

ПРИНЦИПИ И ПЕРСПЕКТИВИ ЗА ОЦЕНКА НА КАЧЕСТВОТО НА СОФТУЕРНИТЕ ПРОДУКТИ

Мартин Иванов¹⁾

¹⁾ Нов Български Университет, e-mail: mivanov@nbu.bg

Резюме: Осигуряването и оценяването на качеството на програмните продукти е ключова дейност в успешния софтуерен бизнес. В доклада е представен коментар на съвременните стандарти, модели и методи за остойностяване на качеството на софтуера. Посочват се особеностите и затрудненията при практическото прилагане на моделите. Обобщават се възможностите за усъвършенстване на методите за оценка и на използваните метрики чрез формални модели. Обсъжда се необходимостта от прилагане на техники за оценяване, които ползват съвременен математически апарат.

Ключови думи: - стандарт ISO/IEC 9126, качество на софтуера, метрики на софтуера

1. Въведение.

Качеството на софтуерния продукт (СП) е ключов фактор за пазарния успех или крах на софтуерните проекти. Основен проблем при управлението на качеството на СП е присъщата неяснота и нееднозначност на тази категория. В реалните проекти често липсва или пък недостатъчно ясно се формулира понятието за високо качество на СП. Не са редки случаите, в които отделни характеристики на качеството не намират своето отражение в техническите изисквания и съгласуващите документи на СП, което води до разногласия между възложителя и разработчика в оценката за крайния резултат.

В разбирането за качеството на СП е важно да се вземе под внимание, че това не е отделно взето понятие, а по-скоро многомерна или многопланова категория, възникваща в резултат на взаимодействието на много вътрешни и външни фактори.

Основните идеи и гледища относно концепцията на качеството на СП се групират в две по-главни тенденции:

- Качеството се определя като съответствие с изискванията, специфицирани в заданието на проекта;

- Качеството се определя като съответствие с нуждите на потребителя – то се идентифицира независимо от каквито и да е измерими характеристики. Това означава, че качеството на продукта или услугата се определя като способност да отговори на очакванията на клиентите (доста по-широка концепция от първата).

В този смисъл следва да бъдат отбелязани следните две най-разпространени и непротиворечащи си определения за качеството на СП:

- **Определение на качеството съгласно ISO 9126 [1][2]** – качеството е пълнота на свойства и характеристики на СП, които осигуряват способността му да удовлетворява заявени или подразбиращи се потребности.

- **Определение на качеството съгласно IEEE Std 729 [2]** – качеството на програмното осигуряване е степента, в която то притежава необходимата комбинация от свойства.

Задачите, възникващи в процеса на създаването и реализацията на СП и изискващи оценка на неговото качество могат да бъдат систематизирани в следните по-обща групи:

- предсказване – на съответствието на продукта със специфицираните изисквания или с очакванията на потребителя;

- сравнение – на различни варианти на технически и архитектурни решения и избора на най-целесъобразния;

- класификация – на СП съгласно установените характеристики на качеството.

2. Стандарти и модели за оценка на качеството на СП.

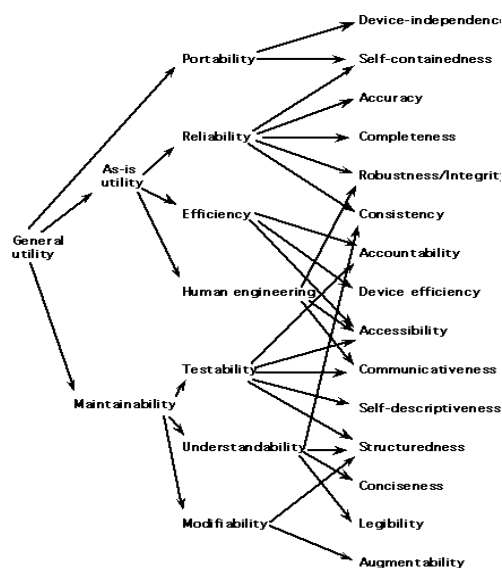
Стандартите и моделите, свързани с осигуряване на качеството на СП могат да бъдат разделени на такива, които се отнасят до качеството на продукцията и такива, които се отнасят до качеството и организацията на технологичния процес (напр. ISO/IEC 15504 – SPICE, Capability Maturity Model на SEI и др.). Настоящото изложение се ограничава само със стандартите и моделите от първия тип.

Моделите описват в структуриран вид смисъла на понятието „качество на СП“. Всеки модел на качеството на програмното осигуряване принципно се състои от три основни компонента: (1) структура на характеристиките на качеството; (2) метрики; (3) критерии на качеството. Моделите за оценка на качеството в софтуерните проекти имат две основни приложения: (1) като основа за определяне на изискванията към качеството на продукта и (2) по отношение на техниките за осигуряване на качеството на СП и като средство за измерване на изискванията към качеството.

Модел на МакКол (McCall – 1977 г.) [2][4] – това е един от най-значимите предшественици на съвременните модели. Чрез него се прави опит да се запълни празнината между схващанията на потребителите и разработчиците за качеството на СП чрез акцентирание на онези фактори на качеството на софтуера, които засягат и двете групи – потребители и разработчици. Моделът на МакКол детайлизира три типа от характеристики (наречени главни перспективи) в йерархия от 11 фактора на качеството, 23 критерия и метрики. Главните перспективи в модела са: (1) възможност внасяне на изменения и за адаптиране на продукта (*product revision*), (2) възможност за пренасяне на продукта в друга среда (*product transition*), (3) операционни способности на продукта (*product operations*). Идеята на модела на Мак Кол е да представи пълна картина на качеството на продукта чрез синтез на факторите на качеството. Действителните стойности на метриците се определят чрез анкета, в която съотношението на положителните и отрицателните отговори показва степента на удовлетворяване на критерия.

Модел на Б.Боем (B Boehm - 1978 г.) [2][4] По същество този модел прави опит да остойности качеството на СП чрез система от атрибути и метрики. Моделът на Боем обхваща разширен кръг от характеристики, съчетаващи 16 критерия. Той е близък до модела на МакКол с това, че също представя качеството като йерархична структура, съставена от характеристики от високо ниво (обща полезност на СП), характеристики от междинно ниво (7 фактора на качеството, които представят очакваните свойства на СП) и примитивни характеристики (основа за

определяне на мет-риците на качеството) – всяка от които допринася за общото ниво на качеството (Фиг. 1).



Фиг.1 Модел на B.Boehm.

Въпреки, че наглед моделите на МакКол и Боем си приличат, то главната разлика между тях е, че моделът на МакКол се фокусира около прецизното измерване на характеристиките от високо ниво, докато моделът на Боем се основава на широк диапазон от характеристики, ориентирани главно към възможностите за поддържане на СП.

Модел на Дорми (Dorney) [2][4] – това е един от по-новите модели, подобен на тези на МакКол и Боем. Дорми предлага модел на качеството, основаващ се на продукта, който приема, че оценката за качеството се различава за всеки продукт и, че е необходима една поддинамична идея за моделиране на процеса, така че той да бъде приложим към един по-широк кръг от различни софтуерни системи. Моделът на Дорми се фокусира върху връзката между атрибути и субатрибути на качеството и свързването на свойствата на продукта с атрибутите на качеството на СП.

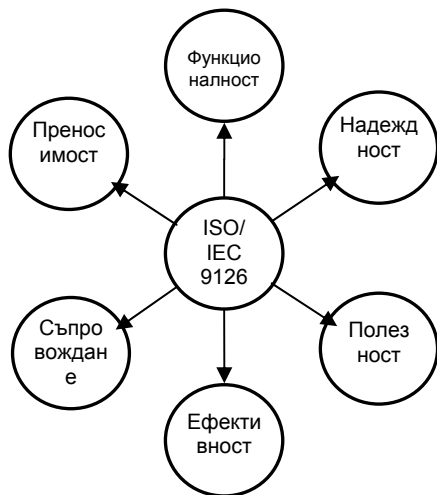
Общото за всички модели на качеството на СП е стремежът към организиране, детайлизиране и прецизиране на елементите на качеството (фактори, атрибути, критерии) в свързана йерархична структура от

непресичащи се и некорелирани помежду си категории.

Стандарт ISO 9126 и модел на качеството на софтуера [1][2][4]. Стандартът се основава на моделите на качеството на МакКол и Боем. Състои се от четири части, които адресират следните области: модел на качеството (ISO 9126-1), външни метрики, вътрешни метрики, качество при употреба. Моделът на качеството на ISO 9126 е структуриран по начин, сходен с посочените два модела, като определя шест групи характеристики (набори от свойства) на софтуера, наречени „фактори на качеството“ (Фиг. 2).

Някои съществени проблеми, възникващи при прилагането на ISO 9126 са: липсват конкретни указания за това, как да бъде представена общата оценка на качеството; липсва индикация за това как да бъдат изпълнени измерванията на софтуерните характеристики; абстрактност на атрибутите; характеристиките на модела представят предимно гледната точка на разработчика, а не на потребителя на продукта.

В специализираните източници могат да се намерят и предложения за използване на други модели на качеството, представляващи предимно разновидности на посочените [11].



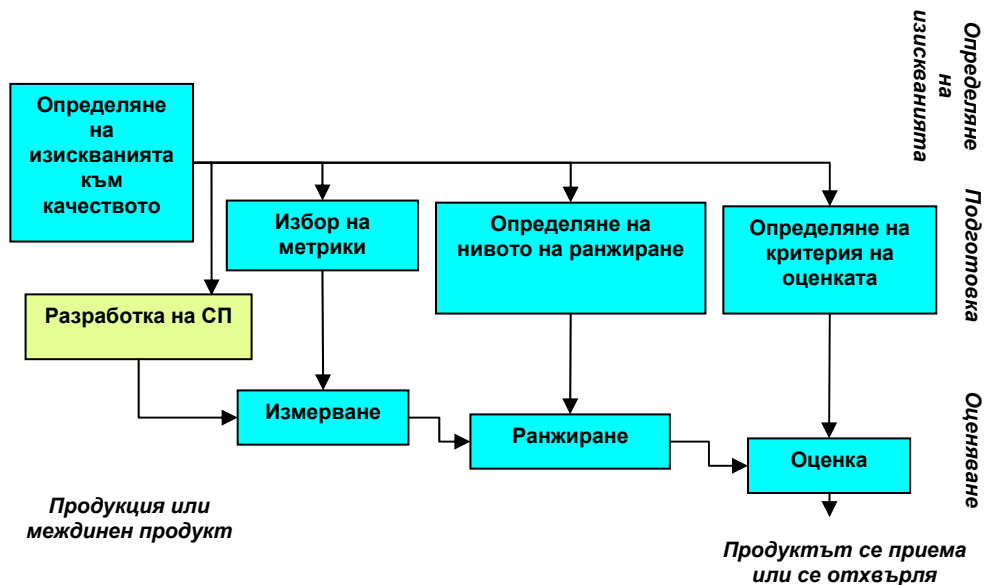
Фиг.2 ISO 9126. Фактори на качеството.

3. Особенности на получаване и използване на метриците на софтуера.

Софтуерните метрики са средство за остойностяване на вътрешните атрибути на модела на качеството на СП. Те са необходими за вземането на технически и проектни решения както и за манджмънта на процеса на създаване на СП. Не съществува единна метрика, която да даде универсален резултат за разглежданите модели. Много от използваните метрики са приложими на практика към всички видове СП. Заедно с това значителна част от най-важните метрики се разработват индивидуално въз основа на особеностите на проекта и пред-метната област. При избора на метрики главни показатели са: адекватност на целта на оценява-нето, прозрачност и яснота на интерпретацията, икономическа ефективност на получаването им.

Начините на получаване на метричните данни основно са: ръчно (инспекция на програмния код); разчетно (използване на емпирични зависимости); с помощта на автоматизирани средства (специализиран софтуер); по експертен път (анкети и др.).

Схема на процеса на остойностяване на качеството на СП е показана на фиг. 3.



Фиг.3. Схема на процеса на остойностяване на качеството на СП.

Прилагането на класическите модели на качеството на СП е свързано с известни практически затруднения, по-главните от които са:

- качеството на СП е сложен многомерен обект, отразяващ както техническите характеристики на продукта, така и особеностите на конкретната технология, организация и управление на процеса на създаване на продукта;

- връзките между елементите на структурата на СП са информационни, а не физически. Те не могат да се опишат с обичайните за моделирането на техническите системи средства, а изискват принципно различен подход;

- характеристиките на качеството на СП не винаги могат да бъдат измерени непосредствено, както и да бъдат изразени количествено в подходяща скала;

- схващанията на различните групи потребители и специалисти (разработчици) за качеството на СП могат да се различават съществено.

4. Формален подход към остойностяване на качеството на СП.

Използването на формални модели за оценка на качеството на СП е една

необходимост, която се осъзнава ясно както от разработчиците на софтуер, така и от мениджмънта. Такива модели са от съществено значение за усъвършенстването и автоматизирането на дейността по оценяване на качеството, включително и чрез употребата на специализирани софтуерни продукти.

Отбелязаните по-горе особености на моделите на качеството на СП поставят следните изисквания към формалната постановка на задачата:

- необходимост от многокритериален подход;

- отчитане на непрецизността, непълнотата и несигурността на метричните данни;

- преодоляване на липсата на ясни функционални връзки и зависимости в модела на качеството на СП;

- свързване на параметри, представени в различни скали и дименсии;

- установяване на критерии за класификация на установените стойности на метриците, за класификация на състоянията на разработвания СП и за определяне на прагови стойности на пригодност или непригодност на продукта.

5. Възможности за приложение на съвременен математически апарат към задачата за оценка на качеството на СП.

Без претенции за пълнота и изчерпателност ще бъдат отбелязани някои от перспективните насоки ([3]), които могат да намерят ефективно реализирани в задачата за оценяване на качеството на СП.

Многокритериален подход.

Качеството на СП е многомерна характеристика, в която съгласно приетия модел участват групи величини, разнородни по своята същност, по начина на получаване и по формата на изразяването си. Във всички случаи формалният модел за остойностяване на качеството трябва да взема под внимание тази многокритериалност и коректно да отчита взаимодействието и приоритетите на параметрите, обуславящи критериите. При това използваният многокритериален подход следва да бъде съобразен и с целевата група (потребители или специалисти), към която е ориентиран резултатът от остойностяването. Подходящи за случая и практически приложими многокритериални методи са разработени като различни форми на подхода *Analytic Hierarchy Process (AHP)* [8][10].

Използване на статистически и вероятностни методи.

Статистическите методи се прилагат в изучаването на поведението на и връзките между величини, които се наблюдават в масови явления при сравнителна устойчивост на условията на средата, в които те протичат. По принцип при разработването на софтуер не са налице предпоставки за прилагане на класически статистически техники, въпреки, че в случаите на употреба на „обемни“ метрики на програмния код (брой линии код, брой използвани класове и методи, брой обръщания към методи и т.н.) е допустимо да бъдат изследвани и определени връзки между параметрите чрез дисперсионен, регресионен или корелационен анализ (напр.логистична регресия като средство за класификация)[3]. Като цяло статистическите резултати в разглежданата задача нямат универсален характер и се ограничават в рамките на приета технология и практика на изпълнение на софтуерните проекти.

Изследване и представяне на връзките в модела. Използване на Бейсов подход (мрежи на Бейс).

Този подход е удобен за представяне на условните връзки и зависимости в модела на качеството. Структурата от елементи и факти, участващи в модела на качеството се представят като ориентиран ацикличен граф, чиито върхове представят (несигурни) променливи с известни условни вероятностни разпределения, а дъгите показват отношенията между тези променливи. Моделиращата техника се основава на теоремата на Бейс. Мрежата на Бейс представя както количествени, така и качествени спецификации. Подходът дава полезни резултати дори при непълна и несигурна в информация и е подходящ да бъде използван в ранните етапи на реализация на проекта, например при разработване на архитектурата на СП [6].

Намаляване на влиянието на източниците на неопределеност и неprecизност. Използване на размита логика и изчисления с размити стойности.

Подходът е удобен когато метричните данни са получени по експертен път и са представени чрез лингвистични категории („умерено доминиращ“, „силно доминиращ“ и т.н.). Лингвистичните стойности могат да бъдат апроксимирани с размити числа, представляващи размити множества, описани чрез дадена функция на принадлежност, имаща стойности в интервала [0,1]. Размитите стойности допускат обработка със средствата и операциите на размитата логика и размитата аритметика. В следствие на обработката на размитите данни се получават сравними (също размити) количествени резултати. Преминването от конкретни („неразмити“) към размити стойности (и обратно) е осъществимо чрез прилагането на различни техники на „фъзификация“ (*fuzzification*) и „дефъзификация“ (*defuzzification*). Идеята е чрез този подход да се намали влиянието на източниците на неопределеност и неprecизност в крайната оценка на съответния атрибут на качеството ([9], [10]).

Методи за класификация и клъстери-зация на резултатите от остойността на качеството.

Това са методи, които позволяват систематизирането на метричните данни и степента на пригодност на разработвания СП в групи (класове или клъстери). Тези методи могат да бъдат използвани основно за решаването на няколко задачи: определяне на прагови (критични) стойности на метриците, разделящи състоянията на СП („годен” - „негоден”); класификация на степента на съответствие на продукта с изискванията; класификация на грешките (отказите) в профили; съставяне на предиктивни модели и др. В тази група трябва да бъдат отбелязани методите на ръководено и неръководено обучение, невронните мрежи, дърво на решенията и т.н. Методите могат да бъдат прилагани както в класическите си варианти, така и с използването на размити величини ([3] [5]), съгласно съображенията, отбелязани по-горе.

Не на последно място следва да бъдат посочени и техниките, обхванати в подхода *Data Mining* [3]. Подходът е ориентиран към извличане на специфични шаблони и неяви връзки в наличните данни, съхранявани в бази със значителен обем. *Data Mining* съдържа много сериозен потенциал за анализ на метричните данни и за установяване на съществени връзки между софтуерните метрики като предиктори на качеството на СП. Типични техники на подхода, които имат отношение към разглеждания проблем са: клъстеризация, кла-сификация, извличане на асоциативни правила, динамични редове и пр. Типични примери на употреба са предсказването на грешки в СП и прогнозиране на необходимия ресурс (финансов, трудов) за разработването му и т.н..

Всеки един подход от посочените е в състояние да откликне само частично на задачата за остойността на качеството на СП, поради което е целесъобразно те да бъдат използвани комплексно.

6. Заключение и обобщение.

Използването на теоретично и формално обоснован подход в управлението на качеството на големи софтуерни проекти е средство за значително повишаване на тяхната предска-зуемост и за снижаване на разходите

на финанси и ресурси. В настоящия доклад се представят особеностите на подхода и на известните модели за оценка на качеството на СП. Отбелязани са съществуващите затруднения с прилагането им и се подчертава необходимостта от съставяне на формален модел на оценяването. Посочени са също и пътищата за развитие и преодоляване на затрудненията при построяване на формалния модел чрез използване на съвременни математически методи и техники. Идеята на изложения подход е да се очертаят пътищата и насоките към построяване на адекватни средства и инструменти за автоматизиране на дейностите по оценяване на качеството на СП.

Литература:

- [1] ISO, International Organization for Standardization, "ISO 9126-1:2001, Software engineering – Product quality, Part 1: Quality model", 2001.
- [2] **Patrik Berander**, *Software quality attributes and trade-offs*, Editors: Lars Lundberg, Michael Mattsson, Claes Wohlin, Blekinge Institute of Technology, June 2005
- [3] **Dick S., A. Kandel**, *Computational Intelligence In Software Quality Assurance*, Series in Machine Perception and Artificial Intelligence - Vol. 63, 2005.
- [4] **Stephen Kan H.**, *Metrics and Models in Software Quality Engineering, 2nd Edition*, Addison-Wesley Professional., 2002.
- [5] **Serban C., Horia F. Pop**, Software Quality Assessment Using A Fuzzy Clustering Approach, Studia Univ. Babes-Bolyai, Informatica, Volume LIII, Number 2, 2008.
- [6] **Wagner Stefan**, A Bayesian network approach to assess and predict software quality using activity-based quality models, *ACM International Conference Proceeding Series, Proceedings of the 5th International Conference on Predictor Models in Software Engineering*, Vancouver, British Columbia, Canada, 2009.
- [7] **Linda M. Laird, M. Carol Brennan**, *Software Measurement and Estimation A Practical Approach*, by the IEEE Computer Society, 2006.
- [8] **Иванов М.П., И.Момчев**, Принципи и проблеми на многокритериалната оценка на качеството на софтуерния продукт, *сп. "Автоматика и информатика"*, 2006

- [9] **Иванов М.**, Приложение на дърво на отказите и разпита аритметика в оценката на качеството на софтуерните продукти, *Сборник с доклади от Национален Симпозиум с Международно участие "Метрология и Метрологично Осигуряване 2009"* (Созопол. 10-14 Септември 2000), ТУ - София, България 2009, с.443-448.
- [10] **Иванов М.**, Метод за оценка на рисковите фактори при разработването на софтуерни продукти. *Първа международна научна конференция „Е-управление“*, Созопол, 22-24 юни 2009.
- [11] **Khaddaj S., Gerard Horgan**, A Proposed Adaptable Quality Model for Software Quality Assurance, *Journal of Computer Sciences* 1 (4): 482-487, 2005.

Данни за автора:

Мартин Пъшев Иванов. Приложна математика и информатика (1980). Доктор, главен асистент, Департамент „Информатика“, Факултет за базово образование, Нов Български Университет, Научни интереси в областта на осигуряване на качеството на софтуера, приложение на изкуствен интелект в инженерните задачи, програмиране на Java, математическо оптимизиране, математическа статистика, методи и алгоритми за вземане на решения.

PRINCIPLES AND PERSPECTIVES FOR ASSESSMENT THE QUALITY OF THE SOFTWARE PRODUCTS

Martin Ivanov¹⁾

¹⁾New Bulgarian University, e-mail: mivanov@nbu.bg

Abstract: Providing and evaluating the quality of software is a key activity for successful software business. The paper presents comments on modern standards, models and methods for the software quality assessment. The characteristics and difficulties in the practical application of models are shown. The ability to improve evaluation methods and metrics used by formal models are generalized. Need of implementing assessment techniques based on modern mathematical tools is discussed.

Key words: ISO/IEC 9126 standard, software quality, software metrics.