

## **ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ**

*О.И. Бедердинова\*, Ю.А. Бойцова\**

\*Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

Приведена методология интегральной оценки качества программных средств в виде четырехуровневой иерархической модели, регламентированной ГОСТ 28195–89. Изложены результаты анализа предметной области по нотации IDEF0, а также проектирования спецификации автоматизированной системы в соответствии с нотацией UML и информационного обеспечения по нотации IDEF1X. Представлена созданная диаграмма физического размещения автоматизированной системы по нотации UML с описанием назначений компонентов, используемых для ее функционирования. Описан интерфейс разработанной автоматизированной системы оценивания качества программных средств, созданной в объектно ориентированной среде разработки Visual Studio 2008 на языке программирования C#. В автоматизированной системе реализована работа со справочниками информации из стандартов и с результатами выполненных проектов оценки. Поиск данных выполненных проектов возможен по номеру проекта, дате его составления, названию программного средства и исполнителю. По результатам проектов формируются акты о приемлемости требуемого уровня качества оцениваемого программного средства, с возможностью сохранения в файлах разных форматов и последующего вывода на печать. Созданные унифицированные формы для добавления данных во все справочники позволяют избежать множественности форм и исключить ошибки при занесении данных в справочники. Применение автоматизированной системы даст возможность обеспечить высокую надежность оценивания и повысить эффективность определения характеристик качества у программных средств различных подклассов.

**Ключевые слова:** *показатель качества, программное средство, иерархическая модель, автоматизированная система.*

Оценка качества программных средств (ПС) является актуальной и важной задачей, т. к. ее результаты позволяют определить способность программного продукта к удовлетворению планируемых потребностей на всех этапах жизненного цикла: при планировании, контроле показателей качества в процессе разработки ПС, а также при проверке эффективности модификации ПС на стадии сопровождения.

Важнейшими проблемами обеспечения качества ПС являются формализация характеристик качества и методология их оценки [1]. Для определения адекватности качества функционирования, наличия технических возможностей ПС к взаимодействию, совершенствованию и развитию необходимо использовать стандарты в области оценки характеристик их качества [1–5].

---

**Контактное лицо:** Бедердинова Оксана Ивановна, *адрес:* 164520, Архангельская обл., г. Северодвинск, ул. Капитана Воронина, д. 6; *e-mail:* O.Bederdinova@narfu.ru

Основой регламентирования показателей качества ПС является ГОСТ 28195–89<sup>1</sup>. Стандарт регламентирует метод интегральной оценки качества ПС, основанный на четырехуровневой иерархической модели качества (рис. 1). Оценка качества производится на всех фазах жизненного цикла ПС и определяет следующие процессы:

1) процесс разработки: фаза анализа; фаза проектирования; фаза реализации; фаза тестирования; фаза изготовления;

2) процесс применения: фаза сопровождения.

регламентируется ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207–2010<sup>2</sup>. Первый уровень формируется из факторов качества ПС. В модель качества входит 6 показателей качества: надежность; удобство применения; эффективность; сопровождаемость; универсальность; функциональность. Критерии качества для каждой характеристики и конкретного ПС с учетом его назначения и требований области применения составляют второй уровень модели. Третий уровень характеризуется метриками, которые определяются комбинацией метода измерения и шкалы измерения значений атрибутов. Четвертый уровень –

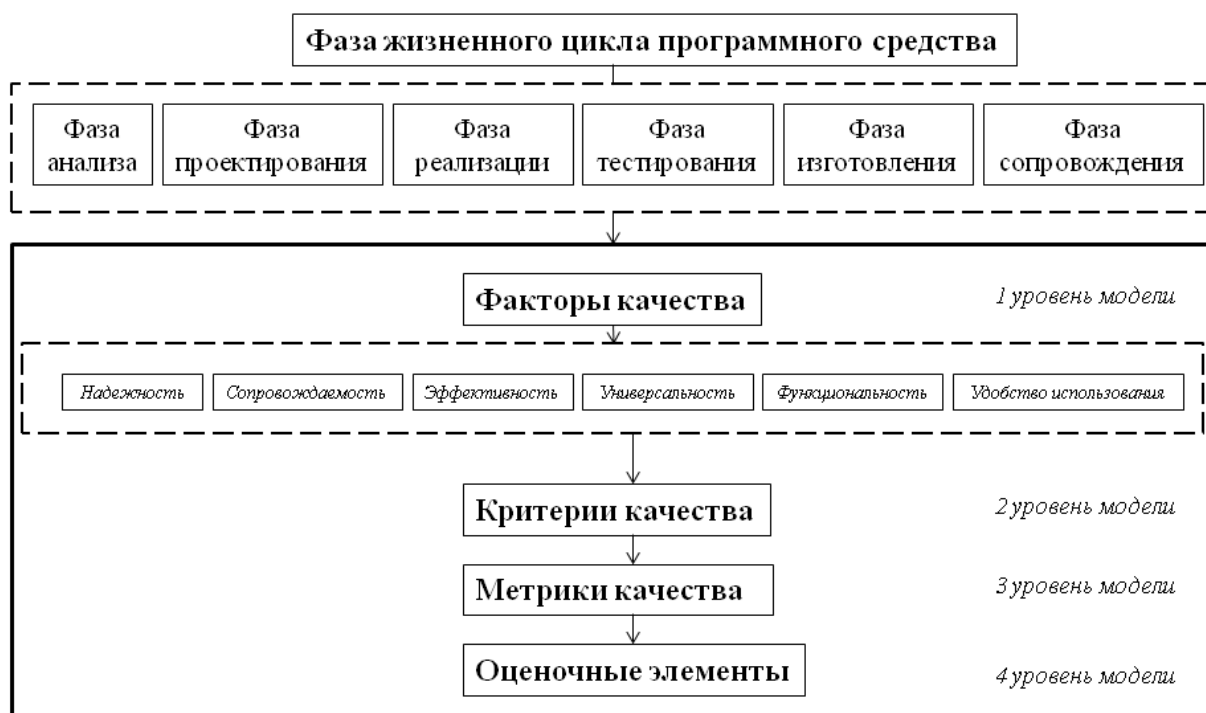


Рис. 1. Иерархическая модель оценки качества ПС

Представление жизненного цикла ПС в виде совокупности процессов, работ и задач, организованных в иерархическую структуру,

это оценочный элемент метрики для определения количественного или качественного значения отдельного атрибута показателя ПС.

<sup>1</sup>ГОСТ 28195–89. Оценка качества программных средств. Общие положения. Введ. 1990–07–01. М., 1989. 30 с.

<sup>2</sup>ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207–2010. Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств. Введ. 2012–03–01. М., 2011. 106 с.

Определение качества ПС проводится по методу интегральной оценки в соответствии со следующим алгоритмом:

1. Выбираются показатели и их базовые значения для ПС. Для показателей качества на всех уровнях принимается единая шкала оценки (0–1).

2. В процессе оценки качества на каждом уровне (кроме уровня оценочных средств) вычисляются абсолютный ( $P_{ij}$ ) и относительный ( $K_{ij}$ ) показатели качества, где  $j$  – порядковый номер показателя данного уровня для  $i$ -го показателя вышестоящего уровня.

Относительный показатель качества ( $K_{ij}$ ) является функцией абсолютного показателя ( $P_{ij}$ ) и его базового значения ( $K_{базij}$ ):

$$K_{ij} = \frac{P_{ij}}{K_{базij}}. \quad (1)$$

Каждый показатель качества второго и третьего уровней характеризуется двумя параметрами: количественным значением и весовым коэффициентом ( $V_{ij}$ ).

Определяется усредненное значение оценочного элемента ( $M_{kq}$ ) по нескольким его значениям ( $M_s$ ) по следующей формуле (формула для вычисления показателей качества четвертого уровня при оценке показателя несколькими экспертами):

$$M_{kq} = \frac{\sum M_s}{T}, \quad (2)$$

где  $k$  – порядковый номер метрики;  $q$  – порядковый номер оценочного элемента;  $T$  – число значений оценочного элемента.

Итоговая оценка  $k$ -й метрики  $j$ -го критерия рассчитывается по формуле (формула для вычисления показателей качества третьего уровня)

$$PM_{jk} = \frac{\sum M_{kq}}{Q}, \quad (3)$$

где  $M_{jk}$  – признак метрики;  $Q$  – число оценочных элементов в  $k$ -й метрике.

Абсолютные показатели  $j$ -го критерия  $i$ -го фактора определяются по формуле (формула для вычисления показателей качества второго уровня)

$$P_{ij} = \frac{\sum P_{mjk} V_{mjk}}{\sum V_{mjk}}, \quad (4)$$

где  $V_{mjk}$  – весовые коэффициенты метрик ( $\sum V_{mjk} = 1$ );  $k$  – признак критерия.

Относительные значения  $j$ -го критерия  $i$ -го фактора по отношению к базовому значению ( $K_{базij}$ ) рассчитывается по формуле (1).

Фактор качества ( $R_{\phi i}$ ) вычисляется по формуле

$$R_{\phi i} = \frac{\sum K_{ij} V_{kij}}{\sum V_{kij}}, \quad (5)$$

где  $\phi$  – признак  $i$ -го фактора;  $k$  – признак критерия.

Общая оценка качества формируется экспертами по набору полученных значений факторов качества.

Модель разрабатывается для оценивания программ, включая определение и планирование уровней показателей качества с учетом цели оценки и типа ПС, а также методов оценивания выбранных показателей для получения выводов о реальном качестве ПС на всех этапах жизненного цикла. Одним из направлений обеспечения высокой точности и повышения производительности при оценивании качества ПС является создание автоматизированной системы (АС).

На основе проведенного анализа методологии разработана функциональная модель оценки качества ПС в соответствии с требованиями нотации IDEF0<sup>3</sup>. Данная модель включает три основные функции: рассмотрение заявки и принятие решения о проведении оценивания ПС; согласование и утверждение заявки; оценка качества ПС и оформление документации о результатах оценки, описание которой приведено нами ранее [6]. Для хранения, просмотра, выбора, редактирования данных из

<sup>3</sup>Р 50.1.028–2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования. Введ. 2002–07–01. М, 2001. 49 с.

ГОСТ 28195–89<sup>4</sup> и результатов вычислений параметров качества ПС создано информационное обеспечение в виде физической модели базы данных на сервере MSSQL [7].

В процессе проектирования АС создана спецификация системы в соответствии с языком моделирования UML. Статическая модель проекта представляет функциональное назначение системы и включает диаграммы вариантов использования ее модулей: работа со справочниками, создание проекта по оценке качества, оценивание качества ПС, работа с документами и отчетами по проектам оценки качества ПС [8]. Диаграмма топологии АС, созданная в соответствии с языком моделирования UML и отображающая размещение ее компонентов на технических устройствах, приведена на *рис. 2*, описание компонентов АС – в *таблице*.

На компоненте «процессор – сервер» возвращены файлы СУБД MSSQL и база данных ОКPS.mdf. На компоненте «процессор – рабочая станция» – исполняемый файл ОКPS.exe, документы Шаблоны.docx и Пояснительная записка.docx.

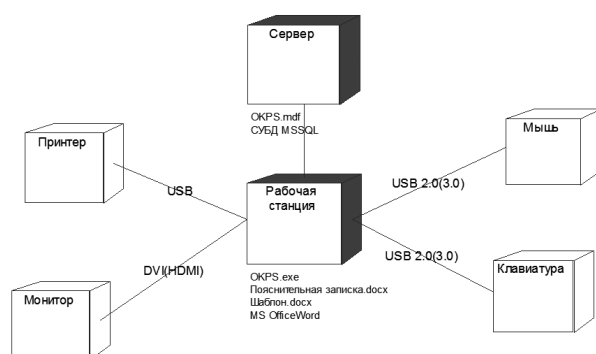


Рис. 2. Диаграмма топологии системы

текстовый редактор MS Office Word, документы Шаблоны.docx и Пояснительная записка.docx.

В соответствии с проектом разработана АС в объектно ориентированной среде разработки Visual Studio 2008 на языке программирования С#. Вход в систему производится посредством авторизации санкционированного пользователя. В системе реализована возможность добавления, изменения, удаления и сохранения

### СЛОВАРЬ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ

Название компонента	Назначение
Текстовый редактор MS Office Word	Инструментальное средство формирования шаблонов и текстовых документов для последующего вывода их на просмотр и печать
Шаблон.docx	Шаблон текстового файла, содержащего базовую информацию для создания отчетов с результатами оценки качества ПС проекта
Пояснительная записка.docx	Текстовый файл, содержащий описательную часть проекта по оценке качества ПС
ОКPS.exe	Модуль программного обеспечения – исполняемый файл, реализованный в среде Microsoft Visual C# 200. Обеспечивает взаимодействие между компонентами и производит вычисления, устанавливает связь с базой данных, передает данные в шаблон текстового документа и пояснительную записку в текстовом редакторе
База данных ОКPS.mdf	Физическая модель базы данных для хранения исходных данных из ГОСТ 28195–89 и результатов расчетов параметров качества ПС
СУБД MSSQL	Система управления базами данных MSSQL для обеспечения функционирования базы данных ОКPS.mdf

<sup>4</sup>ГОСТ 28195–89. Оценка качества программных средств. Общие положения. Введ. 1990–07–01. М., 1989. 30 с.

данных в справочниках базы данных «Исполнитель», «Тип ПС», «Проект», «Критерий качества ПС», «Метрика», «Оценочный элемент», «Заявитель» и «Документ» (рис. 3).

Поиск результатов проведенной оценки возможен по соответствующему номеру проекта, дате его составления, названию ПС и исполнителю. По результатам всех проведенных оценок формируются акты о приемлемости требуемого уровня качества ПС, с возможностью сохранения в форматах \*.docs или \*.pdf и последующего вывода на печать.

В формах «Редактирование справочников» (см. рис. 3) предоставлена возможность выбора, добавления, изменения, удаления и сохранения данных для оценки качества и спи-

ска оцениваемых параметров. Для удобства работы пользователя добавление данных в справочники производится в отдельной форме «Добавление данных»: эта форма является универсальной для всех справочников и вызывается в зависимости от того, где возникла необходимость добавления данных, после этого формируются необходимые поля для занесения информации. Такой универсальный способ добавления данных позволяет избежать множественности форм и тем самым исключить ошибки при написании правильного алгоритма занесения данных в справочники.

Изменение, удаление и сохранение данных по оценке качества ПС происходит в основных формах отображения данных в справочниках,

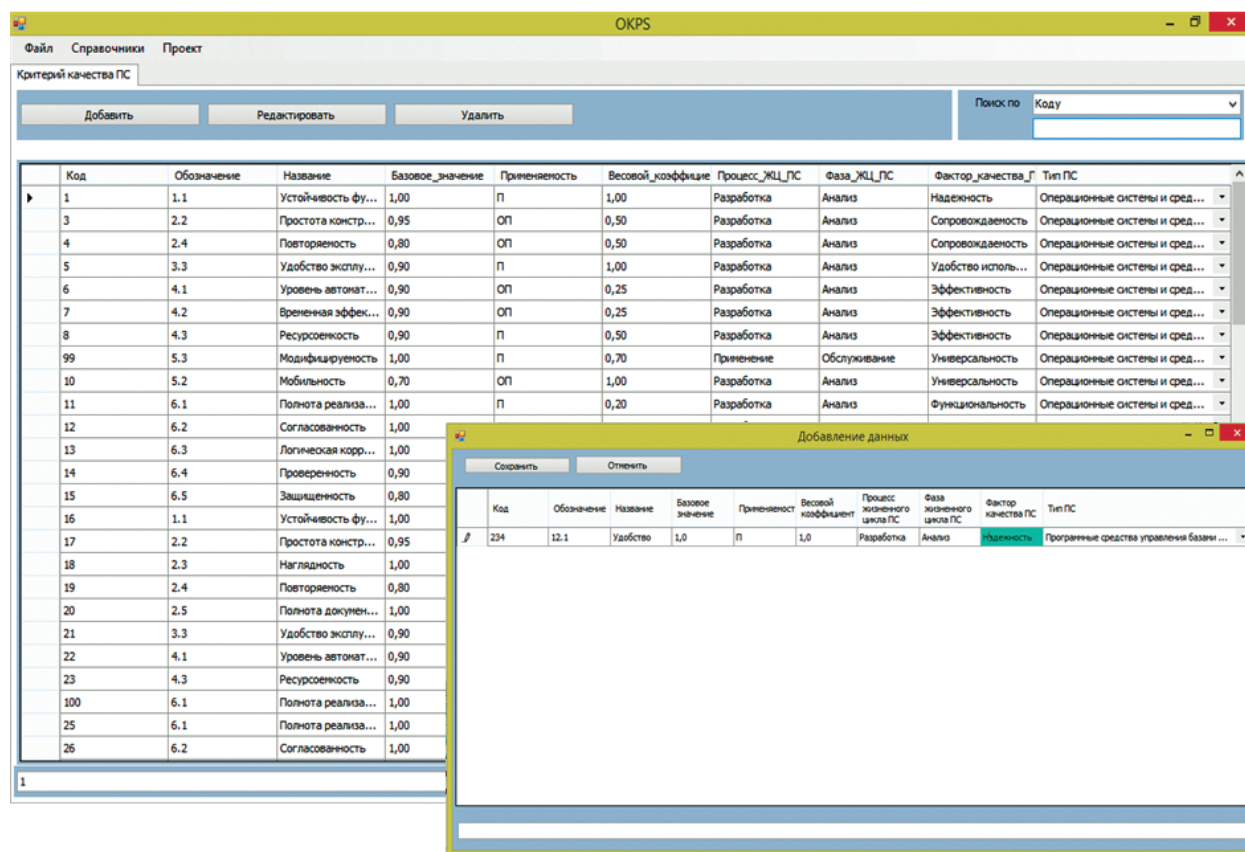


Рис. 3. Вид формы справочника «Критерий качества ПС»

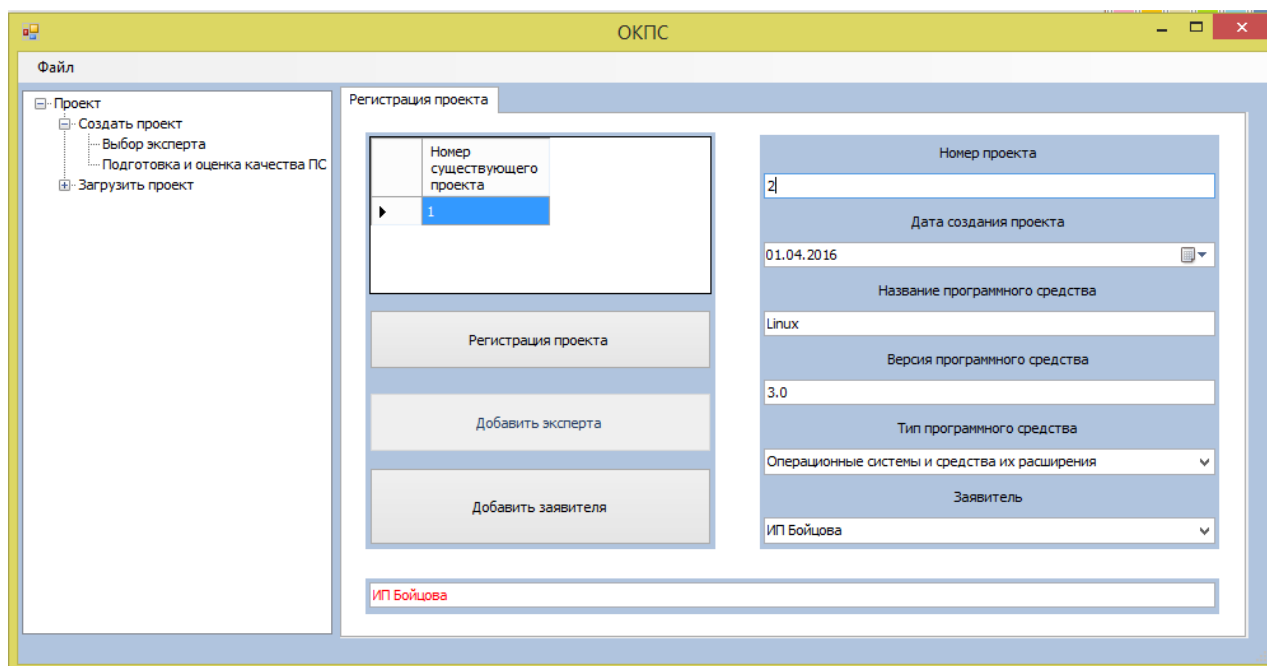


Рис. 4. Вид формы «Создание проекта»

что упрощает сам процесс изменения, удаления и в то же время позволяет пользователю видеть всю отображаемую информацию. Оценивание качества ПС происходит после регистрации проекта в форме «Проект» (рис. 4).

После заполнения разделов «Регистрация проекта», «Добавление эксперта в проект» и «Подготовка и оценка качества ПС» и выполнения команды «Рассчитать» производится автоматическое вычисление и определение

уровня оцениваемого ПС. По результатам проведенной оценки создается акт о приемлемости требуемого уровня ПС.

Практическое применение разработанной АС позволит повысить эффективность процесса оценки качества ПС за счет возможности хранения, обработки и поиска результатов оценивания для разных стадий их жизненного цикла, автоматизированного формирования документации по проектам.

### Список литературы

1. Липаев В.В. Оценка качества программных средств // Сетевой журн. 2002. № 3. С. 31–38.
2. Липаев В.В. О проблемах оценивания качества программных средств // Информ. технологии. 2002. № 4. С. 19–23.
3. Юдин С.В. Некоторые проблемы оценки качества и надежности программных продуктов // Изв. Тул. гос. ун-та. Сер.: Техн. науки. 2012. № 1. С. 465–470.
4. Бураков В.В. Методика оценки качества программных средств // Изв. вузов. Приборостроение. 2008. Т. 51, № 1. С. 13–18.
5. Данилина Т.Г. Оценка качества программного обеспечения в соответствии с международными стандартами // Радиоэлектронные и компьютерные системы. 2012. № 7. С. 266–269.



6. Бедердинова О.И., Бойцова Ю.А. Концептуальная модель оценивания качества программных средств // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Естеств. науки. 2014. № 4. С. 112–120.
7. Бедердинова О.И., Коряковская Н.В., Бойцова Ю.А. Информационная модель автоматизированной системы оценки качества программных средств // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Естеств. науки. 2015. № 1. С. 107–113.
8. Бедердинова О.И., Коряковская Н.В., Бойцова Ю.А. Статическая модель системы оценивания качества программных средств // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Естеств. науки. 2015. № 3. С. 87–96.

## References

1. Lipaev V.V. Otsenka kachestva programmykh sredstv [Qualitative Assessment of Software]. *Setevoy zhurnal*, 2002, no. 3, pp. 31–38.
2. Lipaev V.V. O problemakh otsenivaniya kachestva programmykh sredstv [On the Problems of the Qualitative Assessment of Software]. *Informatsionnye tekhnologii* [Information Technologies], 2002, no. 4, pp. 19–23.
3. Yudin S.V. Nekotorye problemy otsenki kachestva i nadezhnosti programmykh produktov [Some Problems of the Software Quality Evaluation and Reliability]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Tekhnicheskie nauki* [News of the Tula State University. Ser.: Technical Sciences], 2012, no. 1, pp. 465–470.
4. Burakov V.V. Metodika otsenki kachestva programmykh sredstv [Evaluation Method of the Software Quality]. *Izvestiya vuzov. Priborostroenie* [Journal of Instrument Engineering], 2008, vol. 51, no. 1, pp. 13–18.
5. Danilina T.G. Otsenka kachestva programmnogo obespecheniya v sootvetstvii s mezhdunarodnymi standartami [Software Quality Evaluation in Accordance with the International Standards]. *Radioelektronnye i komp'yuternye sistemy* [Radioelectronic and Computer Systems], 2012, no. 7, pp. 266–269.
6. Bederdinova O.I., Boytsova Yu.A. Kontseptual'naya model' otsenivaniya kachestva programmykh sredstv [A Conceptual Model of a Software Quality Assessment]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Estestvennye nauki*, 2014, no. 4, pp. 112–120.
7. Bederdinova O.I., Koryakovskaya N.V., Boytsova Yu.A. Informatsionnaya model' avtomatizirovannoy sistemy otsenki kachestva programmykh sredstv [Information Model of the Software Quality Assessment Automated System]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Estestvennye nauki*, 2015, no. 1, pp. 107–113.
8. Bederdinova O.I., Koryakovskaya N.V., Boytsova Yu.A. Staticheskaya model' sistemy otsenivaniya kachestva programmykh sredstv [Static Model of the Software Quality Assessment System]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Estestvennye nauki*, 2015, no. 3, pp. 87–96.

doi: 10.17238/issn2227-6572.2016.2.99

**O.I. Bederdinova\*, Yu.A. Boytsova\***

\*Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov  
(Severodvinsk, Arkhangelsk region, Russian Federation)

## SOFTWARE INTEGRAL QUALITATIVE ESTIMATION

The paper presents the methodology of the software integral qualitative estimation in the form of a four-level hierarchical model, regulated by the State Standard 28195–89. The results of the domain analysis on the IDEF0 notation, as well as the design of the automated system specification in accordance with the UML notation and information support on the IDEF1X notation are demonstrated. A created physical layout chart of the automated system on the UML notation with the Component Assignments description

---

**Corresponding author:** Oksana Bederdinova, address: Captain Voronin str., 6, Severodvinsk, Arkhangelsk region, 164520, Russian Federation; e-mail: O.Bederdinova@narfu.ru

used for its operation is presented. The interface of the software quality evaluation automated system in an object-oriented development environment Visual Studio 2008 in the programming language C # is described. In the automated system we implement the work with the reference tables of information from the standards and with the results of the executed evaluation projects. Data retrieval of the reference list is possible by a project number, a date of compilation, a software name and an executive. According to the projects results the acts of the admissibility of the required quality level of the assessed software with the ability to save files in different formats and print output are generated. Created unified forms for adding data in all directories allow us to avoid a multiplicity of forms and eliminate the errors when entering data in the directories. The automated system will ensure the reliability of evaluation and improve the efficiency of determining the software quality characteristics of different divisions.

**Keywords:** *quality factor, software, hierarchical model, automated system.*

Received on April 04, 2016