

УДК 519.6:004.415.5

В.Т. ЛАЗУРИК, В.О. МИЩЕНКО

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, Украина

КОНЦЕПЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИ КАЧЕСТВА РАСТУЩЕГО ПАКЕТА ПРОГРАММ RT-OFFICE

Радиационно-Технологический Офис (RT-Office) представляет собой пакет из более, чем дюжины программ, предназначенных для решения научно-технических задач, служащих основой таких радиационных технологий, как стерилизация медицинского оборудования, лекарственных препаратов, продуктов питания и т.п. Программы пакета объединяют общие черты построения, облегчающие расчет параметров соответствующих технологических процессов. Пакет RT-Office используется более чем в 20 компаниях Европы, Азии и Америки. Перспективы поддержки и расширения этого пакета требуют формального оценивания различных видов и сторон его качества. В статье представлена концепция применения подобного оценивания и вытекающие из нее требования к модели качества пакета RT-Office.

Ключевые слова: качество программного обеспечения, компьютерное моделирование, радиационные технологии, метод Монте-Карло, энергетические метрики.

1. Введение и анализ проблемы

Производство наукоемкого программного обеспечения (ПО) не всегда является уделом большой программной индустрии. Низкая (с точки зрения больших компаний) экономическая эффективность производства такой продукции вытекает из объективных причин (многонаменклатурность, невозможность гарантировать выполнение нужных теоретических разработок в заданном темпе, сложность специальной подготовки кадров и т. п.). Образующиеся вследствие этого ниши в производственной системе заполняются обычно небольшими профессиональными коллективами, которые складываются в соответствующей сфере научной или академической деятельности. Профессионализм и узкая специализация таких разработчиков обычно избавляют их от необходимости применения промышленных методов контроля, а качество создаваемой ими продукции вполне удовлетворяет ее пользователей. Однако критичность приложений данного ПО (в управлении, в эксклюзивном анализе данных) и задачи сопровождения (иногда по специфике применений – бессрочного) порождают проблему стандартизации контроля его качества.

Для более предметного рассмотрения проблема должна быть сужена. Данная работа относится к направлению компьютерной реализации математического моделирования и научно-технических расчетов в области дозиметрии ионизирующих излучений на уровне поддержки современных технологий [1,2]. Отчасти использован опыт исследова-

ний, направленных на построение модели качества для ПО компьютерного моделирования электродинамических процессов на основе методов дискретных особенностей [3]. Для этого направления характерно создание многих методов численного моделирования разных процессов, но по близким схемам. Имевшийся опыт позволял предложить замкнутый типовой набор задач и поддерживающих их функций. Это облегчило построение модели внутреннего и внешнего качества данного ПО, согласованной со стандартом ISO 9126. Дело обстоит иначе в случае RT-Office, поскольку речь идет о единой растущей программной системе, призванной целиком или отдельными подсистемами обеспечивать разные рабочие места исследователей, инженеров, технологов.

В статье используется опыт общего анализа стандартов качества ПО [4].

Концепция контроля качества развивающегося наукоемкого пакета программ компьютерного моделирования нова и актуальна. Она применима и к интегрированному в радиационные технологии пакету RT-Office, и к другой аналогичной продукции.

2. Постановка задачи

Целью данной работы является выработка основы модели качества для развиваемых наукоемких систем компьютерного моделирования в области информационной поддержки радиационных технологий, включая пакет RT-Office [2].

Для этого в статье формулируется и обосновывается концепция контроля качества указанного ПО,

разрабатываются требования к модели и метрикам, согласованные с моделями качества руководства IEEE 982 и стандарта ISO 9126 [4].

3. Оценивание процесса разработки пакета при управлении его развитием

Ядро пакета RT-Office обеспечивает собственную операционную среду для поддержки манипуляции данными. Поэтому другие модули пакета при относительно автономной разработке могут в совокупности обслуживать разнообразные технологические последовательности обработки опытных или смоделированных методом Монте-Карло данных. В перспективе это позволяет расширять данный пакет с привлечением других разработчиков. Например, возможна наработка дополнений и альтернатив аспирантами и магистрами под руководством авторов пакета. Привлечение к разработке новых исполнителей требует планирования реализации новых решений на базе оценки сложности и затратности.

Важный аспект надежности для пакета RT-Office - это критичность правильной интерпретации форматов данных и точности их обработки. Учитывая сложность использования в данном круге задач метода Монте-Карло, интерполяций и широкого арсенала математического моделирования, приходим к выводу, что программист должен постоянно удерживать в голове суть сложных алгоритмов. Вероятность ошибок в только что написанном наукоемком коде, является серьезной проблемой, и процесс тестирования-отладки является важнейшей частью трудозатрат при развитии RT-Office. Необходима система относительной априорной и апостериорной оценки дефектности произведенных исходных кодов при их передаче на тестирование.

Необходимо также оценивать характер сбалансированности отдельных модулей и подсистем в отношении соответствия сложности их реализации сложности их спецификаций [5]. В данный момент пакет RT-Office, разработанный на Delphi, включает разные предусмотренные этим языком типы модулей. Каждый из них отражает индивидуальный стиль своего автора. Переходя к плановому расширению с участием значительно большего числа программистов, целесообразно выбрать внутренний стандарт. В качестве критерия такого выбора был бы уместен признак соответствия структуры модулей их наполнению кодом.

Обсужденные требования не могут быть удовлетворены ни LOC-метриками, ни их антагонистами в индустрии - function point метриками [6] (нацеленными на измерение функциональности ПО, инвариантное по отношению к средствам разработки).

Требуемые функции контроля разработки ПО предусмотрены энергетическими метриками [5]. Для

их использования необходимо исследовать сложившийся программный комплекс, разработанный на языке Delphi. Это требует творчества и времени, в частности потому, что полное руководство по СПС и средства автоматизации оценки метрик вполне доработаны только для родственного языка Ада [5].

Была проведена предварительная оценка для программ пакета RT-Office их объемов по Холстеду, объемов разработки, метрики ошибок кодирования, спецификационной энергии, работы программирования. Результаты подтверждают содержательность энергетического анализа как основы метрического контроля процесса развития данного продукта.

Ограничимся примером подсистемы, состоящей из 7 юнитов Delphi, которые при энергетическом анализе, разделяясь на интерфейс и тело, рассматриваются как 14 модулей СПС. Проверим, как соотносится дефектность кода юнита в момент передачи на тестирование (измеренная объективно) и метрика В ошибок кодирования [5]:

$$B = \frac{W_0 + W}{B_0}, \quad (1)$$

где W_0 и W – объем разработки интерфейсной и реализационной части юнита соответственно;

$B_0 = 3000$ бит×символ – минимальный объем по Холстеду для одной ошибки кодирования.

Общим формулам для оценивания объема разработки модуля СПС (которые подробно разъясняются в [5]) в данном случае можно придать вид

$$W_0 = V_0 + \sum_{i=1}^{m_0} V_i, \quad (2)$$

$$W = \bar{V} + \sum_{j=1}^m V_j, \quad (3)$$

где V_0, V_i – холстедовские объемы интерфейсного модуля (interface-часть юнита) и тех m_0 интерфейсных модулей, от которых он зависит;

\bar{V}, V_j – холстедовские объемы реализующего модуля (implementation) с поправкой словаря и тех m интерфейсных модулей, от которых он зависит.

Холстедовский объем, как известно, равен

$$V = V(N, \eta) = N \cdot \log_2 \eta \quad (\text{бит} \times \text{символ}), \quad (4)$$

где N – длина программного модуля по Холстеду в символах (примерно соответствующих лексемам);

η – словарь программного модуля (число разных символов среди N использованных).

$$\bar{V} = V(N, \eta + \bar{\eta}_0), \quad (5)$$

где $\bar{\eta}_0$ – добавка к словарю η тела модуля символов из интерфейсного модуля, которых нет в теле.

Данные и расчет, необходимые для оценки (1) представлены в табл. 1 и 2.

Таблиця 1

Пример метрических оценок интерфейсных модулей СПС RT-Office (интерфейсы юнитов)

Юнит	Brens0	Defa	inelsc	Pilot ca	Target Mon	mcblock0	Main
№	1	2	3	4	5	6	7
N ₀	293	1352	110	100	589	615	904
η ₀	236	191	42	31	169	301	219
V ₀	2310	10254	593	495	4359	5064	7028
зависит от	-	-	-	-	2	1.. 5	2, 6
W ₀	= V	= V	= V	= V	14604	12821	27461

Таблиця 2

Пример метрических оценок реализующих модулей СПС RT-Office (тела тех модулей, что в табл. 1)

№	1	2	3	4	5	6	7
N	2020	2803	3644	2741	8534	18140	1495
η	250	275	384	279	878	1100	239
V	16091	22714	31284	22268	83446	183274	11812
зависит от	-	-	-	-	7	-	4, 5
η + η ₀	453	286	≈ η	≈ η	≈ η	≈ η	≈ η
W	17823	22872	≈ V	≈ V	90374	≈ V	18846
B	6.7	11.0	7.6	10.6	35.0	65.4	15.5

Сведения о начальной дефектности кода модулей RT-Office основаны на журнале времени, потраченного на тестирование-отладку, выполнявшееся двумя сотрудниками. Они до начала метрического оценивания подготовили свое заключение в форме индекса трудности отладки H, приняв за базу сравнения Target_Mon. Из табл. 3 ясно, что сотрудники исходили из возможности суждения о том, что одна работа примерно равна другой или (иначе) больше в пару раз (разрешимость метода не лучше 0.25). Поэтому на самом деле речь идет о классах дефектности с центрами в элементах геометрической прогрессии плюс-минус 0.25 (табл. 4). Если образовать аналогичные классы по метрике (1), то размещение модулей в классах будет аналогично (табл. 4 и 5), а коэффициент корреляции Спирмена равен 0.93 .

Таблиця 3

Индексы трудности отладки для юнитов табл. 1

№	1	2	3	4	5	6	7
H	0.5	0.5	0.5	0.25	1	2÷3	1.25

Однако трудность отладки объясняется, как начальными ошибками кода, так и спецификаций. Польза от метрики (1), которая способна отражать лишь свойства кода, выше в случае такой разработки, в силу которой качество кода и спецификаций между собой связаны. Это вероятно, если наблюдается связь (обычно в форме не более 10-кратного расхождения значений) между метриками E спецификационной энергии и A – работы программирования. Например, для «базового» юнита Target_Mon

$$E_0 + E = 1.31 \cdot 10^7, \quad A_0 + A = 2.44 \cdot 10^7. \quad (6)$$

Таблиця 4

Юниты из табл. 1 в классах по индексу отладки

Класс	1	2	3	4
H	(0;0.25]	(0.25;0.75]	(0.75;1.25]	(1.7;2.3]
№№	4	1,2,3	5,7	6

Таблиця 5

Юниты из табл. 1 в классах по метрике ошибок

Класс	1	2	3	4
B	(3; 13]	(13; 23]	(30; 40]	(65; 75]
№№	1,2,3,4	7	5	6

4. Особенности моделирования внешнего и внутреннего качества ПО RT-Office

Измерять качество в использовании для пакета RT-Office сложно, а внешнее качество может оцениваться раз в несколько лет. Поэтому основным средством контроля за расширением пакета (наряду с рассмотренными выше метриками процесса) должны стать оценки внутреннего качества. Конкретная модель для внутреннего и внешнего качества программ RT-Office будет аналогичной модели [3] с такими изменениями. Первое, веса подхарактеристик внутри характеристик назначать с учетом приоритетов пользователей. Второе, использовать все подхарактеристики согласования, опущенные в [3]. Третье, использовать все метрики стандарта ISO 2196-3 для характеристики сопровождаемости.

Заключение

Указаны и обоснованы требования, позволяющие разработать модель качества для расширяемого пакета программ компьютерного моделирования RT-Office и аналогичных наукоемких систем.

Для этого проекта продемонстрирована валидность метрики ошибок кодирования.

Целесообразно исследовать валидность в проекте RT-Office других метрик продукта и процесса.

Литература

1. Lazurik V.T. Modeling of processes of an irradiation for industrial technologies / V.T. Lazurik, V.M. Lazurik, G.F. Popov, Yu.V. Rogov // *Bulletin of V. Karazin Kharkiv National University*. – 2003. – Vol. 605. – P. 72-89.

2. Lazurik V.T. RT-Office for Optimization of Industrial EB and X-Ray Processing / V.T. Lazurik, V.M. Lazurik, G.F. Popov, Yu.V. Rogov // *Problems of atomic science and technology*. – 2004. – P.186-189.

3. Gahov A.V. The Validation of the Software that Was Developed for Calculations Related to the Design of Antennas / A.V. Gahov, V.O. Mishchenko // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – 2007. – № 6. – С. 180-185.

4. Харченко В.С. Методы моделирования и оценки качества и надежности ПО / В.С. Харченко, В.В. Скляр, О.М. Тарасюк, – Х.:ХАИ, 2004. – 519 с.

5. Мищенко В.О. Энергетический анализ программного обеспечения с примерами реализации для Ада-программ / В.О. Мищенко – Х.:ХНУ им. В.Н. Каразина, 2007. – 119 с.

6. Jones C. Applied Software Measurement. Global Analysis of Productivity and Quality / C. Jones – McGraw-Hill Companies, 2008. – 662 p.

Поступила в редакцию 12.02.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф., вед. научн. сотр. отдела прочности и оптимизации конструкций Е.А. Стрельникова, Институт проблем машиностроения НАН Украины им. А.Н. Подгорного, Харьков, Украина.

КОНЦЕПЦІЯ ТА ГОЛОВНІ ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛІ ЯКОСТІ ПАКЕТУ ПРОГРАМ RT-OFFICE, ЩО МАЄ РОЗВИТОК

В.Т. Лазурик, В.О. Міщенко

Радіаційно-Технологічний Офіс (RT-Office) являє собою пакет з понад дюжини програм, що призначені для вирішення науково-технічних задач, які складають основу таких радіаційних технологій, як стерилізація медичного обладнання, лікарських засобів, продуктів харчування тощо. Програми пакету мають загальні риси побудови, що полегшує розрахунки відповідних технологічних процесів. Модулі пакету знайшли застосування в понад 20 організаціях Європи, Азії та Америки. Перспективи підтримки та розширення цього пакету потребують формального оцінювання різних видів і боків його якості. В статті представлено концепцію застосування подібного оцінювання та вимоги до моделі якості RT-Office, що впливають з концепції.

Ключові слова: якість програмного забезпечення, комп'ютерне моделювання, метод Монте-Карло, енергетичні метрики.

CONCEPTION AND FEATURES OF THE QUALITY MODEL FOR THE GROWING PROGRAM PACKAGE RT-OFFICE

V.T. Lazurik, V.O. Mishenko

Radiation-Technological Office (RT-Office) is the package that provides the decision of base scientific and technical tasks in radiation technological area such as sterilization of medical equipment, medicines, food, etc. The package contains more than twelve programs with common features of construction. RT-Office programs are used in more than 20 companies in Europe, Asia and America. The support and expansion of this package require a formal evaluation of various types and aspects of its quality. The developed concept for an estimation of quality of RT-Office model is discussed.

Keywords: software quality, computer modeling, radiation technology, Monte Carlo method, energy metrics.

Лазурик Валентин Тимофеевич – д-р физ.-мат. наук, проф., зав. кафедрой МСТ, Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, Украина, e-mail: lazurik@hotmail.com.

Мищенко Виктор Олегович – канд. физ.-мат. наук, доц., доц. кафедры МСТ, Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, Украина, e-mail: mischenko@univer.kharkov.ua.