

УДК 004.519.217

С. А. ЯРЕМЧУК

*Одесский национальный политехнический университет, Украина*

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА И ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

*Предложенная информационная технология объединяет методы оценивания качества и повышения надежности, основанные на зависимости количества дефектов от статической сложности ПО, выраженной посредством метрик. Оценивание качества позволяет рассчитать плотность и степень выявления дефектов на основе использования априорной оценки их количества. Повышение надежности достигается целенаправленным тестированием наиболее дефектосодержащих компонент ПО, на основе использования точных и детальных показателей надежности. Приведена концепция построения и схема работы ИТ. Разработано новое программное средство для расчета показателей надежности. Полученные результаты подтвердили целесообразность использования ИТ в разработке ПО для достижения требуемого качества и надежности.*

**Ключевые слова:** *информационная технология, программное обеспечение, метрики сложности, оценивание качества, повышение надежности.*

### Введение

Масштабы использования человечеством ПО неуклонно растут. Оценки аналитической компании Gartner свидетельствуют, что расходы на разработку и сопровождение ПО в 2013 году составили около 2,8 триллиона долларов, что на 4 % больше, чем в предыдущем году. Одновременно с этим растет зависимость человечества от качества ПО. Много миллиардные убытки, аварии и катастрофы от работы ПО с дефектами вызывают насущную потребность повышения его качества и надежности. Для достижения требуемого качества необходимо его оценивание. Во избежание потерь необходимо повышение надежности ПО путем уменьшения количества не выявленных дефектов. Поэтому задача создания ИТ оценивания качества и повышения надежности ПО является актуальной.

### 1. Мотивация исследований

Согласно современным стандартам, наиболее востребованными показателями качества ПО при его разработке, являются количество дефектов, плотность дефектов, и степень выявления дефектов. Количество дефектов в ПО оценивается при помощи априорных и апостериорных моделей надежности.

Анализ двадцати известных апостериорных моделей в работах [1-3] показал возможность их применения на заключительных этапах разработки, когда временные и финансовые ресурсы уже исчерпаны, а необходимый уровень качества не достигнут

по причине наличия в ПО большого количества не выявленных дефектов. Это приводит к завышению сроков и бюджета разработки, либо выходу на рынок некачественного ПО. Исследования точности моделирования в работах [4-6] показали отсутствие универсальной модели, проблему выбора наиболее подходящей модели, и различную точность оценки моделями.

Исследования априорных моделей и методов, оценивающих количество дефектов в ПО до начала тестирования, в работах [7-10], показали, что наиболее точными являются модели и методы на основе метрик сложности. Они наиболее точны в оценке, достаточно просты в применении, не используют экспертных оценок, поэтому являются наиболее перспективными для исследований, однако нуждаются в повышении точности оценок. В работах [8 - 10] была предложена и исследована модель расчета априорной оценки количества дефектов, использующая линейную зависимость количества дефектов от значений нескольких метрик сложности. Анализ точности оценивания модели показал отклонение оценки от фактического количества дефектов 11%, что на 20% ниже отклонений оценок известных моделей. На основе модели в работе [11] предложен метод оценивания качества посредством расчета плотности, и степени выявления дефектов, позволяющий планировать ресурсы для достижения требуемого качества ПО. В работе [12] предложен метод повышения надежности, использующий комплексную метрику сложности, и обеспечивающий расчет точных и детальных показателей надежности, позволяющих выбирать наиболее дефектосо-

держачие компоненты ПО для целенаправленного рефакторинга и тестирования, выявление большего количества дефектов, и повышение надежности. Каждый из предложенных методов может быть использован в процессе разработки ПО отдельно. Однако наибольшая целесообразность достигается использованием обоих методов в рамках единой ИТ.

Целью работы является достижение требуемого качества и надежности ПО посредством разработки и применения ИТ оценивания качества и повышение надежности.

## 2. Концепция построения ИТ

Концепция построения ИТ, отражающая структуру и составные части, представлена на рис. 1.

Процессы в разработанной ИТ обеспечивает комплекс программных средств, наиболее важными из которых являются программные средства расчета метрик. Их анализ показал, что существует достаточное количество коммерческих и свободно распространяемых программных средств, обеспечивающих расчет метрик для различных структурных компонент ПО – методов, модулей, классов, пакетов классов, подсистем и проекта ПО: Ndepend, Resource Standard Metrics, Eclipse Metrics Plugin, IBM Rational Telelogic Logiscope, и др.

Кроме значений метрик, предложенная ИТ использует количество выявленных дефектов. Эти исходные данные накапливаются в системах управления дефектами. Известны как коммерческие сред

ства IBM Rational ClearQuest, Borland StarTeam, Ticket Tracking, так и свободно распространяемые средства Mozilla Bugzilla, Trac, TUTOS.

Поскольку в ИТ используются значения метрик, и количество дефектов как для разрабатываемого проекта, так и для ранее разработанных проектов, накопленную информацию необходимо сохранять в системах управления версиями ПО: коммерческие системы PVCS Version Manager, Microsoft Visual Source Safe, SoftBench CM, SoftStatic, Development Manager компании Hewlett-Packard, и свободно распространяемые системы RCS, CVS, Subversion, Mercurial, Git, Bazaar.

После получения исходных данных необходим их корреляционный анализ, и расчет коэффициентов модели, которые можно получить программными средствами электронных таблиц.

В рамках ИТ разработано новое программное средство «Оценка показателей качества» (Estimation of quality indicators-EQI), позволяющее рассчитать точные и детальные показатели надежности. Начальная страница интерфейса EQI представлена на рис. 2. Результатный отчет средства EQI содержит следующие показатели, используемые для повышения надежности ПО: степень дефектности кодовой базы, среднее количество дефектов в компоненте, вероятность наличия дефекта, вероятность количества дефектов, оценка количества дефектных компонент, оценка количества дефектов, критерий достижения требуемой надежности при недостаточных ресурсах.



Рис. 1. Концепция построения ИТ

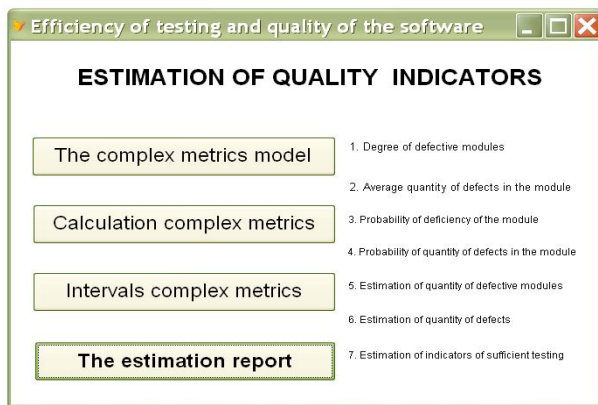


Рис. 2. Начальная страница интерфейса программного средства EQI

Основным методом обмена информации между используемыми ИТ программными средствами является экспорт – импорт данных в стандартных общеизвестных CSV, HTML, XML и TXT форматах.

### 3. Схема работы ИТ

Схема работы ИТ представлена на рис. 3. ИТ состоит из трех функциональных блоков. Функции первого блока реализуются после завершения кодирования до начала тестирования ПО:

1.1. Выбор нескольких ранее созданных программных проектов данного разработчика, анализ наличия и сбор исходных данных.

1.2. Построение и решение системы уравнений для получения коэффициентов модели расчета априорной оценки количества дефектов [8-10].

1.3. Подсчет значений метрик для разрабатываемого ПО.

1.4. Получение априорной оценки количества скрытых дефектов в ПО.

Функции второго блока реализуются на этапах тестирования:

2.1. Выполнение тестирования статистически представительного количества компонент проекта с различными значениями метрик, и количеством дефектов.

2.2. Использование полученных данных для построения комплексной метрики [11].

2.3. Расчет комплексной метрики, разделение диапазона ее значений на интервалы, группировка протестированных компонент по интервалам.

2.4. Подсчет исходных данных для интервалов.

2.5. Расчет статистических и вероятностных показателей надежности для протестированных компонент.

2.6. Поинтервальный подсчет количества тестируемых компонент.

2.7. Расчет детальных оценочных показателей надежности для тестируемых компонент.

Функции третьего блока состоят в принятии, и реализации управленческих решений:

3.1. Расчет и планирование необходимых ресурсов для достижения требуемого качества.

3.2. Оценка показателей, используемых для повышения надежности:

3.2.2. Степень дефектности кодовой базы определяет качество разработанного кода, как низкое, среднее или высокое.

3.2.3. Сортировка компонент в порядке убывания среднего количества дефектов способствует выбору наиболее дефектосодержащих компонент для рефакторинга и первоочередного тестирования.

3.2.4. Вероятность наличия дефектов определяет целесообразность тестирования компонент.

3.2.5. Вероятности количества дефектов информируют о наиболее вероятном количестве дефектов в тестируемых компонентах.

3.2.6. Оценка количества дефектных модулей после окончания тестирования позволяет оценить количество оставшихся компонент с дефектами.

3.2.7. Оценка количества дефектов позволяет после окончания тестирования оценить количество не выявленных дефектов, оценку плотности скрытых дефектов, и степень выявления дефектов.

3.2.8. Выбор компонент для тестирования с целью достижения требуемой надежности и плотности дефектов при недостаточных ресурсах.

3.3. Анализ достигнутой плотности дефектов позволяет принять решение о завершении либо продолжении тестирования.

3.4. Анализ количества не выявленных дефектов позволяет планировать необходимые ресурсы сопровождения, и выпуск обновлений ПО.

3.5. Анализ степени выявления дефектных компонент и дефектов способствует принятию мер для повышения результативности тестирования.

### Выводы

Предложенная ИТ обеспечивает расчет показателей качества и надежности, которые позволяют разработчикам, тест – менеджерам и тестировщикам принимать необходимые меры для достижения требуемого качества и надежности на этапах разработки ПО. Универсальность предложенной ИТ заключается в возможности ее использования в различных моделях процесса разработки ПО. Практическое использование предложенной ИТ израильской софтверной компанией в процессе разработки ПО позволило получить оценку количества дефектов с отклонением 11%. Это обеспечило планирование необходимых ресурсов для достижения требуемого

качества в рамках запланированных сроков и бюджета. Использование показателей надежности компонент позволило выявить и протестировать наиболее дефектосодержащие компоненты, уменьшить количество не выявленных дефектов, и повысить

надёжность на 12%, что свидетельствует о целесообразности использования предложенной ИТ в практике программной инженерии.

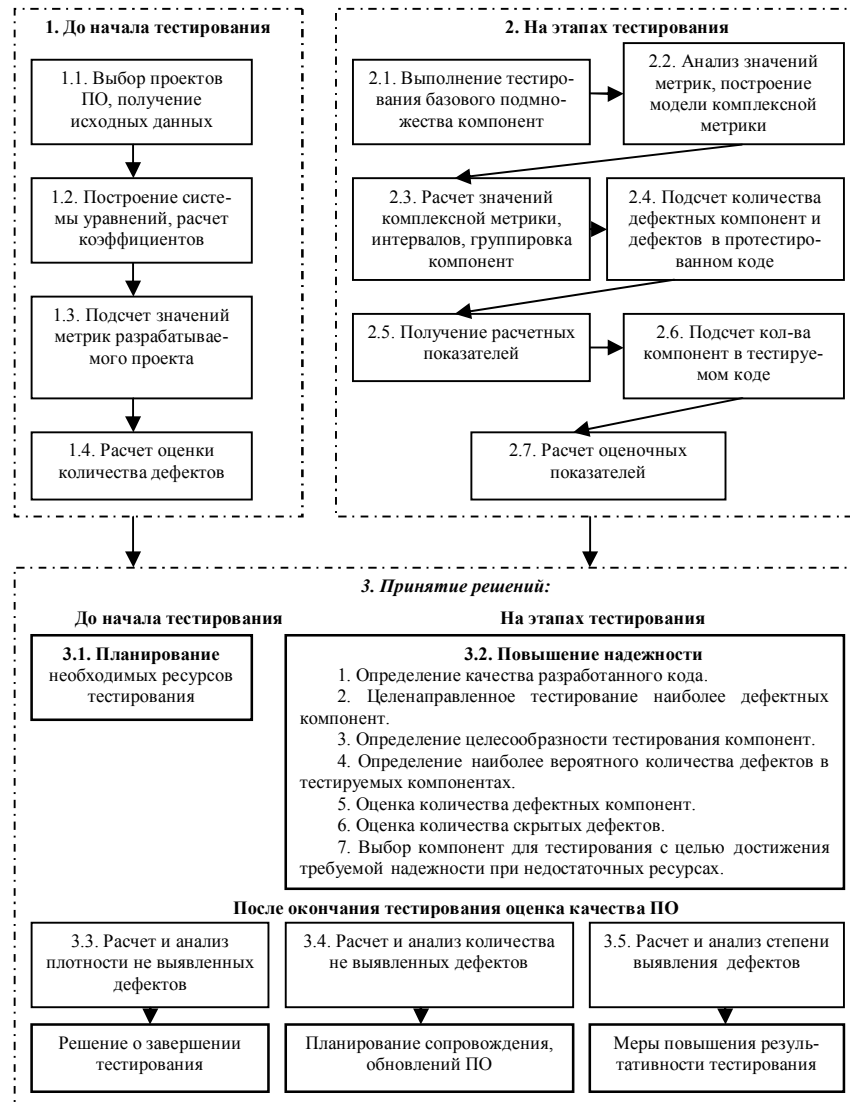


Рис. 3. Схема работы ИТ

## Литература

1. Антоцук, С. Г. Прогнозирование количества ошибок на этапе эксплуатации адаптируемых учетных информационных систем [Текст] / С. Г. Антоцук, Д. А. Маевский, С. А. Яремчук // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2010. – № 6(47). – С. 204 – 210.

2. Маевский, Д. А. Анализ моделей надежности программного обеспечения гарантоспособных информационных систем [Текст] / Д. А. Маевский, С. А. Яремчук // Электротехническое и электрооборудование. – 2010. – № 76. – С. 68 – 79.

3. Антоцук, С. Г. Экспоненциальные модели

надежности и их применимость на различных этапах жизненного цикла программных систем [Текст] / С. Г. Антоцук, Д. А. Маевский, С. А. Яремчук // Электротехнические и компьютерные системы. – 2010. – № 01 (77). – С. 93 – 101.

4. Яремчук, С. А. Аналитический обзор моделей надежности программных средств гарантоспособных информационных систем [Текст] / С. А. Яремчук // Электротехнические и компьютерные системы. – 2011. – № 02 (78). – С. 109 – 116.

5. Маевский, Д. А. Сравнительный анализ моделей надежности программного обеспечения на этапе эксплуатации [Текст] / Д. А. Маевский, С. А. Яремчук // Тр. Одес. политехн. ун-та. – 2011. – Вып. 1(35). – С. 82 – 85.

6. Маєвський, Д. А. Перехідні процеси в лінійних системах та моделювання надійності програмного забезпечення [Текст] / Д. А. Маєвський, С. О. Яремчук // Зб. Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. – 2011. – Вип. 1. – С. 169 – 172.

7. Яремчук, С. А. Метод оценки количества программных дефектов с использованием метрик сложности [Текст] / С. А. Яремчук // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2012. – № 5(57). – С. 212 – 218.

8. Маевский, Д. А. Оценка количества дефектов программного обеспечения на основе метрик сложности [Текст] / Д. А. Маевский, С. А. Яремчук // Электротехнические и компьютерные системы. – 2012. – № 07 (83). – С. 113 – 120.

9. Маевский, Д. А. Априорная оценка количества дефектов в программном обеспечении информационных систем [Текст] / Д. А. Маевский,

С. А. Яремчук // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2012. – № 4 (56). – С. 73 – 80.

10. Яремчук, С. А. Проблемы априорной оценки показателей надежности гарантоспособных информационных систем критического назначения [Текст] / С. А. Яремчук // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2013. – № 5(64). – С. 414 – 420.

11. Maevsky, D. A. A method of a priori software reliability evaluation [Electronic resource] / Dmitry A. Maevsky, Svetlana A. Yaremchuk, Ludmila N. Shapa // Reliability: Theory & Applications. – 2014. – Vol. 9. – № 1(31). – p. 64 – 72. Access mode: [http://www.gnedenko-forum.org/Journal/2014\\_1.html](http://www.gnedenko-forum.org/Journal/2014_1.html)

12. Маевский, Д. А. Метод вероятностной оценки количества дефектов в программных модулях [Текст] / Д. А. Маевский, С. А. Яремчук // Тр. Одес. политехн. ун-та. – 2013. – Вып. 1(40). – С. 79 – 84.

*Поступила в редакцию 24.02.2014, рассмотрена на редколлегии 24.03.2014*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. О. В. Поморова, Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна.

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ТА ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

*С. О. Яремчук*

Запропонована інформаційна технологія об'єднує методи оцінювання якості і підвищення надійності, які побудовані на залежності кількості дефектів від статичної складності ПЗ, вираженої за допомогою метрик. Оцінювання якості дозволяє розрахувати щільність і ступінь виявлення дефектів на основі використання априорної оцінки їх кількості. Підвищення надійності досягається цілеспрямованим тестуванням компонент ПЗ з найбільшою кількістю дефектів, на основі використання точних і деталізованих показників надійності. Приведена концепція побудови і схема роботи ІТ. Розроблено новий програмний засіб розрахунку показників надійності. Отримані результати підтвердили доцільність використання ІТ в розробці ПЗ для досягнення необхідної якості та надійності.

**Ключові слова:** інформаційна технологія, програмне забезпечення, метрики складності, оцінювання якості, підвищення надійності.

## INFORMATION TECHNOLOGY EVALUATION OF QUALITY AND INCREASE RELIABILITY SOFTWARE

*S. A. Yaremchuk*

The proposed information technology integrates methods for estimating the quality and increase the reliability. The methods are based on the dependence of the number of defects on the static software complexity, which is represented by metrics. Assessing quality allows developers to calculate the density and degree of defect detection. Increased reliability is achieved targeted testing most defective software components. For this are used accurate and detailed records of reliability. The article introduces the concept of construction and operation of IT scheme. A new software tool developed that calculates the reliability indices. The results confirmed the appropriateness of the use of IT in the development of software to achieve the required quality and reliability.

**Keywords:** information technology, the software, complexity metrics, quality estimation, increases reliability.

**Яремчук Светлана Александровна** – аспірантка кафедри ТООЭ Одеського національного політехнічного університету, Одеса, ст. преп. кафедри інформаційних управляючих систем Ізмаїльського інституту водного транспорту, г. Ізмаїл, Одеська область, Україна, e-mail: svetlana397@yandex.ru.