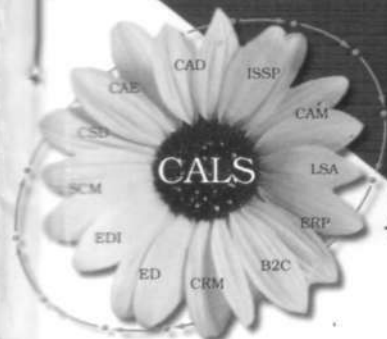


# КАЧЕСТВО ИННОВАЦИИ ОБРАЗОВАНИЕ

№3  
2011



журнал в журнале

КАЧЕСТВО и ИПИ (CAL S)-технологии

[www.quality-journal.ru](http://www.quality-journal.ru)

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР  
ОБЪЕДИНЕННОЙ РЕДАКЦИИ  
Азаров В.Н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Алешин Н.П., Бойцов Б.В., Бородулин И.Н.,  
Быков Д.В., Васильев В.А., Васильев В.Н.,  
Викторов А.Д., Домрачев В.Г., Жичкин  
А.М., Журавский В.Г., Карабасов Ю.С.,  
Карцев Е.А., Кирилюк А.А., Кондрашов  
П.Е., Кортон С.В., Кофанов Ю.Н., Кеменов  
В.Н., Лопота В.А., Леохин Ю.Л., Львов Б.Г.,  
Малышев Н.Г., Марин В.П., Митрофанов  
С.А., Мищенко С.В., Неволин В.Н., Олей-  
ник А.В. (зам. главного редактора), Патраков  
Н.Н., Петров А.П., Рапопорт Б.М., Сергеев  
А.Г., Скуратов А.К., Смакотина Н.Л.,  
Старых В.А., Степанов С.А., Стриханов М.Н.,  
Строитель В.Н., Суворинов А.В. (шеф-  
редактор «Качество и ИПИ (CALS)-техноло-  
гии»), Судов Е.В., Тихонов А.Н., Фирстов  
В.Г., Харин А.А., Харламов Г.А., Храменков  
В.Н., Червяков Л.М., Шленов Ю.В.

ЗАРУБЕЖНЫЕ ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ  
Дикенсон П., Зайчек В., Инья Н.,  
Кэмпбелл Д., Лемайр П., Олфилд Э.,  
Пуинус М., Роджерсон Д., Фарделф Д.

АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ  
109028, Москва, Большой Трехсвятительский  
пер., д. 3/12  
Тел.: +7 (495) 916-28-07, +7 (495) 916-8929,  
факс: +7 (495) 916-8865  
E-mail: quality@miem.edu.ru (для статей),  
pii@miem.edu.ru (по общим вопросам)  
www.quality-journal.ru; www.quality21.ru

УЧРЕДИТЕЛИ

Российский государственный  
университет инновационных технологий  
и предпринимательства (РГУИТП)  
Московский государственный институт  
электроники и математики (МИЭМ)  
МАТИ – «Российский государственный  
технологический университет  
им. К.Э. Циолковского»  
«Европейский центр по качеству»

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА УЧРЕДИТЕЛЕЙ  
Быков Д.В.

ИЗДАТЕЛЬ  
Европейский центр по качеству

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР

Леохин Ю.Л.

АВТОР ДИЗАЙН-ПРОЕКТА

Логинов К.В.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Савин Е.С.

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН  
в Министерстве РФ по делам печати,  
телерадиовещания и средств массовых  
коммуникаций. Свидетельство о регистрации  
ПИ № 77-9092.

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС

в каталоге агентства «Роспечать» 80620, 80621;  
в каталоге «Пресса России» 14490.

ОТПЕЧАТАНО

«Полиграфическая компания "Принтико"», Москва,  
ул. Краснобогатирская, д. 6., www.sts-print.ru

© «Европейский центр по качеству», 2011

Журнал входит в перечень ВАК РФ

Статьи рецензируются

# КАЧЕСТВО ИННОВАЦИИ ОБРАЗОВАНИЕ

Номер 3 (70), март, 2011

Журнал выходит при содействии  
Министерства образования и науки РФ  
Журнал осуществляет информационную  
поддержку научно-технических программ  
и научно-технических мероприятий  
Министерства образования и науки РФ

## СОДЕРЖАНИЕ

### КАЧЕСТВО ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

- И.А. КАЗАКОВА  
Качество образования и система оценивания в России ..... 2
- Н.В. КЛОЧКОВА, В.О. БЕРДИЧЕВСКАЯ  
Перспективы инновационного развития экономики Российской Федерации ..... 6
- И.Б. ТЕСЛЕНКО, Н.В. МУРАВЬЕВА  
Факторы конкурентоспособности инновационной продукции ..... 12
- М.А. РЯЗАНОВ  
Проблемы определения инновационной деятельности: подход к эффективности ..... 17

### ПРОБЛЕМЫ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- О.Н. АНДРЕЙЧИКОВА, Н.В. ЧЕРНЯЕВА  
Оценка технико-экономической ценности изобретений методом  
аналитической иерархии ..... 22

### КАЧЕСТВО И ИПИ(CALS)-ТЕХНОЛОГИИ

#### КАЧЕСТВО: РУКОВОДСТВО, УПРАВЛЕНИЕ, ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- О.Л. МОРОЗОВА, Д.Ю. ЗВОНАРЕВ  
Критериальная модель оперативного управления качеством на малом предприятии ..... 27
- В.А. ФИЛИППОВ, Е.Е. ХАТЬКО  
Проблемы качества тестирования программного обеспечения для мультизадачных  
пользовательских комплексов ..... 32

#### ПРИБОРЫ, МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ

- Л.С. ВОСКОВ, Р.О. КУРПАТОВ  
Сравнительный анализ методов локализации в беспроводных сенсорных сетях ..... 35
- А.В. ЧЕКМАРЕВ  
Модель зрелости управления информационными технологиями в организации ..... 40
- И.В. КРУПНОВ  
Анализ решений в области автоматизации процедуры выборов ..... 50
- Е.Г. ГРИДИНА, Д.С. ЛЫСЕНКО  
Формулы ранжирования поисковых систем Яндекс и Google ..... 55

#### ВНЕДРЕНИЕ ИПИ (CALS)-ТЕХНОЛОГИЙ

- А.В. ГОРДИЕНКО  
Внедрение ERP-систем в вертикально-интегрированных компаниях ..... 60
- А.А. СУХОВ, С.Н. НИКОЛЬСКИЙ  
Организация процесса сопровождения и технической поддержки ИТ-систем ..... 66
- Н.А. МЕШКОВ  
Сущность и генезис проблемно-ориентированных информационно-  
коммуникационных социальных пространств ..... 72

#### ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

- А.В. ГРАФОВ  
Экономическая оценка процессов реструктуризации ломоперерабатывающих  
предприятий в металлургическом комплексе ..... 76

#### КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- Л.М. БАДАЛОВ  
Исследование современных проблем организации управления высокотехнологичным  
производством ..... 79

В.А. Филиппов, Е.Е. Хатько

## ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МУЛЬТИЗАДАЧНЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Проведен сравнительный анализ существующих методов тестирования ПО для мультизадачных пользовательских комплексов (МПК). Дан общий подход к автоматизации тестирования произвольного продукта ПО для МПК. Выбраны три основных программных продукта, позволяющих автоматизировать процессы тестирования ПО для МПК, рассмотрены их возможности и особенности по тестированию ПО. Проведен сравнительный анализ применения программных продуктов, позволяющих автоматизировать процессы тестирования на более чем 10 законченных проектах разработки ПО. Выявлены недостатки этих программных продуктов и сформулированы направления по созданию эффективных автоматизированных алгоритмов тестирования ПО для МПК.

Ключевые слова: качество, автоматизация, тестирование, мультизадачный пользовательский комплекс, программное обеспечение

**М**ультитасковый пользовательский комплекс (МПК) – это система аппаратного и программного обеспечения, совмещающая функции Смартфона и Коммуникатора. Существует широкий класс операционных систем, которые поддерживаются МПК комплексами. Примерами таких систем могут быть: **Symbian OS** (Nokia, Samsung, Sony Ericson), **Windows Mobile** (HTC, T-mobile, Samsung), **Palm OS** (Palm), **Android** (Samsung, LG, Palm).

Проведем оценку эффективности автоматизации тестирования МПК. Тестирование МПК – это, для большинства проектов, ручное тестирование методом черного ящика. Эффективность оценивается покрытием тестами формальных требований спецификации продукта. Поэтому нужно автоматизировать некоторый набор регрессионных тестов, который покрывает требования к наиболее часто используемому функционалу. При написании и выполнении ручных и автоматизированных тестов существуют свои особенности, которые мы будем использовать в дальнейшей оценке. Разработку тестов и проведение тестирования будем оценивать в человеко-часах (чел.-час).

V.A. Filippov, E.E. Khatko

## PROBLEMS OF TESTING QUALITY OF THE SOFTWARE FOR MULTITASK USER COMPLEXES

The comparative analysis of existing testing methods of software for multitask user complexes (MUC) is carried out. The general approach to testing automation of a random software product for MUC is given. Three basic software products, which allow automating testing processes of software for MUC, are chosen and their testing possibilities and features are considered. The comparative analysis of application of software products, which allow automating testing processes, is carried out. Such analysis is made on the basis of more than 10 completed software developing projects. Disadvantages of these software products are revealed and directions for creation of the effective automated algorithms of testing of software for MUC are formulated.

Keywords: quality, automation, testing, multitask user complex, software

Рассмотрим некоторый проект по разработке ПО для МПК. Пусть  $\{\alpha_1, \dots, \alpha_N\}$  – некоторый набор тестов, покрывающих формальные требования спецификации,  $\{\alpha'_1, \dots, \alpha'_K\}$  – некоторое подмножество этих тестов, которое покрывает наиболее часто используемый функционал. Будем считать время разработки  $i$  ручного теста равным  $t_i^{MD}$ . Пусть  $t_i$  – время выполнения  $i$ -го теста, а  $t_i^{AD}$  – время анализа результата прохождения автоматизированного  $i$ -го теста.  $N = |\{\alpha_1, \dots, \alpha_N\}|$ ,  $K = |\{\alpha'_1, \dots, \alpha'_K\}|$ . Пусть  $t_i^A$  – время разработки  $i$ -го автоматизированного теста. Пусть также  $D_M$  – время разработки и выполнения всех тестов без процессов автоматизации  $D_M = \sum_{i=1}^N t_i^{MD} + \sum_{i=1}^N t_i$  (чел.-час). При автоматизации  $K$  тестов, их время разработки и выполнения равно  $\sum_{i=1}^K t_i^A + \sum_{i=1}^K t_i^{AD}$ . После их автоматизации ещё останется  $N - K$  ручных тестов, время работы с кото-

составит  $\sum_{i=K+1}^N t_i^{MD} + \sum_{i=K+1}^N t_i$ ,

$$D_A = \sum_{i=K+1}^N t_i^{MD} + \sum_{i=K+1}^N t_i + \sum_{i=1}^K t_i^A + \sum_{i=1}^K t_i^{AD}, \quad \text{где}$$

$D_A$  – время разработки и выполнения всех тестов, с помощью автоматизации тестов  $\{\alpha_1, \dots, \alpha_K\}$  (здесь время выполнения автоматизированных тестов считаем равным 0). Рассмотрим величину эффективности автоматизации тестирования как отношение времени ручного тестирования и времени тестирования с частичной автоматизацией:

$$Eff = \frac{D_M}{D_A} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i^{MD} + \sum_{i=1}^N t_i}{\sum_{i=K+1}^N t_i^{MD} + \sum_{i=K+1}^N t_i + \sum_{i=1}^K t_i^A + \sum_{i=1}^K t_i^{AD}}$$

После выполнения  $A$  раундов регрессионного тестирования эта формула примет вид:

$$Eff(A) = \frac{\sum_{i=1}^N t_i^{MD} + A \sum_{i=1}^N t_i}{\sum_{i=K+1}^N t_i^{MD} + A \sum_{i=K+1}^N t_i + \sum_{i=1}^K t_i^A + \sum_{i=1}^K t_i^{AD}}$$

Ручной тест – это некоторый набор инструкций, которые нужно выполнить с тестируемой программой, значит  $t_i^{MD}$  – время, затраченное на написание инструкций. Пусть  $t_i$  – время выполнения  $i$ -го ручного теста, оно складывается из времени прочтения и выполнения всех инструкций тестирующим. Для оценки все тесты можно считать одинаковыми, т.е.  $\exists t = t_i = t_i^{MD}$ . Время интерпретации результатов выполнения каждого автоматизированного теста не зависит от самого теста, обозначим его  $t^{AD}$ . Тогда формула примет вид:

$$Eff(A) = \frac{\sum_{i=1}^N t_i^{MD} + A \sum_{i=1}^N t_i}{\sum_{i=K+1}^N t_i^{MD} + A \sum_{i=K+1}^N t_i + \sum_{i=1}^K t_i^A + \sum_{i=1}^K t_i^{AD}}$$

$$= \frac{Nt(A+1)}{(N-K)t + A(N-K)t + Kt^A + Kt^{AD}}$$

$$= \frac{Nt(A+1)}{t(A+1)(N-K) + Kt^A + Kt^{AD}}$$

$t^A$  – среднее время разработки одного автоматизированного теста.

Пусть  $\mu = \frac{t^{AD}}{t}$  ( $\mu \in (0,1)$ ), следовательно

$$\eta(A, \mu) = \frac{N(A+1)}{A(N-K) + N + K\mu}$$

На практике наиболее распространенные значения для  $A$ : 3, 4, 5. Рассмотрим предельный случай:

$$K = N: \eta(A, \mu) = \frac{1+A}{1+\mu}$$

График этой функции в зависимости от  $\mu$  изображен на рис. 1.

Нетрудно увидеть, что при некотором числе регрессионных этапов, общее время автоматизированного тестирования в 1,5-2 раза меньше времени ручного тестирования, даже если время оценки результатов сравнимо со временем разработки ручных тестов ( $Nt^{AD} = Nt^{MD}$ ).

Таким образом, мы видим, что автоматизация тестирования рассматриваемого ПО нужна. Без автоматизации будет тяжело обеспечить необходимое покрытие, а также выполнять регрессионное тестирование и оценивать качество проведенных работ по тестированию.

На сегодняшний день на рынке автоматизации тестирования существует несколько продуктов, позволяющих автоматизировать процессы тестирования рассматриваемого ПО: **Count Down, TestQuest Pro** (TestQuest), **QuickTestProfessional for mobile (HP)**, **Mercury Functional Testing for Wireless** (Mercury). Все эти приложения работают по одному принципу.

1. Устанавливается ПО на настольный компьютер (настольное приложение) и агент (ПО для МПК) на МПК.
  2. Агент позволяет передавать информацию из МПК в настольное приложение.
  3. Настольное приложение позволяет разрабатывать тестовые скрипты, записывая необходимые результаты (информацию о конечном состоянии МПК), и запускать их на выполнение.
  4. В ходе выполнения скриптов информация о текущем состоянии МПК считывается агентом и посылается на настольное приложение.
  5. Настольное приложение сравнивает полученную информацию с записанной и делает вывод о результате выполнения скрипта.
- Рассматриваемые системы обладают существенными недостатками:

- Отсутствие совместимости со всеми операционными системами;
- Ограниченный список поддерживаемых устройств;
- Отсутствие единой метрики качества проведенного тестирования.

Для исследования были взяты программные продукты, позволяющие автоматизировать процессы тестирования ПО для МПК, не имеющие указанных недостатков: **Run-on-Device** (Jamo solutions), **De-**

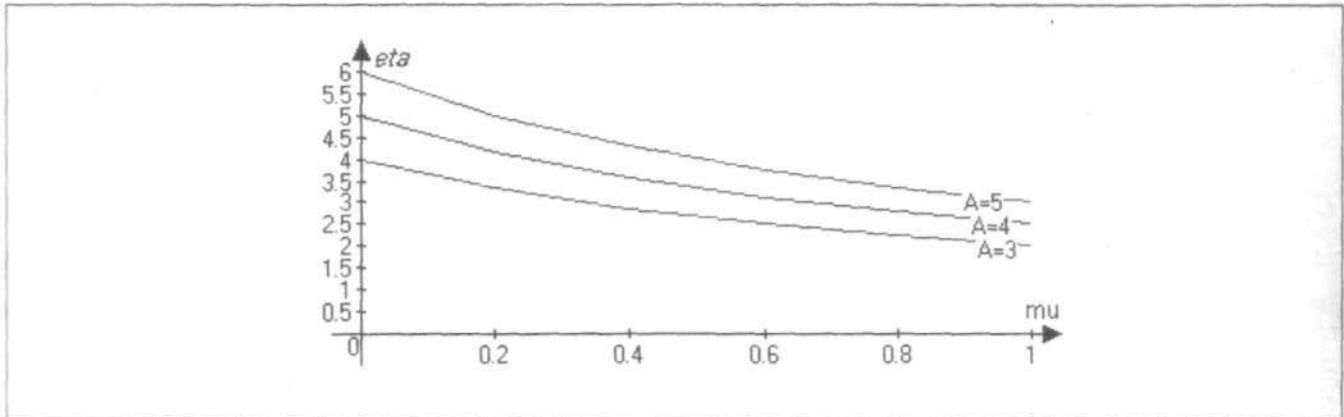
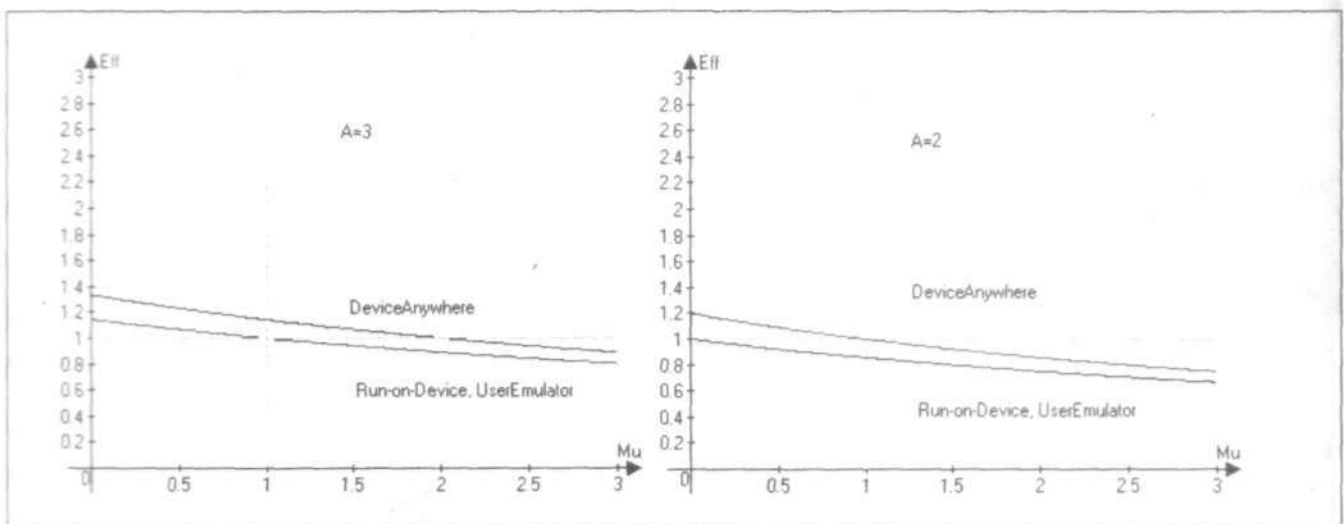
Рис. 1. График зависимости  $\eta$  от  $\mu$ 

Рис. 2. Эффективность автоматизации тестирования

viceAnywhere Automation™ for Smartphones (DeviceAnywhere), UserEmulator (Symbian foundation).

Пусть  $\mu = \frac{t^{AD}}{t}$  ( $\mu > 0$ ). Для оценки примем

$$K = N/2.$$

**Run-on-Device** (Jamo solutions) – запись тестовых скриптов производится на МПК, поэтому можно было бы считать  $t^A = t$ , но инструмент поддерживает лишь 2 из 4 ОС, поэтому при разработке автоматизированных тестов нужно учитывать время портирования (переноса) тестов на другую платформу, т.е.  $t^A = k_1 t$ , где  $k_1$  – количество поддерживаемых платформ (рассмотрим  $k_1 = 3$ ).

$$Eff(A) = \frac{2(A+1)}{A+4+\mu}.$$

**DeviceAnywhere Automation™ for Smartphones** (DeviceAnywhere) – требует интеграции со специальным средством тестирования Desktop-приложений. Это увеличивает время разработки ав-

томатизированных тестов в  $k_2$  раз, где  $k_2$  – коэффициент, характеризующий степень интеграции и квалификацию тестировщика. В результате исследования выявлено что  $k_2 \approx 2$ , тогда:

$$Eff(A) = \frac{2(A+1)}{A+3+\mu}.$$

**UserEmulator** (Symbian foundation) – аналогичен Run-on-Device, но не позволяет задавать контрольные точки проверки результатов выполнения скрипта (checkpoints), поэтому  $\mu \approx 1$ .

Проведя сравнительный анализ по применению рассмотренных программных продуктов, позволяющих автоматизировать процессы тестирования ПО для МПК, более чем на 10-и законченных проектах разработки ПО для МПК, было выявлено, что самые распространенные значения  $A$  – это 2 и 3. Рассмотрим графики зависимости  $Eff(\mu)$  при данных значениях  $A$  (см. рис. 2).

Итак: продукты Run-on-Device и UserEmulator не подходят для тестирования при  $A=2$ , а De-

viceAnywhere не является особо эффективным. При  $A = 3$  значительной эффективности можно достичь при  $\mu \rightarrow 0$  и  $K \rightarrow N$ , т.е. уменьшая время анализа результатов и увеличивая количество автоматизированных тестов.

Таким образом, задача по построению эффективных процедур автоматизации тестирования ПО для МПК сводится к разработке методологии, которая позволила бы:

- Сместить акценты в процессе автоматизации с «интеграции в существующие средства тестирования Desktop-приложений» в сторону автоматизации на целевом устройстве (МПК).
- Разрабатывать тестовые скрипты платформо-независимо.
- Уменьшить время проверки результатов тестирования.

При этом необходимо последовательное выполнение следующих шагов:

- Исследование существующих операционных систем, поддерживаемых МП комплексами.
- Нахождение параметров разработки инструмента

автоматизации, достаточных для устранения рассмотренных недостатков.

- Оценка параметров разработанного инструмента в сравнении с уже существующими решениями.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Канер К., Фолк Д., Нгуен Енг Кек Тестирование программного обеспечения. Фундаментальные концепции менеджмента бизнес-приложений. – М.: ДиаСофт, 2001. 544 с. (ISBN 966-7393-87-9, 1-85032-847-1).
2. Синицын С.В., Налютин Н.Ю. Верификация программного обеспечения. – М.: МИФИ, 2006. 157 с.

*Хатько Евгений Евгеньевич*  
аспирант, Московский Физико-Технический институт  
Evgeniy.khatko@gmail.com

*Филиппов Владимир Александрович,*  
канд. техн. наук, профессор МИЭМ, МФТИ.  
filbob@infoline.su

Л.С. Восков, Р.О. Курпатов

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЛОКАЛИЗАЦИИ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ**

Рассмотрены различные методы определения расстояния между узлами беспроводных сенсорных сетей (IEEE 802.15.4), использующие радиочастотные каналы для передачи сигнала. Исследованы алгоритмы обработки и анализа радиосигналов для каждого метода. Произведен сравнительный анализ методов локализации по ключевым характеристикам: точность, уровень энергопотребления, шумовая характеристика.

Ключевые слова: беспроводная сенсорная сеть, локализация

L.S. Voskov, O.R. Kurpatov

**COMPARATIVE ANALYSIS OF LOCALIZATION METHODS FOR WIRELESS SENSOR NETWORKS**

In this paper considered different ranging methods for localization purpose in Wireless Sensor Networks (IEEE 802.15.4). Researched signal processing and analysis algorithms for each localization method. A comparative analysis of methods carried out on key characteristics: accuracy, energy consumption, noise performance.

Keywords: wireless sensor network, localization

**Введение**

**С**енсорные сети основаны на современных сетевых технологиях и являются продуктом эволюционного развития беспроводных сетей. Их основные элементы – сенсорные микрокомпьютеры, – являясь полностью автономными, умеют автоматически выстраивать распределенную беспроводную сеть и передавать различную информацию от сенсоров путём нахождения друг друга на

расстоянии до нескольких километров. На данный момент большинство производимых сенсоров имеют встроенные акселерометры, датчики температуры, освещенности и влажности. Также они имеют интерфейсы для внешних подключений, что может расширить и без того богатые функциональные возможности этих устройств.

Обладая высоким функциональным потенциалом, сенсорные сети находят все более широкое при-