

# Методология тестирования программного обеспечения расчета и контроля полетного задания

А.А. Ляпин  
АО «ГРЦ Макеева»  
Челябинский государственный университет  
г. Миасс, Россия  
e-mail: lyapin-sasha@mail.ru

## Аннотация<sup>1</sup>

В статье предложена схема проведения автоматизированного исследовательского тестирования программного обеспечения расчета и контроля полетного задания, разрабатываемого в АО «ГРЦ Макеева». Схема тестирования реализована с учетом возможных сбоев в работе тестируемых программных модулей и основана на определении приоритетов исходных данных. Предложен способ определения приоритетов на основе показателя вычислительной устойчивости исследуемых задач. Разработанная схема позволяет уточнить область варьирования исходных данных и тем самым эффективнее использовать отведенное на этап тестирования время и получать качественную оценку работоспособности программного обеспечения расчета и контроля полетного задания.

## 1. Постановка задачи

Программное обеспечение расчета и контроля полетного задания (ПО РКПЗ) является одной из ключевых систем ракетного комплекса и предназначено для подготовки данных для системы управления полетом межконтинентальной баллистической ракеты, спецавтоматики и систем управления отделяемых элементов [1, 2, 3].

ПО РКПЗ состоит из множества взаимосвязанных элементов (программных модулей), разработкой которых занимаются инженеры АО «ГРЦ Макеева» и смежных организаций [3]. Программный модуль (далее ПМ) – функционально завершенная программная реализация частной задачи (алгоритма) РКПЗ. Под исходными данными понимается набор входных параметров программной реализации алгоритма.

С целью обеспечения качества и надежности ПО РКПЗ каждый программный модуль должен быть отлажен, отработан и протестирован в автономном режиме [1, 2, 3].

В текущей работе для отработки и тестирования ПМ из состава ПО РКПЗ предлагается использовать метод автоматизированного исследовательского тестирования [4–10], учитывающий приоритеты исходных данных, построенные на основе показателя вычислительной устойчивости исследуемой задачи.

## 2. Алгоритм исследовательского тестирования

Алгоритм исследовательского тестирования представлен на рис. 1 [1].

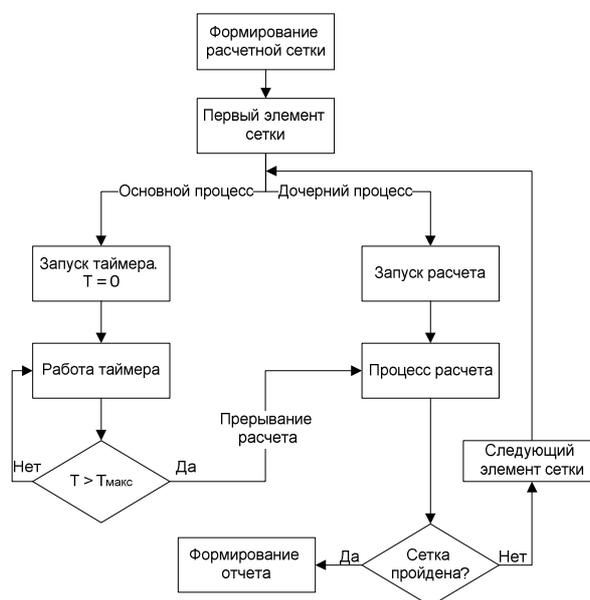


Рис. 1. Алгоритм исследовательского тестирования

Труды Шестой всероссийской научной конференции "Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений", 28-31 мая, Уфа-Ставрополь, Россия, 2018

С целью программной реализации вышеописанного алгоритма было разработано специальное программное средство обработки и тестирования ПМ из состава ПО РКПЗ [11] (далее СПС). СПС представляет собой фреймворк, состоящий из встроенных ПМ (типы встраиваемых ПМ представлены на рисунке 2) и функций их обработки и тестирования.

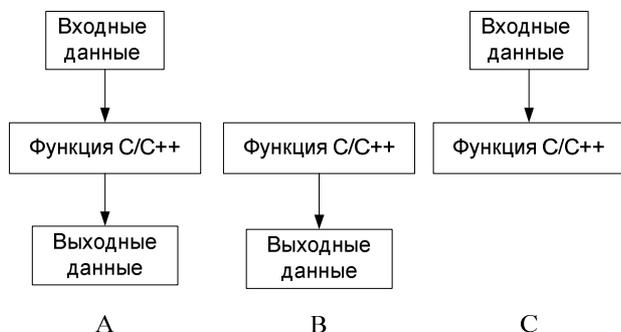


Рис. 2. Типы встраиваемых функций

Как показано на рис. 1, тестирование осуществляется по расчетной сетке, которая представляет из себя  $n$ -мерный параллелепипед с различными вариациями входных параметров. Однако с ростом сложности алгоритма растут временные затраты на тестирование, таким образом важным вопросом является уточнение областей варьирования тестовых данных. В СПС такое уточнение осуществляется за счет построения приоритетов исходных данных.

Для наглядности рассмотрим простой случай, возьмем два входных параметра  $P_1$  и  $P_2$  и один выходной параметр  $V$ . Зададим входным параметрам возмущения соответственно  $\Delta P_1$ ,  $\Delta P_2$ . Тогда используя все возможные комбинации входных параметров мы получим 4 варианта выходного параметра (рис. 3).

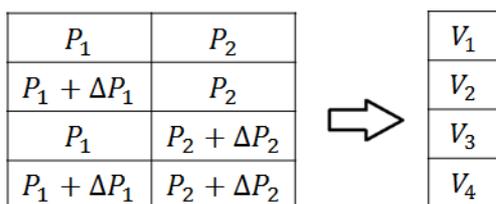


Рис. 3. Возмущения входных параметров

Для построения приоритета ( $C_1$ ) первого параметра разобьем результирующий вектор на группы. Разбиение происходит следующим образом (рис. 4): фиксируются значения всех входных параметров, кроме исследуемого. По каждой из групп параметров находится безразмерная величина  $\sigma_i^j$  характеризующая среднеквадратичное отклонение выходного параметра. Усредненное значение сигма для всех групп и определит приоритет параметра  $C_1$ . Аналогично строится приоритет второго параметра  $C_2$ . Соответственно, чем выше приоритет параметра,

тем больше вариаций строится при построении расчетной сетки.

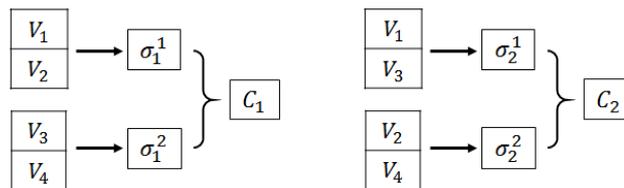


Рис. 4. Построение приоритетов

Расширение до  $n$ -мерного случая показано в [1].

### 3. Результаты применения

Эффективность применения разработанной схемы построения расчетной сетки тестирования покажем в сравнении с равномерной расчетной сеткой (полученной при условии, что все входные параметры имеют одинаковый приоритет). В качестве критерия для сравнения возьмем количество найденных сбоев в работе ПМ.

Тестирование проводилось на 7 ПМ. Для каждого ПМ составлено от 6 до 15 сценариев тестирования.

Результат тестирования можно представить в виде графика (рис. 5). По оси абсцисс расположены ПМ, по оси ординат – количество найденных отказов.

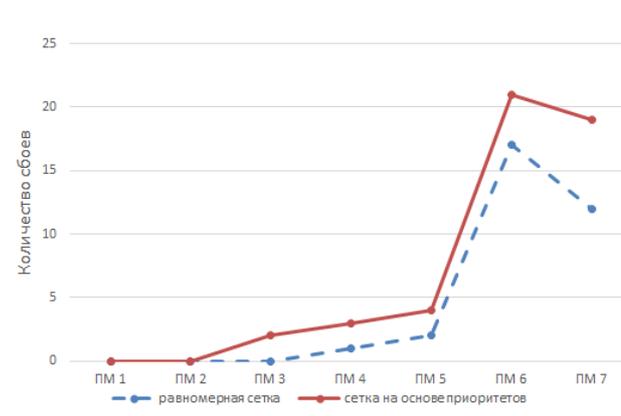


Рис. 5. Построение приоритетов

График показывает, что тестирование по расчетной сетке, сформированной на основе построения приоритетов исходных данных (показано сплошной линией), позволяет отследить большее количество отказов в сравнении с тестированием по равномерной расчетной сетке (показано пунктирной линией). Таким образом, применение рассмотренного алгоритма, позволяет исправить большее количество ошибок на этапе обработки ПМ и тем самым обеспечить его безотказность и надежность.

### 4. Заключение

На текущий момент времени в СПС встроено 14 ПМ. Использование инструмента тестирования для этих ПМ позволило:

- найти пропущенные при сценарном тестировании дефекты (некорректная проверка на диапазоны изменения параметров; некорректное заполнение данных ЧМ; заикливание ПМ с определенными наборами входных данных; некорректные математические операции; отказ в работе ПМ);
- выявить нереализуемые логические ветки алгоритмов и, таким образом, оптимизировать код ПМ;
- определить область применимости ПМ (на основе анализа отказов);
- сформировать дополнительные тест-кейсы для сценарного тестирования;
- проводить регрессионное тестирование, после модернизации или исправления ошибки ПМ;
- оптимизировать рабочее время специалистов (выполнение в фоновом режиме).

### Список используемых источников

1. Ляпин А.А. Тестирование программных модулей расчета и контроля полетного задания на основе построения приоритетов исходных данных // Труды МАИ, 2017, № 97.
2. Ляпин, А.А. Методология тестирования ПО РКПЗ. Материалы XX Юбилейной Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС'2017), 24-31 мая 2017 г., Алушта. – М.: Изд-во МАИ, 2017. 154-156 с. ISBN 978-5-4316-0401-0.
3. Ляпин А.А. Голунов М.С., Технология разработки программного обеспечения расчета и контроля полетного задания для межконтинентальных баллистических ракет. В кн.: V Ежегодный форум: информационные технологии на службе оборонно-промышленного комплекса. Челябинск: Издательство Connect, 17-20 мая 2016. С. 62.
4. James Bach. What is Exploratory Testing? [Электронный ресурс]. URL:[http://www.satisfice.com/articles/what\\_is\\_et.shtml](http://www.satisfice.com/articles/what_is_et.shtml) (дата обращения 17.07.2016).
5. Савин Р. Тестирование Дот Ком, или Пособие по жестокому обращению с багами в интернет-стартапах. — М.: Дело, 2007. — 312 с.
6. Куликов С. С. Тестирование программного обеспечения. Базовый курс: практ. пособие. / С. С. Куликов. — Минск: Четыре четверти, 2015. — 294с.
7. Дастин Э. Автоматизированное тестирование программного обеспечения: внедрение, управление и эксплуатация. / Э. Дастин, Д.Рэшка, Д. Пол / Пер. с англ. – Издательство «ЛОРИ», 2003, ISBN 5-85582-186-2.
8. Бейзер Б. Тестирование черного ящика. Технологии функционального тестирования программного обеспечения и систем. – СПб.: Питер, 2004 – 318 с.: ил., ISBN 5-94723-698-2.
9. Котляров В.П. Основы тестирования программного обеспечения: Учебное пособие / В.П. Котляров, Т.В. Коликова – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 285 с.: ил. (Серия «Основы информационных технологий».), ISBN 5-9556-0027-2 (ИНТУИТ), ISBN 5-94774-406-4 (БИНОМ. ЛЗ).
10. Блэк Р. Ключевые процессы тестирования. Издательство Лори, 2006, 544с.
11. Программа VTesting: программа для ЭВМ №2017664117 / А.А. Ляпин; правообладатель: Акционерное Общество «Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева» (RU). Зарегистрировано 18.12.2017.