УДК 004.05

***БЕДЕРДИНОВА Оксана Ивановна**, кандидат технических наук, доцент кафедры информатики института судостроения и морской арктической техники «Севмашвтуз» филиала Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова в г. Северодвинске. Автор 56 научных публикаций*

***КОРЯКОВСКАЯ Наталья Владимировна**, кандидат технических наук, доцент кафедры автоматики, робототехники и управления техническими системами института энергетики и транспорта Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 57 научных публикаций*

***БОЙЦОВА Юлия Александровна**, студентка института судостроения и морской арктической техники «Севмашвтуз» филиала Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова в г. Северодвинске. Автор трех научных публикаций*

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Приведена методология интегральной оценки характеристик качества готовых программных средств и их компонентов (программного продукта) на различных этапах жизненного цикла в соответствии с ГОСТ 28195-99 «Оценка качества программных средств. Общие положения». По методике оценивание качества программного средства является иерархическим и многокритериальным процессом, при котором модель формируется путем объединения определенных характеристик качества программного средства (факторов, критериев, метрик), выбранных их эталонных значений в зависимости от подкласса и фаз жизненного цикла программного обеспечения и их базовых (по стандарту ГОСТ 28195-99) и реальных значений, полученных в результате оценки. Состояние качества программных средств определяется на основании результатов сравнения установленных фактических значений характеристик и подхарактеристик качества с эталонными (базовыми). Для обеспечения централизованного хранения эталонных значений, результатов оценки значений показателей факторов, критериев, метрик и оценочных элементов, а также сформированных документов о приемлемости требуемого уровня качества программных средств спроектирована информационная логическая модель базы данных по международной нотации IDEF1X. Для проведения автоматизированного процесса оценивания качества программных средств методом интегральной оценки, основанным на иерархической четырехуровневой модели, создана функциональная структура интерфейса автоматизированной системы по нотации IDEF0 в виде диаграммы дерева узлов Node Tree diagrams. Спроектированные логическая модель базы данных и функциональная структура ин-

© Бедердинова О.И., Коряковская Н.В., Бойцова Ю.А., 2015

терфейса являются информационными моделями для создания автоматизированной системы по оценке качества программного обеспечения, использование которой позволит повысить эффективность и адекватность определения показателей качества программных средств на всех стадиях жизненного цикла и обеспечить автоматизированное формирование документации.

Ключевые слова: *жизненный цикл программного средства, критерии качества программного средства, факторы качества программного средства, метрики качества программного средства.*

Широкое внедрение информационных технологий во все сферы деятельности человека приводит к разработке большого количества программных средств (ПС) различного функционального назначения. Увеличение сложности и размеров современных программных средств приводит к повышению требований к их качеству, надежности и информационной безопасности применения.

В соответствии с уровнем сложности возрастает количество выявляемых дефектов (уязвимостей) и ошибок, что может нанести ущерб, значительно превышающий положительный эффект от использования ПС. Поэтому оценивание их качества является важной задачей, решение которой позволит определить способности программного продукта к удовлетворению планируемых потребностей в заданных условиях эксплуатации на всех этапах жизненного цикла при планировании, контроле показателей качества и при проверке эффективности модификации программного средства на этапе сопровождения.

В настоящее время отсутствует единый стандартизованный метод для оценки качества ПС. Существуют различные подходы к решению данной задачи [1–3] и др. Для обеспечения адекватности определения качества функционирования программных средств при разработке информационной модели использованы стандартизованные характеристики и методики, установленные российскими стандартами в области оценки характеристик качества ПС.

Основой регламентирования характеристик и процесса оценки качества ПС является российский ГОСТ 28195-99 «Оценка качества программных средств. Общие положения» [4]. В стандарте применяется метод интегральной оценки качества ПС, основанный на иерархической модели качества. Для каждого выбранного фактора качества составляется четырехуровневая иерархическая модель, отражающая взаимосвязь факторов, критериев, метрик и оценочных элементов в зависимости от подкласса и фаз жизненного цикла программного средства.

Уровень качества ПС определяется сравнением реальных значений показателей качества с эталонными (базовыми). Характеристики качества вычисляются по значениям характеристик предыдущего уровня иерархии модели. Так, i-я метрика j-го критерия ($P_{jk}^{\text{м}}$) определяется через оценочные элементы (m_{kg}) по следующей формуле:

$$P_{jk}^{\text{м}} = \frac{\sum\limits_{q=1}^{Q} m_{kq}}{Q}, \qquad (1)$$

где Q – количество оценочных элементов в i-ой метрике, шт.; М – признак метрики.

Относительные значения j-го критерия i-го фактора (k_{ij}) по отношению к эталонному (базовому) значению показателя ($P_{ij}^{\text{баз}}$) вычисляются по формуле:

$$k_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_{ij}^{\text{баз}}}, \qquad (2)$$

где P_{ij} – абсолютный показатель j-го критерия i-го фактора:

$$P_{ij} = \sum_{q=1}^{n} (P_{jk}^{\text{м}} V_{jk}^{\text{м}}); \qquad (3)$$

n – количество метрик, относящихся к j-му критерию, шт.; k – признак критерия.

Значение i-го фактора качества $(k_i^{ф})$ определяется по формуле:

$$k_i^{ф} = \sum_{j=1}^{N} (k_{ij} V_{ij}^{k}), \qquad (4)$$

где ф – признак i-го фактора, k –признак критерия.

Общая оценка качества формируется экспертами по набору полученных значений факторов. Достоинством метода интегральной оценки качества, основанного на иерархической модели, является завершенная и систематизированная модель системы характеристик качества, что обеспечивает возможность создания инструментального средства с целью проведения автоматизированного процесса оценивания качества в зависимости от цели, подкласса и фаз жизненного цикла ПС.

На основе проведенного анализа процессов, осуществляемых при оценке качества ПС [5] в соответствии с ГОСТ 28195-99 «Оценка качества программных средств. Общие положения», для структуризации и обеспечения хранения справочных данных и полученных результатов оценки спроектирована логическая модель реляционной базы данных по нотации IDEF1X. Логическая модель базы данных на уровне атрибутов приведена на *рисунке*.

Информационная модель данных включает следующие сущности:

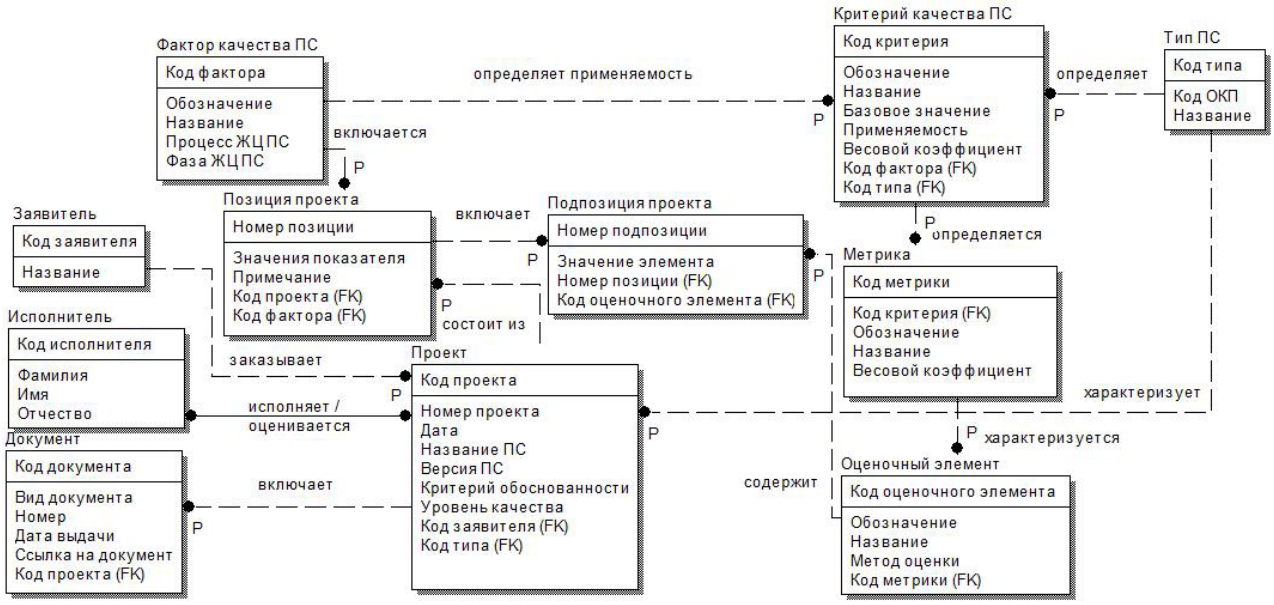
1. Тип ПС – для отображения кода и наименования подкласса ПС в соответствии с общесоюзным классификатором продукции;

2. Заявитель – для отображения данных заявителя выполнения проекта по оцениванию качества ПС;

3. Исполнитель – для отображения данных исполнителя и эксперта, выполняющих проект;

4. Фактор качества ПС – для отображения обозначения, названия фактора качества в зависимости от оцениваемого процесса и фаз жизненного цикла ПС в соответствии с ГОСТ 28195-99;

5. Критерий качества ПС – для отображения номера, наименования, базового значения и весовых коэффициентов критериев качества для соответствующего фактора и фазы жизненного цикла ПС и их рекомендуемой применяе-



Информационно-логическая модель базы данных

мости в зависимости от подкласса ПС по ГОСТ 28915-99;

6. Метрика – для отображения кода, наименования и значений весовых коэффициентов метрик для критериев качества в зависимости от фаз жизненного цикла ПС по подклассу ПС в соответствии с ГОСТ 28195-99;

7. Оценочный элемент – для отображения кода, названия оценочного элемента и метода оценки показателя с учетом применяемости по подклассу ПС в соответствии с ГОСТ 28195-99;

8. Проект – для отображения номера, даты проекта по оцениванию качества ПС и названия, версии ПС, полученного критерия обоснованности и уровня качества ПС;

9. Позиция проекта – для отображения оцененных значений показателей факторов качества проекта и примечаний;

10. Подпозиция проекта – для отображения значений оценочных элементов для каждой метрики, критерия и фактора;

11. Документ – для отображения вида, номера, даты выдачи и адреса хранения документов проекта по оцениванию качества ПС.

Сущность «Тип ПС» является родительской сущностью по отношению к дочерним сущностям «Проект» и «Критерий качества ПС». Сущность «Проект» является родительской по отношению к дочерним сущностям «Позиция проекта» и «Документ». Сущность «Фактор качества ПС» является родительской по отношению к дочерним сущностям «Позиция проекта» и «Критерий качества ПС». Между родительскими и дочерними сущностями установлены неидентифицирующие обязательные связи мощностью «один ко многим».

Между сущностями «Проект» и «Исполнитель» установлена идентифицирующая связь мощностью «многие ко многим».

Сущность «Позиция проекта» создана для реализации связи «многие ко многим» между сущностями «Проект» и «Фактор качества ПС».

Сущность «Подпозиция проекта» создана для реализации связи «многие ко многим» между сущностями «Позиция проекта» и «Оценочный элемент». Сущности «Позиция проекта» и «Оценочный элемент» связаны с дочерней сущностью «Подпозиция проекта» неидентифицирующими обязательными связями мощностью «один ко многим».

Между родительской сущностью «Критерий качества ПС» и дочерней сущностью «Метрика» и между сущностями «Метрика» и «Оценочный элемент» установлены неидентифицирующие обязательные связи мощностью «один ко многим».

Сущность «Заявитель» является справочной для сущности «Проект», и между ними установлена неидентифицирующая обязательная связь мощностью «один ко многим».

Для обеспечения ввода, обработки и хранения данных в базе данных разработана информационная модель интерфейса автоматизированной системы оценивания качества ПС в виде дерева узлов Node Tree diagrams в соответствии с нотацией IDEF0. В проекте автоматизированной системы процесс оценивания качества ПС выполняется методом интегральной оценки характеристик готовых программных средств и их компонентов, основанным на иерархической четырехуровневой модели, в соответствии со стандартом РФ ГОСТ 28195-99. Проект функциональной структуры системы включает следующие модули: «Ввод и редактирование данных в справочниках», «Ввод, редактирование и выбор исходных (планируемых) характеристик проекта по оцениванию качества ПС», «Ввод, редактирование и определение характеристик проекта по оцениванию качества ПС», «Формирование и поиск документов по проектам оценки качества ПС» и «Формирование и поиск отчетов по проектам оценки качества ПС».

Модуль «Ввод и редактирование данных в справочниках» включает следующие функции:

1. Ввод и редактирование данных в справочниках по методике оценки:

1.1. Ввод и редактирование данных в справочнике «Тип ПС»;

1.2. Ввод и редактирование данных в справочнике «Фактор качества ПС»;

1.3. Ввод и редактирование данных в справочнике «Критерий качества ПС»;

1.4. Ввод и редактирование данных в справочнике «Метрика»;

1.5. Ввод и редактирование данных в справочнике «Оценочный элемент».

2. Ввод и редактирование данных в справочнике «Исполнитель».

3. Ввод и редактирование данных в справочнике «Заявитель».

4. Просмотр/печать справочников.

5. Сохранение справочников.

Модуль «Ввод, редактирование и выбор исходных (планируемых) характеристик проекта по оцениванию качества ПС» состоит из функций:

1. Ввод/выбор данных заказчика и регистрации проекта.

2. Выбор исполнителя и эксперта проекта.

3. Выбор типа, процессов и фаз жизненного цикла ПС.

4. Выбор факторов качества и их базовых показателей для каждой фазы жизненного цикла ПС.

5. Выбор критериев и их базовых показателей и весовых коэффициентов для каждого фактора качества.

6. Выбор метрик и их весовых коэффициентов для каждого критерия качества.

7. Выбор оценочных элементов и методов оценки для каждой метрики.

8. Создание и редактирование списка планируемых показателей и характеристик качества ПС проекта.

9. Просмотр/печать списка планируемых показателей и характеристик качества ПС проекта.

10. Сохранение списка планируемых показателей и характеристик качества ПС проекта.

Модуль «Ввод, редактирование и определение характеристик проекта по оцениванию качества ПС» включает функции:

1. Ввод и редактирование значений оценочных элементов характеристик качества ПС.

2. Вычисление относительных и абсолютных значений характеристик качества и сравнение с планируемыми показателями.

3. Просмотр/печать результатов оценивания качества ПС проекта.

4. Сохранение результатов оценивания качества ПС проекта.

Модуль «Формирование и поиск документов по проектам оценки качества ПС» включает функции:

1. Поиск документов по проектам оценки качества ПС.

2. Создание и редактирование договора о проведении оценивания качества ПС.

3. Создание и редактирование акта о приемлемости требуемого уровня качества ПС.

4. Создание и редактирование решения о выдаче сертификата качества ПС.

5. Создание и редактирование решения об отказе в выдаче сертификата качества ПС.

6. Создание и редактирование заключения о несоответствии качества оцениваемого ПС.

7. Создание и редактирование сертификата качества ПС.

8. Просмотр/печать документов по проектам оценки качества ПС.

9. Сохранение документов по проектам оценки качества ПС.

Модуль «Формирование и поиск отчетов по проектам оценки качества ПС» делится на следующие функции:

1. Поиск отчетов по проектам.

2. Создание и редактирование отчета о текущих проектах.

3. Создание и редактирование отчета о выполненных проектах за определенный период.

4. Создание и редактирование списка проектов по исполнителям/заказчикам.

5. Просмотр/печать отчетов по проектам.

6. Сохранение отчетов по проектам.

На основании логической информационной модели данных произведено генерирование физической модели базы данных на сервере MSSQL. В перспективе будет разработана автоматизированная система с учетом проекта функциональной структуры интерфейса в объектно-ориентированной среде разработки «Visual Studio 2008» на языке программирования C#.

Использование автоматизированной системы по оценке качества ПС позволит обеспечить высокую точность и надежность оценивания качества программных средств, снизить трудоемкость процесса определения характеристик качества программных средств различных подклассов на всех стадиях жизненного цикла и процесса формирования документации, а также обеспечит накапливание статистических данных о качестве ПС для различных подклассов на всех стадиях жизненного цикла в области значений показателей качества.

Список литературы

1. *Калинина Л.Ю*. Оценка качества программных продуктов // Качество. Инновации. Образование. 2006. № 4. С. 52–55.

2. *Бураков В.В*. Методика оценки качества программных средств // Изв. вузов. Приборостроение. 2008. Т. 51, № 1. С. 13–18.

3. *Данилина Т.Г*. Оценка качества программного обеспечения в соответствии с международными стандартами // Радиоэлектроника и компьютерные системы. 2012. № 7. С. 266–269.

4. ГОСТ 28195-99. Оценка качества программных средств. Общие положения. Введ. 2000-01-03. М., 1998. 49 с.

5. *Бедердинова О.И., Бойцова Ю.А*. Концептуальная модель оценивания качества программных средств // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Естеств. науки. 2014. № 4. С. 12–20.

References

1. Kalinina L.Yu. Otsenka kachestva programmnykh produktov [Assessment of the Software Products Quality]. *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovanie* [Quality. Innovation. Education], 2006, no. 4, pp. 52–55.

2. Burakov V.V. Metodika otsenki kachestva programmnykh sredstv [Methods of the Software Quality Assessing]. *Izv. vuzov. Priborostroenie,* 2008, vol. 51, no. 1, pp. 13–18.

3. Danilina T.G. Otsenka kachestva programmnogo obespecheniya v sootvetstvii s mezhdunarodnymi standartami [Software Quality Assessment in Accordance with the International Standards]. *Radioelektronika i komp'yuternye sistemy*, 2012, no. 7, pp. 266–269.

4. *GOST* 28195-99. *Otsenka kachestva programmnykh sredstv. Obshchie polozheniya* [State Standard 28195-99. Software Quality Assessment. General Provisions]. Moscow, 1998. 49 p.

5. Bederdinova O.I., Boitsova Yu.A. Kontseptual'naya model' otsenivaniya kachestva programmnykh sredstv [Conceptual Model of the Software Quality Assessment]. *Vestn. Sev. (Arktich.) feder. univ. Ser.: Estestv. nauki,* 2014, no. 4, pp. 12–20.

Bederdinova Oksana Ivanovna
Institute of Shipbuilding and Arctic Marine Engineering,
Severodvinsk Branch of Northern (Arctic) Federal University
named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

Koryakovskaya Natal'ya Vladimirovna
Institute of Energy and Transport,
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

Boitsova Yuliya Aleksandrovna
Institute of Shipbuilding and Arctic Marine Engineering,
Severodvinsk Branch of Northern (Arctic) Federal University
named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

INFORMATION MODEL OF THE SOFTWARE QUALITY ASSESSMENT AUTOMATED SYSTEM

According to the State Standard 28195-99 “Software Quality Assessment. General Provisions” the methodology of an integral estimation of the software tools quality characteristics and software programs in different stages of the life cycle is given in the paper. The product quality assessment is a hierarchical and multi-criteria process, and the model is formed by combining specific software tools quality characteristics (factors, criteria, metrics), selected their standard values depending on a subclass and software life cycle phases of the software tool and their reference values (28195-99-compliant) and real values obtained by the assessment. The software quality condition is determined by comparison of the real values of the software quality characteristics and subcharacteristics with the reference values. To provide the centralized storage of reference values, values assessment results of the factors, criteria, metrics and evaluative elements indicators and formed documents concerning the admissibility of required software tools quality level the information logical database model in accordance with international notation IDEF1X has been designed. To carry out the automated estimation process of software tools quality by the integral estimation method based on a four-level hierarchical model the functional interface structure of the automated system with notation IDEF0 in the form of Node Tree diagrams is established. Designed logical database model and the functional interface structure are the information models for the creation of an automated system of the software tools quality estimation. The use of this model will increase the efficiency and software quality evaluation adequacy in all stages of the life cycle and provide the automated documentation process.

Keywords: *software life cycle, software quality criteria, software quality factors, software quality metrics.*

Контактная информация:
Бедердинова Оксана Ивановна
адрес: 164520, Архангельская область, г. Северодвинск, ул. Капитана Воронина, д. 6;
e-mail: O.Bederdinova@narfu.ru

Коряковская Наталья Владимировна
*адрес:*163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, д. 17, корп. 3;
e-mail: N.Koryakovskaya@narfu.ru

Бойцова Юлия Александровна
адрес: 164512, Архангельской область, г. Северодвинск, Архангельское шоссе, д. 58;
e-mail: yulia-baza@mail.ru

Рецензент – *Малыгин В.И.*, доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научно-исследовательской работе института судостроения и морской арктической техники (Севмашвтуз) филиала Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова в г. Северодвинске