

СТАТЬИ

УДК 004.04

**СРЕДСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОИСКА
НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ИЗДЕЛИЯХ
ЭЛЕКТРОННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ****Букарев А.В.***ФГАОУ ВО Национальный исследовательский университет**«Московский институт электронной техники», Москва, e-mail: anton@bukarev.org*

В статье описывается разработка и применение метода распределенного запуска тестовых сценариев с помощью технологии вызова удаленных процедур для автоматизированного выявления и устранения неисправностей в программном обеспечении устройств электронной техники. Главная цель исследования – интегрировать этот метод в процессы предпроизводственного тестирования для повышения качества и надежности электронных устройств. Представленный метод позволяет централизованно управлять процессами тестирования на различных удаленных устройствах, используя облачные технологии для эффективной координации и синхронизации. Исследование показало, что представленный метод значительно увеличивает скорость и точность обнаружения ошибок в ПО, снижая при этом временные и ресурсные затраты. Это достигается за счет автоматизации процессов и универсальности метода, который можно применять на различных платформах и в разных условиях без необходимости дополнительной настройки. По сравнению с традиционными методами тестирования, метод распределенного запуска демонстрирует значительное сокращение времени, необходимого для обнаружения и устранения неисправностей. Применение метода распределенного запуска не только улучшает качество и надежность электронной техники, но и вносит вклад в повышение эффективности производственных процессов. Эти результаты предоставляют ценные перспективы для дальнейшего развития и совершенствования методов автоматизированного тестирования в сфере электронной техники.

Ключевые слова: автоматизированный поиск неисправностей, тестирование электронной техники, улучшение качества продукции, эффективность тестирования, автоматизированное тестирование

**TOOLS FOR AUTOMATED FAILURE FINDING
IN ELECTRONIC PRODUCTS****Bukarev A.V.***National Research University of Electronic Technology, Moscow, e-mail: anton@bukarev.org*

The article describes the development and application of a method for distributed launching of test scenarios using remote procedure call technology for the automated detection and rectification of faults in the software of electronic devices. The primary goal of the research is to integrate this method into pre-production testing processes to enhance the quality and reliability of electronic devices. The introduced method allows for centralized management of testing processes across various remote devices, utilizing cloud technologies for efficient coordination and synchronization. The study demonstrates that the introduced method significantly increases the speed and accuracy of detecting software errors, while concurrently reducing time and resource expenditures. This is achieved through the automation of processes and the versatility of the method, which can be applied across various platforms and in different conditions without the need for additional adjustments. Compared to traditional testing methods, the distributed launching method shows a substantial reduction in the time required to detect and rectify faults. The application of the distributed launching method not only improves the quality and reliability of electronic devices but also contributes to enhancing the efficiency of manufacturing processes. These outcomes offer valuable insights for the further development and refinement of automated testing methods in the field of electronic technology.

Keywords: automated fault detection, testing of electronic equipment, improvement of product quality, testing efficiency, automated testing

В современном мире изделия электронной техники (ИЭТ) занимают ведущие позиции в повседневной жизни людей. От смартфонов и ноутбуков до бытовой техники и развлекательных систем – все эти устройства стали неотъемлемой частью нашего быта. С учетом их значимости вопрос качества и надежности этих устройств выходит на первый план для производителей и потребителей. Однако, учитывая сложность и многофункциональность современной электронной техники, риск возникновения неисправностей в ПО этих устройств остается высоким.

Проблема обнаружения и устранения неисправностей в ПО до запуска производства представляет собой значительный технический и экономический вызов. Традиционные методы тестирования часто требуют значительных временных и ресурсных затрат и не всегда эффективны в условиях быстро меняющихся требований и постоянного обновления оборудования [1].

В связи с этим разработка новых методов автоматизированного поиска и устранения неисправностей в устройствах электронной техники становится актуальной задачей. Новые методы должны обеспечивать

не только высокую точность и скорость обнаружения проблем, но и быть гибкими, чтобы адаптироваться к различным типам устройств и условиям их эксплуатации.

Цель исследования состоит в разработке и апробации метода автоматизированного поиска неисправностей в устройствах электронной техники. В рамках исследования особое внимание уделяется созданию методики, которая может быть эффективно интегрирована в процессы предпроизводственного тестирования для минимизации вероятности брака и повышения общего качества конечной продукции.

Ключевые задачи исследования включают в себя:

- Разработка методики автоматизированного поиска неисправностей, позволяющей определять и устранять потенциальные проблемы в ПО устройств электронной техники до начала их массового производства.

- Интеграция этой методики с существующими системами тестирования, что позволяет ускорить процесс обнаружения неисправностей без необходимости вносить значительные изменения в существующую инфраструктуру.

- Проведение серии экспериментов и имитационного моделирования для проверки эффективности разработанной методики, демонстрируя ее применимость и эффективность в реальных условиях.

Достижение данной цели позволяет не только улучшить качество продукции, но и сократить время и затраты, связанные с процессом тестирования, а также повысить общую надежность и долговечность устройств электронной техники, что, в свою

очередь, приносит значительные экономические преимущества как для производителей, так и для конечных пользователей.

Материалы и методы исследования

Основой исследования является разработка и применение MP3 RPC – метода распределенного запуска тестовых сценариев с использованием технологии вызова удаленных процедур (RPC). Данный метод включает контроль процесса поиска неисправностей на удаленных устройствах с помощью специально разработанного диспетчера задач, общая схема метода представлена на рис. 1.

Для обеспечения эффективного обмена данными между устройствами и диспетчером задач, на устройствах, размещенных в облачных сервисах, устанавливается специализированный модуль – диспетчер задач, позволяющий централизованно управлять процессами тестирования и обеспечивать их синхронизацию, а генерация модуля для запуска тестов и программной оболочки тестируемой библиотеки выполняется автоматически за счет использования заранее подготовленных элементов программного кода, что позволяет создать совместимый интерфейс для каждой библиотеки, значительно экономя время на подготовку и исполнение процесса поиска неисправностей.

Применение кроссплатформенного подхода в описании тестовых сценариев обеспечивает их универсальность и возможность исполнения данного метода на различных платформах без необходимости дополнительной адаптации (рис. 2).

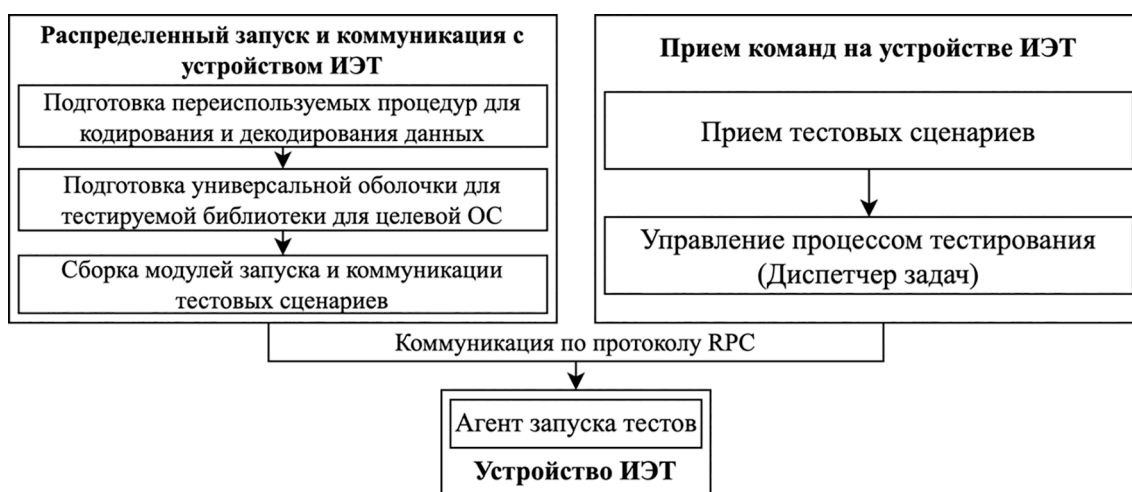


Рис. 1. Схема метода распределенного запуска тестовых сценариев с использованием технологии вызова удаленных процедур (MP3 RPC)

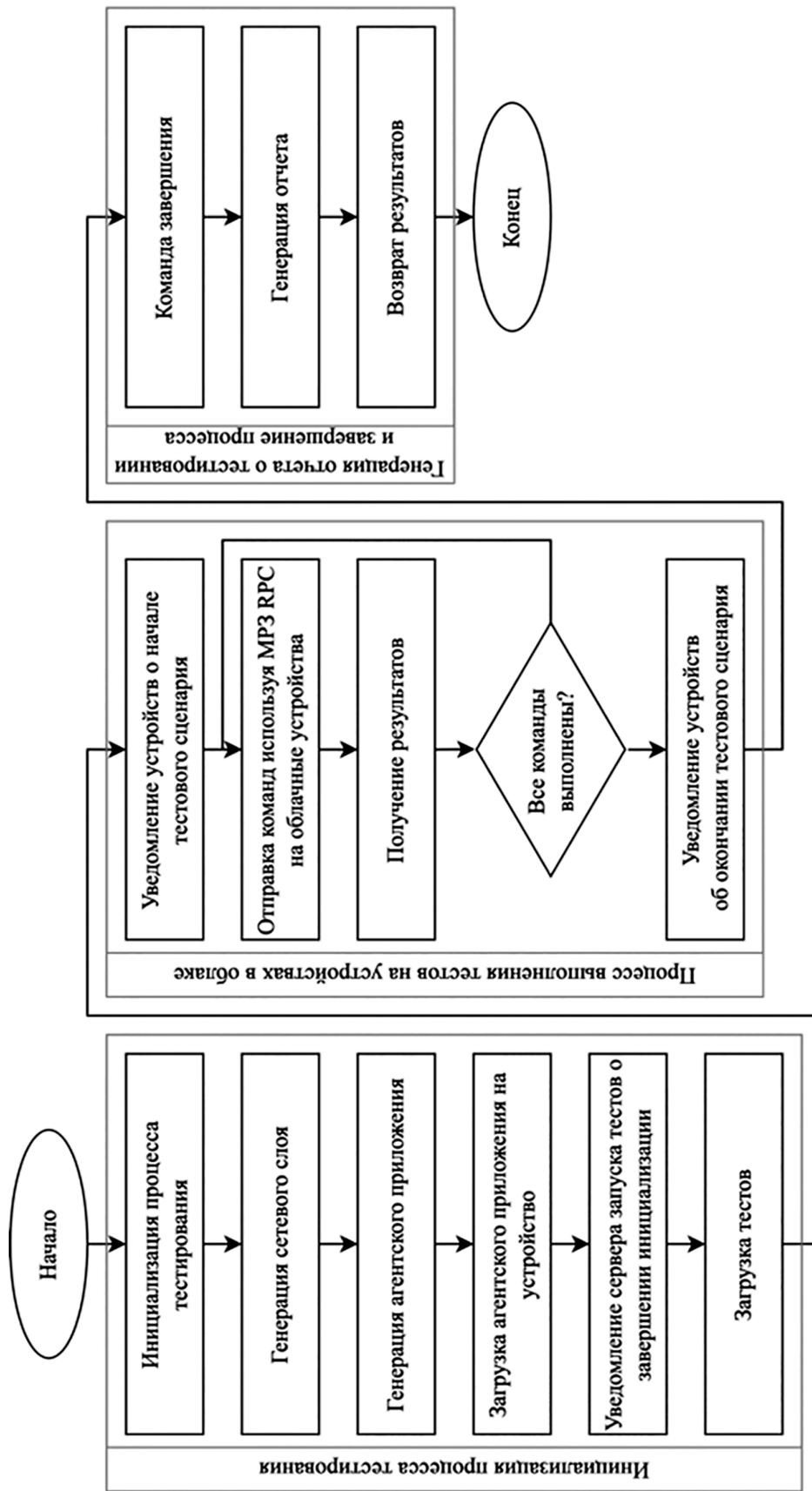


Рис. 2. Схема алгоритма автоматизации поиска неисправностей в устройствах ИЭТ

Использование облачных сервисов позволяет распределять нагрузку тестирования между географически распределенными устройствами ИЭТ. Это позволяет исключить потребность в хранении, администрировании и физическом подключении устройств на локальном уровне, тем самым снижая трудозатраты и повышая эффективность процесса тестирования [2].

Данные средства в совокупности обеспечивают комплексный и эффективный подход к автоматизированному поиску неисправностей в устройствах ИЭТ.

Имитационное моделирование процесса тестирования

Перед применением метода МРЗ RPC необходимо произвести моделирование существующего процесса для определения наиболее трудозатратного шага тестируемого ПО [3]. Для этого процесс тестирования можно представить в виде направленного графа, частный случай которого изображен на рис. 3.

Декомпозиция процесса тестирования позволяет вычислить характеристики каждого этапа, представленного в виде отдельного блока. Для вычисления характеристик каждый этап можно представить в виде элементов каскада системы массового обслуживания. При этом у каждого этапа свой набор входных и выходных характеристик, таких как число тестируемых функций тестируемого ПО, число моделей устройств ИЭТ для поиска неисправностей, максимальное количество одновременно тестируемых устройств, максимальное количество инженеров, количество циклов моделирования, характеризуют диагностируемое ПО ИЭТ и параметры команды разработчиков. Входные данные используются для запуска цикла моделирования, результатом которого являются временные характеристики шагов тестирования. Временные характеристики используются для предварительного анализа плана тестирования, в результате которого тестирование может быть запущено или скорректирован изначальный план тестирования и проведен дополнительный цикл моделирования.

Первоначальный этап тестирования включает разработку тестовых сценариев, охватывающих различные функции и аспекты программного продукта для проверки. Каждый сценарий охватывает множество тестовых сценариев, описывающих все потенциальные состояния ПО. Создание сценариев происходит как с использованием формальных, так и неформальных подходов [4].



Рис. 3. Представление основных этапов процесса тестирования ПО ИЭТ

Второй этап состоит из разработки тестов на основе сценариев. Это включает написание кода тестов на выбранном языке программирования, подготовку тестовых данных, выполнение тестов на ПО и фиксацию результатов.

Третий этап – это подготовка ПО к тестированию в облачной среде, включающая загрузку ПО на облачную платформу, создание виртуальных машин для тестирования и настройку облачной среды для тестирования на устройствах разного типа.

Четвертый этап заключается в запуске тестовых сценариев на устройствах в облаке, что может занимать значительное время в зависимости от количества тестов и используемых устройств.

Пятый этап – это анализ результатов тестирования, включая составление отчетов об обнаруженных ошибках и проблемах. Результаты могут быть визуализированы в графическом формате.

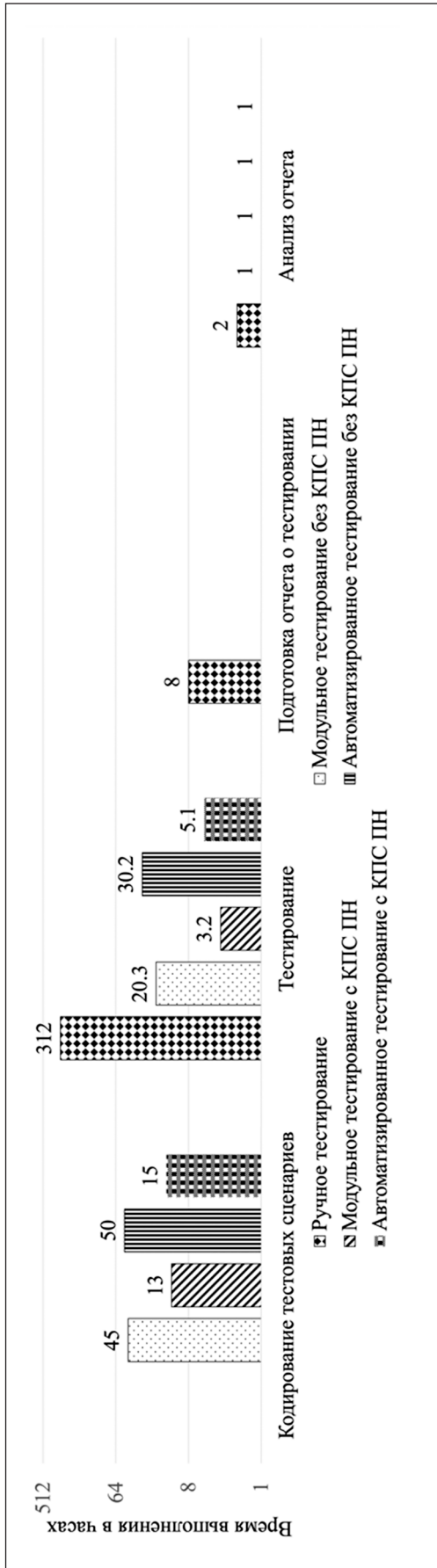


Рис. 4. Результаты измерения времени выполнения этапов поиска неисправностей ПО

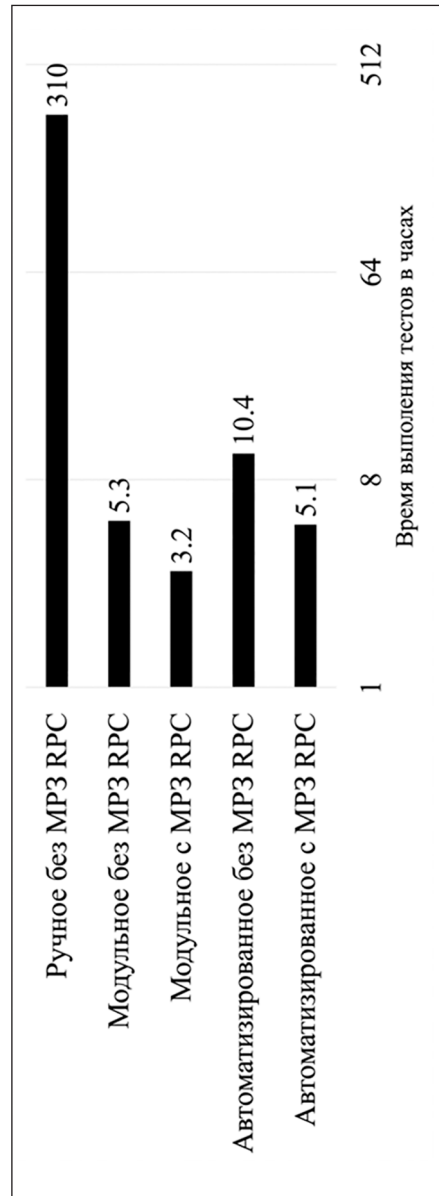


Рис. 5. Результаты измерения времени поиска неисправностей с использованием MP3 RPC

Применение теории графов к шагам тестирования позволяет выявлять и исправлять неэффективные моменты, например определяя и оптимизируя самые времязатратные узлы, ускоряя весь процесс тестирования [5, 6]. Такое представление упрощает понимание и визуализацию взаимосвязей и зависимостей, способствуя оптимизации процесса тестирования и улучшению процесса разработки ПО.

Результаты исследования и их обсуждение

Основываясь на серии экспериментальных исследований и имитационном моделировании, установлено, что внедрение МРЗ RPC оказывает существенное влияние на ускорение процессов обнаружения и устранения неисправностей в программном обеспечении устройств.

Одним из ключевых выводов стало то, что использование МРЗ RPC позволило сократить временные затраты на тестирование и поиск ошибок в ПО в сравнении с традиционными подходами. Это особенно заметно при сравнении эффективности модульного и автоматизированного подходов к тестированию, результаты замеров которых представлены на рис. 4. Автоматизированный метод, в основе которого лежит применение разработанного подхода, продемонстрировал значительное превосходство в плане сокращения времени, необходимого для обнаружения и устранения неисправностей.

Анализ временных затрат показал, что наиболее времязатратными являются этапы кодирования и тестирования. Однако, благодаря автоматизации и унификации процессов, внедренных в рамках МРЗ RPC, время, затрачиваемое на эти этапы, значительно сократилось. Это стало возможным благодаря применению автоматической генерации тестовых сценариев и использованию облачных сервисов для распределения нагрузки тестирования, результаты которого представлены на рис. 5.

Из результатов, представленных на рис. 5, видно, что использование МРЗ RPC позволяет ускорить процессы поиска неисправностей на 60% для модульного тестирования и на 50% для автоматизированного тестирования, что свидетельствует о значительном улучшении эффективности по сравнению с традиционными методами тестирования.

Моделирование различных сценариев тестирования позволило оценить потенциальные риски и оптимизировать процессы поиска и устранения неисправностей до запуска тестирования на устройствах, что позволяет минимизировать риски выхода за пределы сроков разработки проектов,

что является критически важным для бизнес-составляющей проектов и для обеспечения высокого качества и надежности устройств электронной техники.

Результаты исследования подтвердили, что МРЗ RPC имеют огромный потенциал в повышении эффективности производственных процессов и улучшении качества конечной продукции в сфере электронной техники.

Выводы

В результате исследования применения МРЗ RPC для тестирования ПО ИЭТ сделаны следующие выводы:

- Метод МРЗ RPC демонстрирует значительное улучшение в тестировании и устранении неисправностей в ПО ИЭТ. Автоматизация тестирования с помощью данного метода приводит к значительному сокращению времени, необходимого для обнаружения и исправления ошибок.

- Использование МРЗ RPC позволило сократить временные затраты на тестирование и поиск неисправностей ПО ИЭТ, что является ключевым фактором в повышении эффективности производственных процессов.

- МРЗ RPC позволяет применять его к устройствам разных типов и проводить кроссплатформенное тестирование, что снижает затраты на разработку, так как не требуется разработка индивидуальных решений под каждый тип устройств.

- Предложенный метод позволяет сократить время и ресурсы, необходимые для тестирования и устранения неисправностей, что, в свою очередь, снижает затраты для производителей и повышает их конкурентоспособность на рынке.

Список литературы

1. Филиппов В.А., Хатько В.А. Проблемы качества тестирования программного обеспечения для мультизадачных пользовательских комплексов // Качество. Инновации. Образование. 2011. № 3 (70). С. 32–35.
2. Веселов В.Ф., Гагарина Л.Г. Эмулятор вычислительного устройства с абсолютной точностью вычислений // Системы компьютерной математики и их приложения. 2022. № 23. С. 70–78.
3. Паршина И.С., Фролов Е.Б. Разработка цифрового двойника производственной системы на базе современных цифровых технологий // Экономика промышленности. 2020. Т. 13, № 1. С. 29–34.
4. Полевщиков И.С., Чирков М.С., Леванов А.В. Автоматизированная система разработки тест-планов при проведении тестирования программного обеспечения // Инженерный вестник Дона. 2019. № 8. С. 212–219.
5. Тютюных А.А., Полевщиков И.С. Разработка автоматизированной системы управления процессом тестирования программного обеспечения // Автоматизированные системы управления и информационные технологии: материалы всероссийской научно-технической конференции. 2018. Т. 1. С. 104–109.
6. Филиппов В.А., Хатько В.А. Проблемы качества тестирования программного обеспечения для мультизадачных пользовательских комплексов // Качество. Инновации. Образование. 2011. № 3 (70). С. 32–35.