2 (30)

УПРАВЛЕНИЕ И ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ISSN 2074-1707

АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНФОРМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ РАН

КАЛМЫЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПРИКАСПИЙСКИЙ ЖУРНАЛ:
управление и высокие технологии

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

2015
№ 2 (30)

Журнал включен в перечень изданий, утвержденных ВАК для публикации основных результатов кандидатских и докторских диссертационных исследований по направлениям: «Управление в социальных и экономических системах», «Математические и инструментальные методы экономики», «Системный анализ, управление и обработка информации», «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», «Информационно-измерительные и управляющие системы».

Журнал входит в базу данных Ulrich’s Periodicals Directory.

Астрахань
Издательский дом «Астраханский университет»
2015

ББК 30
П75

Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом
Астраханского государственного университета

ПРИКАСПИЙСКИЙ ЖУРНАЛ: управление и высокие технологии

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

2015
№ 2 (30)

Редакционная коллегия:

А.П. Лунёв, д-р экон. наук, проф., ректор
Астраханского государственного университета (г. Астрахань), *главный редактор*;
Ю.М. Брумштейн, канд. техн. наук, доц. Астраханского
государственного университета (г. Астрахань), ответственный секретарь;
Ж.И. Батырканов, д-р техн. наук, проф., проректор по научной работе и внешним связям
Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова
(Кыргызская Республика, г. Бишкек);
С.Н. Гончаренко, д-р техн. наук, проф. Национального
исследовательского технологического университета «МИСиС» (г. Москва);
А.И. Жученко, д-р техн. наук, проф. Национального технического университета Украины
«Киевский политехнический институт» (Украина, г. Киев);
В.А. Камаев, д-р техн. наук, проф. Волгоградского
государственного технического университета (г. Волгоград);
И.Ю. Квятковская, д-р техн. наук, проф.,
директор Института информационных технологий и коммуникаций
Астраханского государственного технического университета (г. Астрахань);
А.Г. Кравец, д-р техн. наук, проф. Волгоградского
государственного технического университета (г. Волгоград);
В.В. Морозов, д-р техн. наук, проф.
Владимирского государственного университета (г. Владимир);
Е.В. Никульчев, д-р техн. наук, проф., проректор по научной работе
Московского технологического института (г. Москва);
И.Ю. Петрова, д-р техн. наук, проф.
Астраханского инженерно-строительного института (г. Астрахань);
А.В. Рыбаков, канд. физ.-мат. наук, директор
Института исследований и решения технологических задач
Астраханского государственного университета (г. Астрахань);
Синсин Брайс Августин, проф., ректор Университета Абомей-Калави (Бенин);
А.В. Скрипаль, д-р физ.-мат. наук, проф.
Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского (г. Саратов);
И.Б. Старченко, д-р техн. наук, проф., директор ОКБ «Ритм»
Южного федерального университета (г. Таганрог);
Ю.Ю. Тарасевич, д-р физ.-мат. наук, проф.
Астраханского государственного университета (г. Астрахань);
Тхай Куанг Винь, канд. техн. наук, проф., директор Института информационных технологий
Вьетнамской академии наук и технологий (Вьетнам, г. Ханой);
М.В. Ульянов, д-р техн. наук, проф.
Московского государственного университета печати им. И. Федорова (г. Москва);
М.А. Ураксеев, д-р техн. наук, проф.
Уфимского государственного авиационного технического университета (г. Уфа);
Д.А. Усанов, д-р техн. наук, проф.
Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского (г. Саратов);
Н.К. Юрков, д-р техн. наук, проф.
Пензенского государственного университета (г. Пенза);
Р.М. Юсупов, д-р техн. наук, проф., директор
Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН,
чл.-корр. Российской академии наук (г. Санкт-Петербург)

Журнал выходит 4 раза в год
Все материалы, поступающие в редколлегию журнала,
проходят независимое рецензирование

© Астраханский государственный университет
Издательский дом «Астраханский университет», 2015
© Свиридов В.Б., дизайн обложки, 2008

СОДЕРЖАНИЕ

УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

А.И. Ажмухамедов, Т.А. Копытина
Мотивационное, институциональное и информационное управление персоналом коммерческого банка 10

Л.Э. Жилин, А.Н. Горбачева, Ю.М. Брумштейн, Е.Ю. Васьковский
Анализ номенклатуры программных средств массового использования, применяемых в российских вузах (на примере Астраханского государственного университета) 20

И.Е. Рыбальченко, М.Т. Югай
Оценка качества высокотехнологичного здравоохранения: технологический и результативный подходы 38

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЭКОНОМИКИ

Ю.М. Брумштейн, И.А. Дюдиков
Оптимизация распределения персонала между подразделениями организации на основе компетентностного подхода 45

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

Н.Н. Астахова, Л.А. Демидова
Метод прогнозирования групп временных рядов с применением алгоритмов кластерного анализа 59

М.Я. Марусина, А.П. Волгарева, Д.В. Толкович
Анализ принципов разработки системы популяционного скрининга онкологических заболеваний легких на основе использования рентгеновской компьютерной томографии 79

Ю.В. Кандырин, В.А. Камаев, М.Е. Кононов, Г.Л. Шкурина
Структурирование вариантов в электронных справочных системах выбора 93

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

П.С. Кудрявцев, А.Н. Шуткин, В.В. Протасова, С.А. Филист
Структурно-функциональная модель для мониторинга влияния управляющих воздействий на функциональное состояние самоорганизующихся систем 105

А.О. Бекетаева, Т.Б. Дуйшеналиев
Модели пространственного сверхзвукового течения совершенного газа
с поперечным вдувом струй 119

Т.Б. Дуйшеналиев, И. Козубай
Математическое моделирование поведения пластин под нагрузкой 129

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

А.Ф. Дорохов, Н.В. Пахомова, Г.А. Попов
Обработка информации и управление температурным режимом рабочего цилиндра
двигателя внутреннего сгорания судового дизеля 137

С.Е. Суржикова, ***О.В. Шаталова, В.В. Федянин***
Программно-аппаратный комплекс для анализа вольтамперных характеристик
биоактивных точек на основе модуля L-Card E20-10 150

К.И. Домкин, А.В. Затылкин, Н.К. Юрков
Методология управления технологическим процессом получения СВП
с заданными электротехническими параметрами 161

А.Е. Абрамешин, ***И.А. Иванов***, ***Ю.Н. Кофанов***, ***С.Ю. Сотникова***
Алгоритм генерации эффективных воздействий на схему
для тестирования электронного средства 172

В.И. Лежнин
Методы и способы изменения скорости автономного объекта 182

А.А. Вишневский
Распределенные волоконно-оптические информационно-измерительные системы
давления и температуры для применения в нефтегазовой сфере 193

Д.В. Леммле
Характеристики передачи сигналов OFDM в многолучевых каналах 207

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ 217

ПОРЯДОК РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ 226

shteyn, D.A. Zakharov, I.A. Dyudikov // Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii [Caspian journal: management and high technologies] №1 2015.

4. Domkin K.I. Razrabotka samovosstanavlivayushchikhsya predokhraniteley dlya zashchity elektricheskikh tsepey vychislitel'noy tekhniki [Development of resettable fuses for protecting electrical circuits for computing machinery] /Domkin K.I., Nedorezov V.G. // Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika [Vestnik of Astrakhan state technical University. Series: Management, computer engineering and computer science.] № 2-2011 s. 90-96.

5. Zatylkin A.V. Upravlenie issledovaniyami modeley radiotekhnicheskikh ustroystv na etape proektirovaniya [Management studies of models of radio devices at the design stage] / A.V. Zatylkin, A.G. Leonov, N.K. Yurkov // Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii [Caspian journal: management and high technologies] № 1-2012 - s. 138-142.

6. Kaminskaya T. P. Atomno-silovaya mikroskopiya dlya elektroniki [Atomic force microscopy for electronics] / T.P.Kaminskaya // Proizvodstvo elektroniki [Electronics manufacturing] №6-2010, s. 37-39.

7. Kaminskaya T.P. Issledovanie granulometricheskogo raspredeleniya poroshkov stekla dlya tolstoplenochnoy tekhnologii s primeneniem lazernoy difraktsii na pribore «ANALYSETTE 22» COMPACT [The study of grain-size distribution of glass powders for thick-film technology using laser diffraction on the "ANALYSETTE 22" COMPACT] / T.P. Kaminskaya, S.V. Podshibyakin, K.I. Domkin // Nadezhnost' i kachestvo: tr. Mezhdunar. simp.[Reliability and quality, proc. Intern. Symp] T. 2 - 2007 s. 69-70.

8. Landau L.D., Lifshits E.M. Statisticheskaya fizika ch.I [Statistical physics part I] M.: «Nauka», 1976. 584 s.

9. Tager A.A. Fiziko-khimiya polimerov [Physico-chemistry of polymers] M.: «Khimiya», 2e izd., 1983. 545 s.

10. Mamunya, Ye.; Boudenne, A.; Lebovka, N.; Ibos, L.; Candau, Y. & Lisunova, M. (2008). Electrical and thermophysical behaviour of PVC-MWCNT nanocomposites. Compos. Sci. Techn., Vol. 68, pp. 1981–1988, ISSN 0266-3538.

11. Gracheva I. E. AFM techniques for nanostructures materials used in opto-electronic and gas sensors / Irina E. Gracheva, Yulia M. Spivak, Vyacheslav A. Moshnikov // Eurocon-2009. International IEEE Conference, May 18-23, 2009. – Saint-Petersburg, Russia, 2009. – P. 1250-1253.

12. Stauffer D, Aharnoy A. Introduction to Percolation Theory// London: Taylor and Francis, 1991, 304 p.

13. Ansari, S., Gianelis, E. P. Functionalized Graphene Sheet—Poly(vinylidene fluoride) Conductive Nanocomposites // Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physics. 2009. V. 47. № 9. P. 888-897.

14. Alekseev, A., Syurik, Yu. V. et al. Local organization of graphene network inside graphene/polymer composites// Advanced Functional Materials 2012. V.22. №6, P.1311-1318.

УДК 621.396

АЛГОРИТМ ГЕНЕРАЦИИ ЭФФЕКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА СХЕМУ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО СРЕДСТВА[1]

Абрамешин Андрей Евгеньевич, кандидат социологических наук, профессор, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Российская Федерация, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20, e-mail: aabrameshin@hse.ru

Иванов Илья Александрович, кандидат технических наук, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Российская Федерация, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20, e-mail: ivanov_i_a@mail.ru

[1] Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-07-00414 «Информационная система диагностического моделирования физических процессов в электронных схемах»).

Кофанов Юрий Николаевич, доктор технических наук, профессор, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Российская Федерация, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20, e-mail: yurykofanov@yandex.ru

Сотникова Светлана Юрьевна, кандидат технических наук, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Российская Федерация, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20, e-mail: sveta1708@mail.ru

Обоснована актуальность решаемой проблемы генерации тестовых воздействий для повышения эффективности контроля и диагностирования электронных средств. В рамках реализации информационной системы диагностического моделирования, предложен алгоритм формирования тестов, предусматривающий анализ электрической схемы в статическом режиме работы, а также в частотной и временной областях. В статическом режиме работы предлагается исследовать характеристику «вход/выход», для которой предусмотрены различные алгоритмы тестирования для линейных и нелинейных участков. В соответствии с алгоритмом формирования тестов в частотной области рассчитываются нули и полюса передаточной функции, в интервалах между которыми выбираются наиболее эффективные частоты тестовых сигналов. В динамическом режиме работы схемы, в соответствии с разработанным алгоритмом, выбираются форма и характеристики воздействий; анализируются предельные допустимые параметры электрорадиоэлементов. Предложена методика отбора эффективных тестовых воздействий по критерию однозначности различения выявляемых дефектов. Описаны технологии проведения диагностического моделирования, при котором анализируются характеристики на выходе схемы или во внутренних её узлах и определяется степень различения дефектов с учетом погрешностей измерений.

Ключевые слова: тестирование, тестовое воздействие, электронное средство, генерация сигналов, эффективные сигналы, статический режим, частотная область, динамический режим, диагностирование, моделирование, дифференциация дефектов

ALGORITHM OF EFFECTIVE IMPACTS GENERATION ON THE SCHEME FOR TESTING ELECTRONIC MEANS

Abrameshin Andrey Ye., Ph.D. (Sociology), National Research University Higher School of Economics, 20 Myasnitskaya St., Moscow, 101000, Russian Federation, e-mail: aabrameshin@hse.ru

Ivanov Ilya A., Ph.D. (Engineering), National Research University Higher School of Economics, 20 Myasnitskaya St., Moscow, 101000, Russian Federation, e-mail: ivanov_i_a@mail.ru

Kofanov Yuriy N., D.Sc. (Engineering), Professor, National Research University Higher School of Economics, 20 Myasnitskaya St., Moscow, 101000, Russian Federation, e-mail: yurykofanov@yandex.ru

Sotnikova Svetlana Yu., Ph.D. (Engineering), National Research University Higher School of Economics, 20 Myasnitskaya St., Moscow, 101000, Russian Federation, e-mail: sveta1708@mail.ru

The urgency of test generation problem is founded to increase the efficiency of monitoring and diagnosing electronic means. As part of the information system of diagnostic modeling implementation, the algorithm of test forming, that provides analysis of the circuitry in the static mode, as well as in the frequency and time domains, is considered. In the static mode operation is considered to explore the «input/output» characteristic, where there are different testing algorithms for linear and nonlinear plots. In frequency domain, according to the algorithm of test forming, the zeros and poles of transfer function are calculated. After that the most effective frequencies of test signals are chosen between zeros and poles. In dynamic domain, according to the appropriate algorithm, the operation form and operation characteristic of circuitry are chosen. Then permissible parameters of electronic components are analyzed. The selection method of effective test impact is proposed according to the uniqueness criterion of distinguishing detectable defects. The diagnostic modeling is carried out,

wherein the output characteristics at the circuit output or at internal nodes are analyzed under the test impact and to the degree of defects differentiation within measurement error is determined.

Keywords: testing, test action, electronic means, generating signals, effective signals, static mode, frequency range, dynamic mode, diagnostics, modeling

Введение. Несмотря на широкое распространение цифровой техники, среди электронных средств (ЭС) по-прежнему преобладают аналоговые устройства. Задача контроля технического состояния аналоговой электроники усложняется пропорционально возрастанию требований к надежности и качеству ЭС [10, 11].

Среди множества актуальных проблем контроля и диагностирования аналоговых устройств наиболее остро стоит вопрос генерации тестовых воздействий [15].

Внедрение компьютерных технологий в современный процесс проектирования, производства и эксплуатации проводит к необходимости разработки алгоритмов генерации и автоматизированного формирования эффективных тестов, которые целесообразно применять в рамках информационной системы контроля и диагностирования [2, 4, 5, 10]. Целью данной статьи является разработка аппаратно-программных средств тестирования аналоговых ЭС в сочетании с информационной системой для учета получаемых результатов.

Подход к решению проблемы. Алгоритм формирования тестовых сигналов для контроля технического состояния и поиска неисправностей в ЭС представлен на рис. 1.

Возможные тестовые воздействия в широком диапазоне параметров могут быть получены путем анализа соответствующего класса устройств. Однако для генерации эффективных сигналов необходимо учитывать особенности каждого ЭС в отдельности. Первой процедурой в представленном алгоритме является получение (ввод, формирование и пр.) принципиальной электрической схемы устройства (блок 1, рис. 1). Эта схема может быть представлена в любом из форматов, применяемых в стандартных программах электрического (схемотехнического) моделирования, таких как MicroCap, Multisim и др. [6].

В предлагаемом алгоритме ЭС, как объект диагностирования, рассматривается в частотной области, статическом и динамическом режимах работы. Поэтому следующим шагом (блок 2 на рис. 1) является выбор режима работы и, следовательно, диагностирования устройства.

Рассмотрим сначала статический режим работы схемы. С использованием операций математического моделирования строится характеристика вход/выход ЭС (блок 4, рис. 1) [13].

Учитывая метрологические параметры используемых генераторов тестовых сигналов в данном режиме, а также источников питания, определим минимальный шаг тестовых воздействий (блок 5, рис. 1). При этом на объект диагностирования может быть подано n тестов:

$$n = (U_{вх}^{\max} - U_{вх}^{\min}) / \delta_r,$$

где δ_r – минимальный шаг генерируемых тестов, $[U_{вх}^{\min}, U_{вх}^{\max}]$ – рабочий диапазон напряжений ЭС.

Тестируемый объект в данной работе рассматривается как детерминируемый. Защита от возможных помех проводится при разработке принципиальной схемы с учётом конструктивного выполнения.

Шаг изменения выходных напряжений современных источников питания может достигать сотых и тысячных долей вольт. В связи с этим большое число тестовых воздействий может значительно увеличить размерность решаемой задачи.

Для повышения эффективности диагностирования [12] необходимо провести анализ характеристики вход/выход (рис. 2), описываемой функцией $U_{вых} = f(U_{вх})$ - с целью выделения ее линейных и нелинейных участков (блок 6, рис. 1). Линейные участки описываются выражениями вида: $U_{вых} = kU_{вх}$, где k является передаточным коэффициентом, в который при

соответствующем математическом описании сворачиваются параметры схемы. Этот коэффициент может быть определен как

$$k_i = (U_{вых_i+1} - U_{вых_i}) / (U_{вх_i+1} - U_{вх_i}).$$

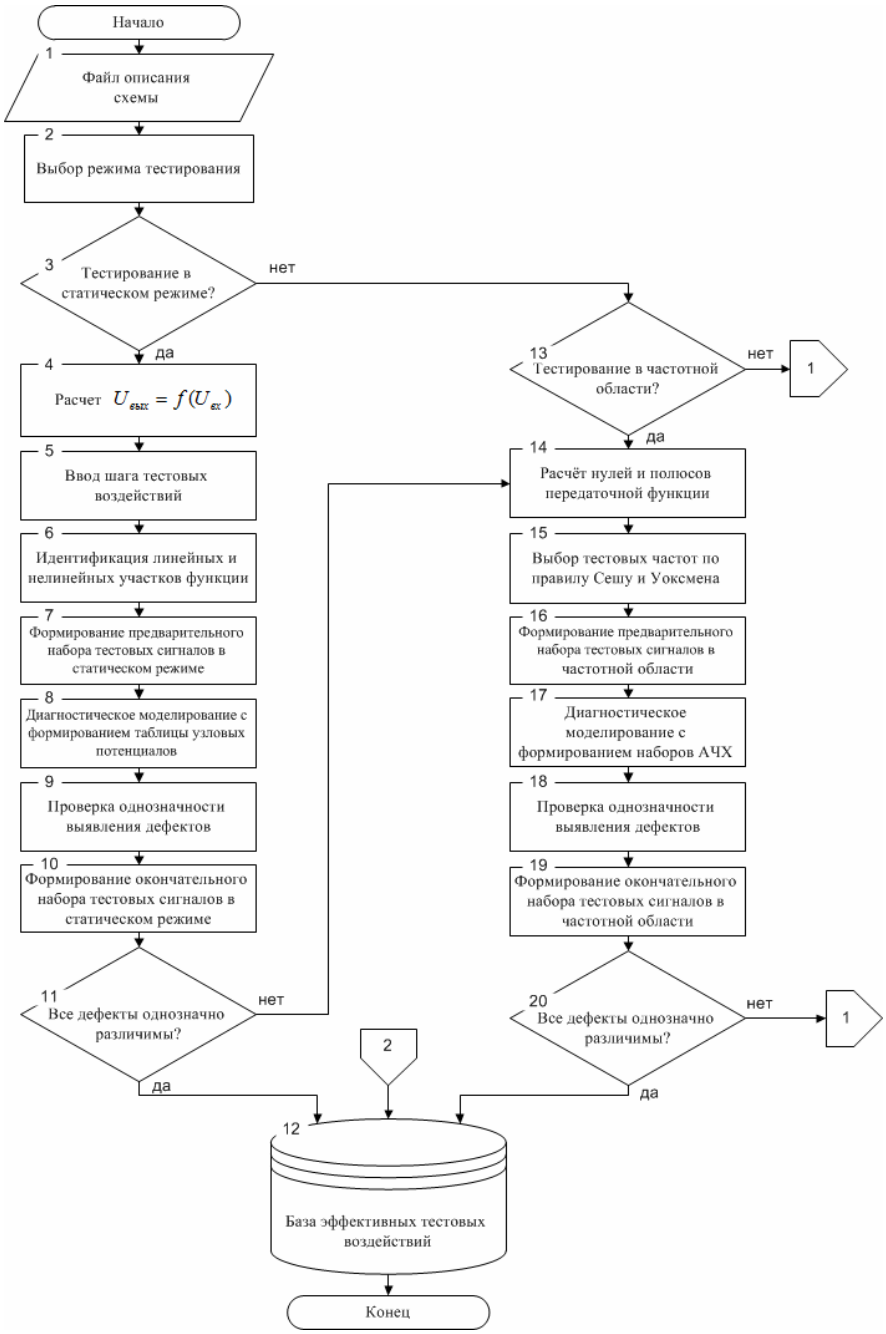

Рис. 1 (начало). Блок схема алгоритма генерации тестовых воздействий в статическом режиме, частотной области и в динамическом режиме

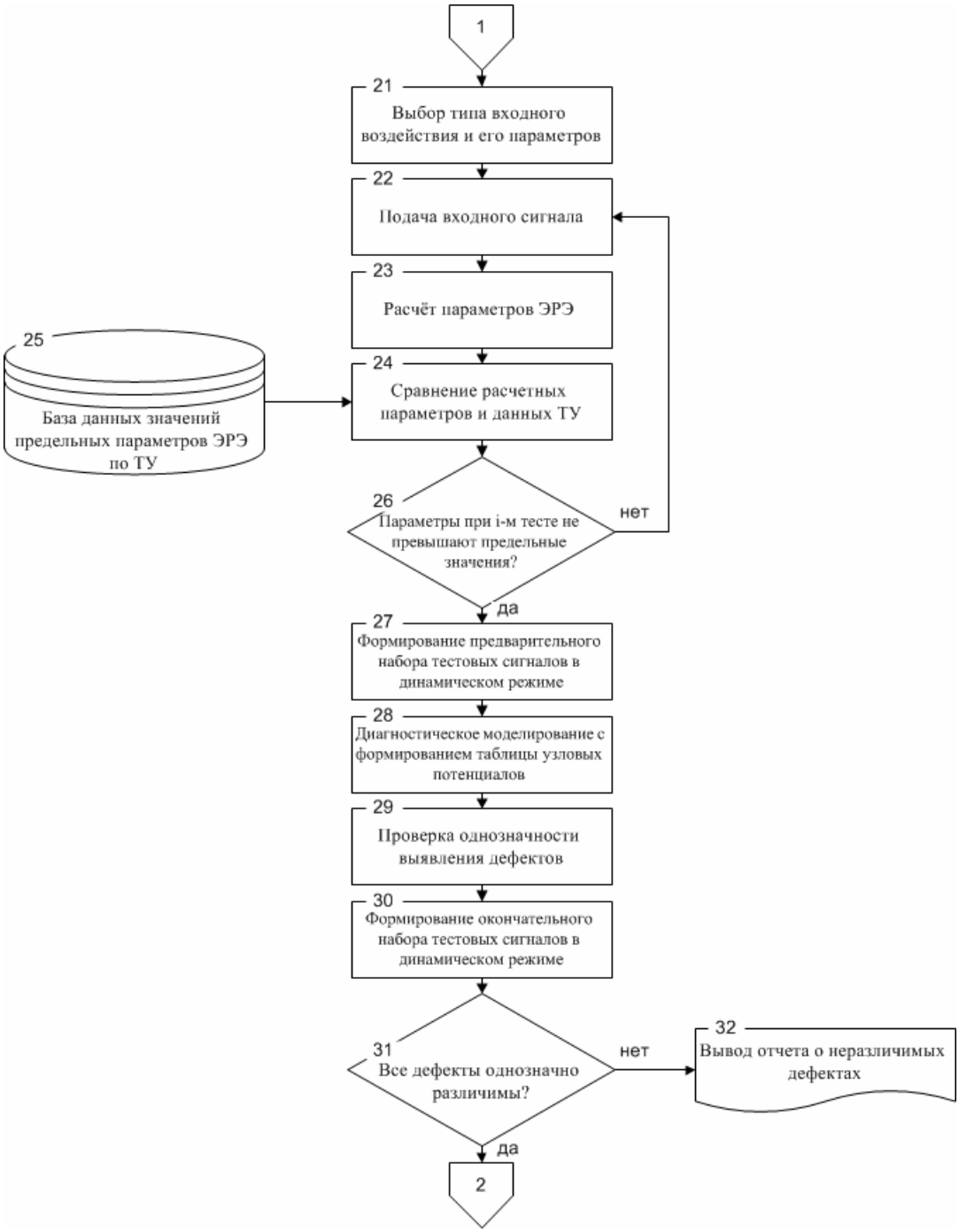

Рис. 1 (окончание). Блок схема алгоритма генерации тестовых воздействий в статическом режиме, частотной области и в динамическом режиме

Нелинейные участки могут быть представлены системой линейных уравнений:

$$\begin{cases} U_{вых_1} = k_1 \cdot U_{вх_1} \\ U_{вых_2} = k_2 \cdot U_{вх_2} \\ \ldots \\ U_{вых_i} = k_i \cdot U_{вх_i} \end{cases},$$

каждое из которых относится к своему «фрагменту» зависимости. Таким образом, участок с нелинейной зависимостью фактически представляется в виде ломаной линии.

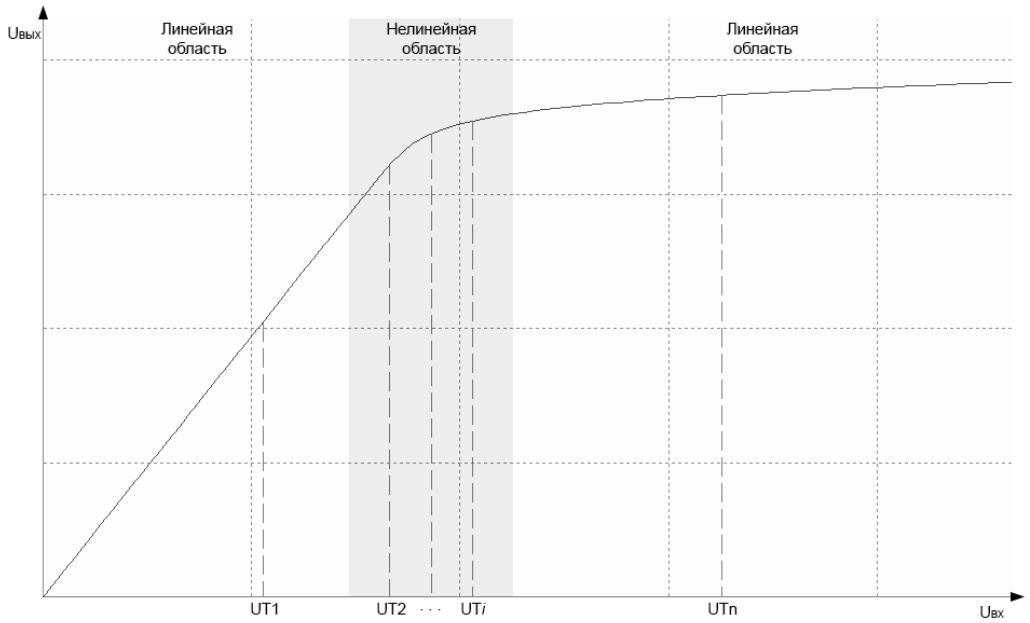

Рис. 2. Типичное расположение линейных и нелинейных областей характеристики вход/выход в статическом режиме

Так как значения передаточного коэффициента k для линейных областей будут равны, то для конкретного участка достаточно выбрать только одно тестовое воздействие.

Для нелинейных областей значение всех k_i различное. Поэтому тестовые воздействия необходимо выбирать с шагом, учитывающим фактические параметры точности контрольно-измерительной аппаратуры.

Анализ различных областей характеристики вход/выход позволяет сформировать предварительный набор тестовых воздействий (блок 7, рис. 1).

Полученное предварительное множество тестовых воздействий необходимо проверить на эффективность специальным критерием. В качестве него может выступать однозначность выявления дефектов, что характеризуется различимостью выходной характеристики в рамках измерительной погрешности. Для проведения данной процедуры необходимо осуществить диагностическое моделирование (блок 8, рис. 1) [7]. Для нее определим набор моделируемых дефектов, а также контрольные точки. В простейшем случае в качестве контрольной точки может быть выбран выход схемы.

Результатом диагностического моделирования является матрица (показана в таблице 1), представляющая собой совокупность значений узловых потенциалов. Ими являются величины напряжений U_{ij} на выходе ЭС при j-ом тестовом входном напряжении U_j и при на-

личии i-*го* дефекта ($i = 0, \ldots, m, j = 0, \ldots, n$). Примем, что $i = 0$ соответствует отсутствию дефектов, т.е. ЭС работает правильно.

Таблица 1

Представление результатов диагностического моделирования электронного устройства

$U_j \setminus U_{ij}$	U_{0j}	U_{1j}	…	U_{mj}
U_1	U_{01}	U_{11}	…	U_{m1}
U_2	U_{02}	U_{12}	…	U_{m2}
…	…	…	…	…
U_n	U_{0n}	U_{1n}	…	U_{mn}

Значения элементов U_{ij} матрицы из таблицы 1 на этапе диагностирования сравниваются с фактически измеренными величинами.

Для проведения проверки однозначности выявления дефектов необходимо попарно сравнить для каждого из m тестовых воздействий (т.е. в каждой строке матрицы) значения U_{ij}, полученные при наличии j-го дефекта в ЭС. По результатам сравнения формируется таблица, в ячейках которой записываются результаты D последовательного попарного сравнения всех значений выходного напряжения для каждого тестового воздействия. В качестве таких результатов указываются «0» (если дефекты i и j однозначно неразличимы) и «1» (если дефекты различимы).

$$D_j^{i-i'} \rightarrow \begin{cases} 0 \text{ при } \Delta U_{ij} \le \varepsilon \\ 1 \text{ при } \Delta U_{ij} \le \varepsilon \end{cases},$$

где ε - погрешность измерения, зависящая от используемого средства измерения.

В качестве примера в таблице 2 приведен вариант, соответствующий для четырем различным видам дефектов.

Таблица 2

Структура данных в таблице для проверки однозначности выявления дефектов

$U_j \setminus i\text{-}i$	**0-1**	**0-2**	**0-3**	**0-4**	**1-2**	**1-3**	**1-4**	**2-3**	**2-4**	**3-4**
U_1	D_1^{0-1}	D_1^{0-2}	D_1^{0-3}	D_1^{0-4}	D_1^{1-2}	D_1^{1-3}	D_1^{1-4}	D_1^{2-3}	D_1^{2-4}	D_1^{3-4}
U_2	D_2^{0-1}	D_2^{0-2}	D_2^{0-3}	D_2^{0-4}	D_2^{1-2}	D_2^{1-3}	D_2^{1-4}	D_2^{2-3}	D_2^{2-4}	D_2^{3-4}
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
U_n	D_n^{0-1}	D_n^{0-2}	D_n^{0-3}	D_n^{0-4}	D_n^{1-2}	D_n^{1-3}	D_n^{1-4}	D_n^{2-3}	D_n^{2-4}	D_n^{3-4}

Количество значений $D_j^{i-i'}$, т.е. число неповторяющихся комбинаций в каждой строке, равно [4]

$$c_{m+1}^2 = \frac{(m+1)!}{2(m-1)!}.$$

Для уменьшения количества тестовых сигналов U_j из первоначального набора выбираются тесты, позволяющие выявить максимальное количество однозначно различимых дефектов [1]. Выбор тестов осуществляется по шагам. На первом шаге выбирается тест, содержащий максимальное количество единиц в строке. Максимальное число единиц может быть равно c_{m+1}^2. Далее выбирается следующий тест, который содержит также максимальное количество единиц в тех ячейках, значения которых на предыдущем этапе равнялись нулю и т.д.

В статическом режиме дефекты реактивных элементов (индуктивностей, конденсаторов) невозможно обнаружить, т.к. характеристика вход/выход рассчитывается без их учета.

Поэтому для диагностирования дефектов схем, содержащих такие компоненты, необходимо моделирование в частотной (блоки 13–19, рис. 1) или во временной (динамической) областях.

В качестве входных тестовых воздействий необходимо подавать сигналы переменного тока с тестовыми частотами в рабочем диапазоне. В частотной области выбор частот гармонических воздействий возможен при рассмотрении передаточной функции схем (блок 15, рис. 1). В числителе передаточной функции (1) стоят нули z_i (частоты входных воздействий, при которых коэффициент передачи равен нулю) - это соответствует нулевому значению выходного гармонического сигнала. В знаменателе передаточной функции (1) стоят ее полюса p_j, которые соответствуют резонансным частотам гармонического воздействия.

Решение поставленной задачи диагностики в частотной области предлагается на основе использования теоремы Сешу и Уоксмэна [14]. При этом рациональная передаточная функция $H(s)$ схемы представляется в виде

$$H(s) = k \cdot \left(\prod_{i=1}^{n_z} (s - z_i) \Big/ \prod_{j=1}^{n_p} (s - p_j) \right), \qquad (1)$$

где z_i, p_j - соответственно нули и полюса передаточной функции, s - комплексная частота.

При резонансах амплитуда выходного сигнала имеет максимум. При этом в процессе диагностирования возможна малая длительность нахождения схемы при максимально нагруженных радиоэлементах. Поэтому целесообразно тестовые частоты f_{t1}, …, f_{t6} входных воздействий выбирать в промежутках между нулями z_i и полюсами p_j передаточной функции (см. рис. 3). В этом случае, по крайней мере, одна тестовая частота f_{t1} должна быть ниже частоты f_1, которая соответствует нулю z_1, а последняя частота (f_{t6} на примере, показанном на рис. 3) должна быть выше максимальной конечной частоты (f_5 на рис. 3).

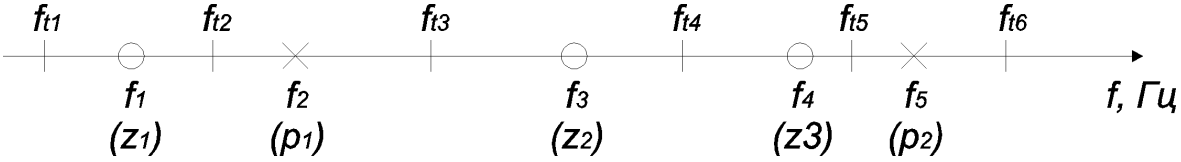

Рис. 3. Иллюстрация выбора тестовых частот

Проверка однозначности выявления дефектов проводится аналогично методике, описанной выше для случая статического режима в ЭС.

Для формирования тестов важным условием является значение амплитуды сигнала, которая должна обеспечивать линейный режим работы схемы. При этом для диагностического моделирования важно, чтобы для однозначности определения дефектов различным их видам соответствовали различные значения амплитуды сигнала.

Если в частотной области не удается набрать необходимое множество тестовых сигналов для диагностирования дефектов реактивных компонентов схемы, то предлагается перейти к исследованиям в динамическом режиме, т.е. во временной области (блоки 21–31 на рис. 1).

Для диагностирования в динамическом режиме тесты выбираются из набора сигналов с использованием соответствующих генераторов. Наиболее распространенным является режим переходного процесса в ЭС при ступенчатом воздействии на входе.

Реакции ЭС на различные воздействия дают различные уровни откликов, что с различной степенью точности позволяют отражать влияние имеющихся дефектов. Наилучшие результаты дают воздействия, вызывающие большие отклонения выходного напряжения от тех значений, которые имеют место в ЭС без наличия дефектов.

Диагностирование устройства обычно проходит в тестовом режиме, который соответствует рабочему режиму по величине входного напряжения, т.е. $U_{вх} \in [U_{вх}^{\min}, U_{вх}^{\max}]$. Из-

вестно, что в рабочем режиме все элементы должны быть недогружены по сравнению с предельно допустимыми нормами примерно на 30%. [7]. Следовательно, тестовые воздействия при диагностировании могут быть увеличены на 25-30%, что будет способствовать более напряженной работе устройства, и скрытые дефекты проявятся с больше*е*й вероятностью. Дополнительная нагрузка проводится для электрорадиоэлементов с учетом критичности их параметров (блоки 23 – 24, рис. 1) [3]. Например, для постоянных резисторов критическими параметрами являются номинальная мощность рассеивания и предельное рабочее напряжение, для конденсаторов керамических – рабочее напряжение, для транзисторов биполярных – максимально допустимый ток коллектора.

Для целей диагностирования время переходного процесса разбивается на равные по длительности отрезки, что облегчает настройку процедуры диагностирования, включая обработку полученных динамических процессов [9]. Дальнейший процесс диагностического моделирования и построения таблицы для проверки однозначности выявления дефектов (блоки 27 – 30 на рис. 1) аналогичен действиям в частотной области, описанным выше (блоки 16 – 19 на рис. 1).

Заключение. Предложенный алгоритм предусматривает анализ единственного сигнала, полученного на выходе схемы. В случае, когда отклонение выходного напряжения от бездефектного состояния дает малую однозначность различения дефектов, могут быть проанализированы сигналы в дополнительных контрольных точках (внутренние узлы схемы).

Описанный алгоритм положен в основу методики диагностического исследования линейных аналоговых ЭС, реализованных как на дискретных компонентах, так и в микросхемном исполнении - включая вариант «системы на кристаллах» [8].

Список литературы

1. Брумштейн Ю. М., Тарков Д. А., Дюдиков И. А. Анализ моделей и методов выбора оптимальных совокупностей решений для задач планирования в условиях ресурсных ограничений и рисков / Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2013. № 3. С. 169-179.

2. Затылкин А. В., Леонов А. Г., Юрков Н. К. Управление исследованиями моделей радиотехнических устройств на этапе проектирования / Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2012. № 1. С. 138-142.

3. Иванов И. А., Кошелев Н. А., Увайсов С. У., Пронина И. А., Увайсова С. С. Учет допустимых характеристик электрорадиоэлементов при формировании ограничений на тестовые воздействия / Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2013. Т. 1. С. 491-494.

4. Иванов И. А., Увайсов С. У. Информационная модель процесса проектирования контролепригодных радиоэлектронных средств / Информационные технологии. 2011. № 12. С. 45-47.

5. Исмаил-заде М. Р., Иванов И. А., Увайсов С. У., Тихменев А. Н. Архитектура информационной системы диагностического моделирования / Качество. Инновации. Образование. 2014. № 12 (115). С. 81-87.

6. Камаев В. А., Чивилёв А. Д. Автоматизированный расчет вариантов электрической составляющей электромеханического привода зеркальных антенн / Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2014. № 1. С. 139–148.

7. Кофанов Ю. Н., Сотникова С. Ю., Увайсов С. У. Комплексирование физического и математического моделирования при автоматизации проектирования бортовых электронных средств. – М.: Энергоатомиздат, 2011. – 119 с.

8. Кофанов Ю. Н., Шалумов А. С., Увайсов С. У., Сотникова С. Ю. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств /Под отв. редакцией Ю.Н. Кофанова. – М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2013. – 392 с.

9. Лышов С. М., Иванов И. А., Увайсов С. У. Методика определения порогового значения критерия подобия по экспериментальным характеристикам / Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 2. С. 372-374.

10. Савочкин А. Е. Алгоритмизация работы системы мониторинга и контроля для решения задач идентификации степени повреждения технически сложных объектов / Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2014. № 2. С. 23-35.

11. Старусев А. В. Метод оценки и обеспечения качества испытаний автоматизированных систем / Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2014. № 4. С. 197-204.

12. Тихонов А. Н., Увайсов С. У., Кофанов Ю. Н., Сотникова С. Ю. Повышение достоверности диагностического моделирования в информационной технологии проектирования электронных средств управления // Системы управления и информационные технологии. 2014, №4. С. 88-92.

13. Хацкевич О. П. Использование нелинейностей вход-выходной вольтамперной характеристики электронных схем для подбора тестовых воздействий в статическом режиме. // Радиовысотометрия – 2010: Сборник трудов. / Под ред. А.А. Иофина, Л.И. Пономарева. – Екатеринбург: Форт Диалог-Исеть, 2010. 392 с.

14. Bandler J. W., Salama A. E. Fault diagnosis of analog circuits, Proceedings of the IEEE, 1985, no. 73 (8), pp. 1279-1325.

15. Korbicz J., Koscielny J. M., Kowalczuk Z., and Cholewa W. Fault Diagnosis. Models, Artificial Intelligence, Applications, Springer, Berlin, Germany, 2004, 920 p.

References

1. Brumshteyn Yu. M., Tarkov D. A., Dyudikov I. A. Analiz modeley i metodov vybora optimalnykh sovokupnostey resheniy dlya zadach planirovaniya v usloviyakh resursnykh ogranicheniy i riskov [Analysis of the models and methods of selection of optimal sets of solutions to planning problems in terms of resource constraints and risks]. Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii [Caspian Magazine: Management and High Tehnologies], Astrakhan, 2013, no. 3, pp. 169–179.

2. Zanylkin A. V., Leonov A. G., Yurkov N. K. Upravlenie issledovaniyami modeley radiotekhnicheskikh ustroystv na etape proektirovaniya [Management studies of models of radio devices at the design stage] / Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii [Caspian Magazine: Management and High Tehnologies], Astrakhan, 2012, no. 1, pp. 138–142.

3. Ivanov I. A., Koshelev N. A., Uvaysov S. U., Pronina I. A., Uvaysova S. S. Uchet dopustimyh harakteristik jelektroradiojelementov pri formirovanii ogranichenij na testovye vozdejstvija [Taking into consideration allowable characteristics of the components in forming the restrictions on test impact]. Innovacii na osnove informacionnyh i kommunikacionnyh tehnologij [Innovation on the base of information and communication technologies], 2013, vol. 1, pp. 491-494.

4. Ivanov I.A., Uvaysov S. U. Informacionnaja model' processa proektirovanija kontroleprigodnyh radiojelektronnyh sredstv [Information model of the design process traceable electronic means], Moscow, Informacionnye tehnologii [Information Technology], 2011, no. 12, pp. 45-47.

5. Ismail-Zade M. R., Ivanov I. A., Uvaysov S. U., Tikhmenev A. N. Arhitektura informacionnoj sistemy diagnosticheskogo modelirovanija [The architecture of the information system of the diagnostic modeling], Kachestvo. Innovacii. Obrazovanie. [Quality. Innovation. Education], Moscow, 2014, no. № 12 (115), pp. 81-87.

6. Kamaev V. A., Chivilev A.D. Avtomatizirovanniy raschet variantov elektricheskoy sostavlyauschey elektromechanicheskogo privoda zerkal'nych antenn [Automated calculation of the electrical component of an Electromechanical actuator mirror antennas]. Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii [Caspian Magazine: Management and High Tehnologies], Astrakhan, 2014, no. 1, pp.139–148.

7. Kofanov Y. N., Sotnikova S. Y., Uvaysov S. U. Kompleksirovanie fizicheskogo i matematicheskogo modelirovanija pri avtomatizacii proektirovanija bortovyh jelektronnyh sredstv [The fusion of physical and mathematical simulation to automate the design of airborne electronic means], Moscow, Energoatomizdat, 2011, 119 p.

8. Kofanov Y. N., Shalumov A. S., Uvaysov S. U., Sotnikova S. Y. Informacionnye tehnologii proektirovanija radiojelektronnyh sredstv [Information technologies of radio-electronic means design], Pod otv. redakciej Y.N. Kofanova, Moscow, Nacional'nyj issledovatel'skij universitet "Vysshaja shkola jekonomiki" [National Research University Higher School of Economics"], 2013, 392 p.

9. Lyshov S. M., Ivanov I. A., Uvaysov S. U. Metodika opredelenija porogovogo znachenija kriterija podobija po jeksperimental'nym harakteristikam [The method of determining the threshold value of the

similarity criterion on experimental characteristics], Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma Nadezhnost' i kachestvo [Proceedings of international Symposium on Reliability and quality], 2013, vol. 2, pp. 372-374.

10. Savochkin A. E. Algoritmizatsiya raboty sistemy monitoring I kontrolya dlya resheniya zadach identifikatsii stepeni povrezhdeniya tekhnicheski slozhnikh ob'ektov [Algorithmization of the system of monitoring and control to solve problems identify the extent of damage technically complex objects]. Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii [Caspian Magazine: Management and High Tehnologies], Astrakhan, 2014, no. 2, pp. 23-35.

11. Starusev A. V. Metod otsenki I obespecheniya kachestva ispytaniy avtomatizirovannykh system [Assessment method and quality assurance testing of automated systems]. Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii [Caspian Magazine: Management and High Tehnologies], Astrakhan, 2014, no. 4, pp. 197-204.

12. Tihonov A. N., Uvaysov S. U., Kofanov Y. N., Sotnikova S. Y. Povishenie dostovernosti diagnosticheskogo modelirovaniya v informatcionnoy technologii proektirovaniya [Reliability increase of diagnostic modeling for secondary power supply sources on the basis of the accounting of electrical and thermal processes interrelation]. Sistemi upravleniya I informatsionnie tehnologii [Control systems and information technology], Voronezh, 2014, no. 4, pp. 88-92.

13. Khatskevich O. P. Ispol'zovanie nelinejnostej vhod-vyhodnoj vol'tampernoj harakteristiki jelektronnyh shem dlja podbora testovyh vozdejstvij v staticheskom rezhime [The use of nonlinearities in the input-output voltage characteristics of electronic circuits for the selection of test inputs in the static mode], Radiovysotometrija – 2010: Sbornik trudov [the collection of proceedings], Pod red. A.A. Iofina, L.I. Ponomareva. Fort Dialog-Iset', Ekaterinburg, 2010, 392 p.

14. Bandler J. W., Salama A. E. Fault diagnosis of analog circuits, Proceedings of the IEEE, 1985, no. 73 (8), pp. 1279-1325.

15. Korbicz J., Koscielny J. M., Kowalczuk Z., and Cholewa W., Fault Diagnosis. Models, Artificial Intelligence, Applications, Springer, Berlin, Germany, 2004, 920 p.

УДК 531.31.383+62-752.4

МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ АВТОНОМНОГО ОБЪЕКТА

Лежнин Вячеслав Иванович, кандидат технических наук, директор, ООО «Промтехтранс», 400081, Российская Федерация, г Волгоград, ул им. Ползунова, 4А, e-mail: ii527317@yandex.ru

В статье показано, что изменение скорости автономных объектов (человек, автомобиль, ракета, гиростат и т.д.) вполне объясняется (описывается) исходя из классических законов И. Ньютона. При этом важно (необходимо) учитывать все воздействующие на объект силы - не только активные действующие парные (ньютоновские), но и пассивные (вторичные) силы. Последние представляют собой реакции на действие активных сил, которые в совокупности (в сумме с действующими силами) могут образовывать свободную действующую силу, которая аналогично внешней силе изменяет скорость движения центра масс объекта. Проведенный в статье параллельный анализ изменения скорости автономных объектов с позиций закона сохранения энергии подтверждает изложенную концепцию. При создании на борту автономного объекта динамической опоры в инерциальном пространстве (например, маховика в кардановом подвесе) и специального моментного силового привода, обеспечивающего рациональное управление процессом «отталкивания» масс объекта от указанной динамической опоры, возможно изменение скорости центра масс такого объекта – гиростата за счет сил указанного моментного привода. В свою очередь это позволит обеспечить возможность движения объекта в любой среде, включая космическое пространство.

Ключевые слова: автономные объекты, способы движения, инерциальное пространство, динамическая опора, гиростат, безопорное движение, свободная сила, свободный момент

ПРИКАСПИЙСКИЙ ЖУРНАЛ:
управление и высокие технологии

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

2015
№ 2 (30)

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
Федеральной службы по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия
ПИ № ФС77-31932 от 16 мая 2008 г.

Учредитель
Астраханский государственный университет
Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а

Главный редактор А.П. Лунёв

Редактирование, компьютерная правка *С.С. Кострыкина*
Компьютерная верстка *Н.П. Туркино*й

Адрес редакции: Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а

Дата выхода в свет 03.07.2015

Цена свободная
Ризография. Уч.-изд. л. 16,5. Усл.-печ. л. 23,0.
Формат 70×108 $^{1}/_{16}$. Заказ №3205.
Тираж 500 экз. (первый завод – 30 экз.)

Оттиражировано на базе Издательского дома «Астраханский университет»
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а
Тел. (8512) 48-53-47 (отдел маркетинга), 48-53-41,
48-53-44, тел./факс (8512) 48-53-46
E-mail: asupress@yandex.ru