

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 52 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 двух научных публикаций*

## **КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ**

Представлена функциональная модель процесса оценивания качества программных средств методом интегральной оценки характеристик готовых программных средств и их компонентов, основанная на иерархической четырехуровневой модели, в соответствии со стандартом РФ ГОСТ 28195-99 и с нотацией IDEF0. В соответствии со стандартом для программного средства формируется четырехуровневая иерархическая модель качества, отражающая взаимосвязь факторов, критериев, метрик и оценочных элементов в зависимости от фаз жизненного цикла и класса программного средства. Методология выполнения оценивания программ включает определение и планирование уровней показателей характеристик качества с учетом цели оценки качества программ и их подкласса, реализацию методов оценивания выбранных показателей, анализ полученных результатов и обобщение выводов о реальном качестве программного средства. Модель разработана для определения способности программного продукта к удовлетворению установленных (предполагаемых) потребностей в заданных условиях эксплуатации на всех этапах жизненного цикла при планировании и контроле показателей качества на всех этапах разработки и при проверке эффективности модификации программного средства на этапе сопровождения. В результате проведенного анализа установлено, что методология определения качества функционирования программных средств является весьма трудоемкой, поэтому одним из направлений обеспечения высокой точности, надежности и производительности оценивания качества программных средств является создание автоматизированной системы. Применение автоматизированной системы не только повысит эффективность процесса оценивания, но и позволит накапливать статистические данные о качестве программных средств различного назначения в области значений метрик и оценочных элементов, что обеспечит создание предпосылок для определения нормативных (базовых) значений характеристик по классам программных продуктов.

***Ключевые слова:** жизненный цикл программного средства, иерархическая модель качества, оценивание качества программного средства.*

Увеличение сложности задач, решаемых программными средствами, а также возможность возникновения ущерба от недостаточного качества поучаемых результатов значительно повысили актуальность задачи точного описания требований к характеристикам качества и их оценки на различных этапах жизненного цикла программных средств (ПС).

Характеристики качества используются, если определены их метрики, меры и шкалы, а также указаны способы их измерения и сопоставления с базовыми значениями. Для программных средств характеристики качества выделяются на стадии проектирования и определяются требованиями технического задания и функциональным назначением с учетом требований областей применения. Они отражают функциональную пригодность для достижения заданных целей.

Показатели качества ПС регламентируются международным стандартом ISO 9126:1991 (ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93) «Информационная технология. Оценка программного продукта. Характеристики качества и руководство по их применению» [1]. Российским аналогом стандарта является ГОСТ 28195-99 «Оценка качества программных средств. Общие положения» [2]. В ГОСТ 28195-99 изложена концепция и методология интегральной оценки характеристик качества готовых программных средств и их компонентов (программного продукта) на различных этапах жизненного цикла при планировании и контроле качества ПС, а также при проверке эффективности модификации ПС на этапе сопровождения. Представлены общие рекомендации по организации и методологии оценки качества ПС. В соответствии со стандартом для каждого ПС формируется четырехуровневая иерархическая модель качества, отражающая взаимосвязь факторов, критериев, метрик и оценочных элементов в зависимости от фаз жизненного цикла и класса программного средства. Первый уровень модели определяет факторы (характеристики) качества ПС. В стандарте выделяют шесть показателей качества: надежность, удобство при-

менения, эффективность, сопровождаемость, универсальность, функциональность (корректность) для следующих процессов и фаз жизненного цикла ПС: процесс разработки – фазы анализа, проектирования, реализации, тестирования, изготовления; процесс применения – фазы внедрения, эксплуатации и сопровождения. Второму уровню модели соответствуют критерии качества (подхарактеристики) для каждого фактора качества. Третий уровень включает метрики для каждого критерия с заданными весовыми коэффициентами, которые определяют совокупность метода и шкалы измерения значений показателей. Четвертый уровень характеризуется оценочными элементами метрик (единичными показателями) и используется для оценки количественного или качественного значения отдельного показателя программного средства.

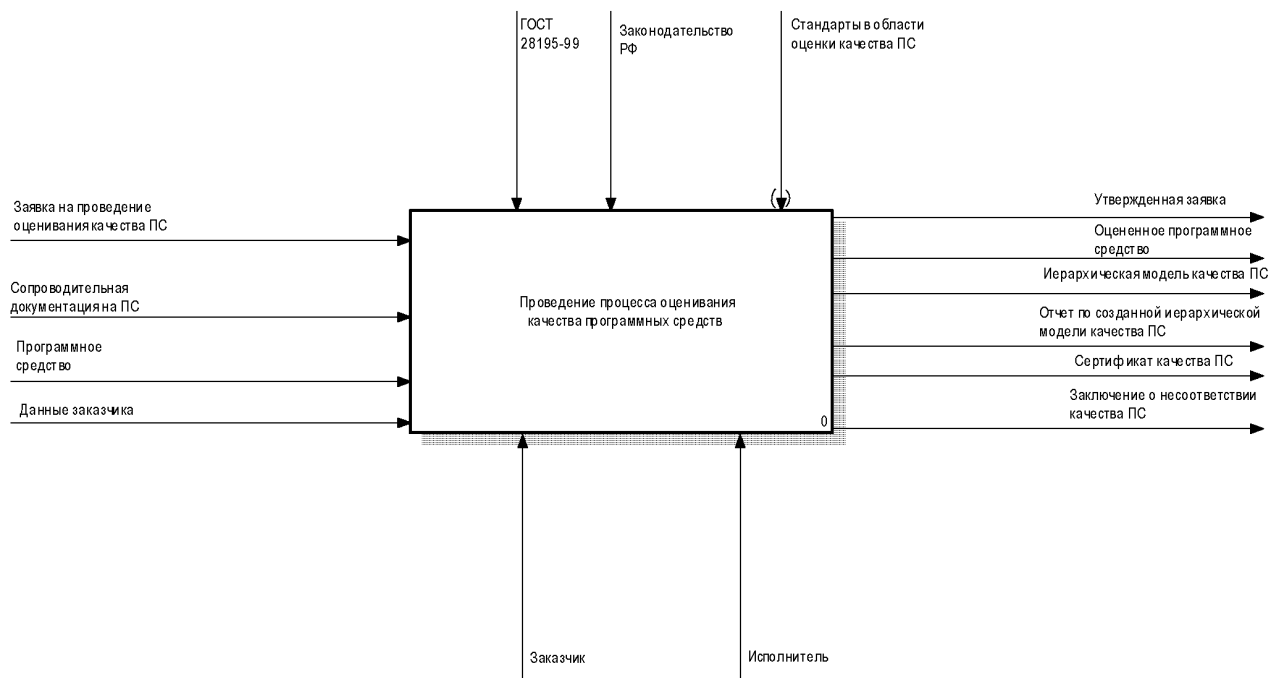
Методология оценивания программ включает:

- специфицирование показателей определяемых характеристик качества с учетом цели оценки качества и типа ПС;
- планирование уровней показателей качества программного средства;
- планирование и реализацию методов оценивания выбранных показателей качества;
- анализ полученных результатов и обобщение выводов о реальном качестве программного средства.

Таким образом, модель определяет качество программного обеспечения как способность программного продукта к удовлетворению установленных или предполагаемых потребностей при использовании в заданных условиях.

Стандарт по оцениванию может применяться лабораториями по тестированию комплексов программ и их компонентов, поставщиками, потребителями, пользователями и сертификационными организациями при оценивании качества программных средств на различных этапах жизненного цикла.

На основе проведенного анализа стандарта разработана функциональная модель процесса оценивания качества программных средств



**Рис. 1.** Контекстная диаграмма проведения процесса оценивания качества программных средств

в соответствии с требованиями нотации IDEF0, приведенная на *рис. 1–6*.

Входными данными процесса оценки качества ПС являются: заявка на проведение оценивания качества ПС, сопроводительная документация на ПС, данные заказчика и программное средство. В результате выполнения процесса формируются выходные потоки: утвержденная заявка, оцененное программное средство, модель качества ПС, отчет по созданной иерархической модели качества ПС, сертификат качества ПС или заключение о несоответствии качества ПС установленным требованиям.

Регламентирующими документами проведения процесса являются: ГОСТ 28195-99, законодательство РФ, стандарты в области оценки качества ПС. Процесс выполняется исполнителем и заказчиком.

Процесс оценки качества программных средств декомпозируется на три основных функции: рассмотрение заявки и принятие ре-

шения о проведении оценивания ПС, согласование и утверждение заявки; проведение оценки качества ПС и оформление документации о результатах оценки качества ПС. Декомпозиционная диаграмма процесса приведена на *рис. 2*.

Входными данными функции рассмотрения заявки и принятия решения о проведении оценивания ПС являются: заявка на проведение оценки качества ПС; данные заказчика и сопроводительная документация на ПС. В результате выполнения функции формируются выходные данные: утвержденная заявка или отказ в проведении оценки качества ПС, а также информация о ПС для проведения оценивания.

Функция проведения оценивания осуществляется при наличии утвержденной заявки и в соответствии с требованиями ГОСТ 28195-99. Входная информация о ПС и программное средство в процессе выполнения работы преобразуются в результаты оценивания, иерархическую модель оценки ПС и оцененное про-

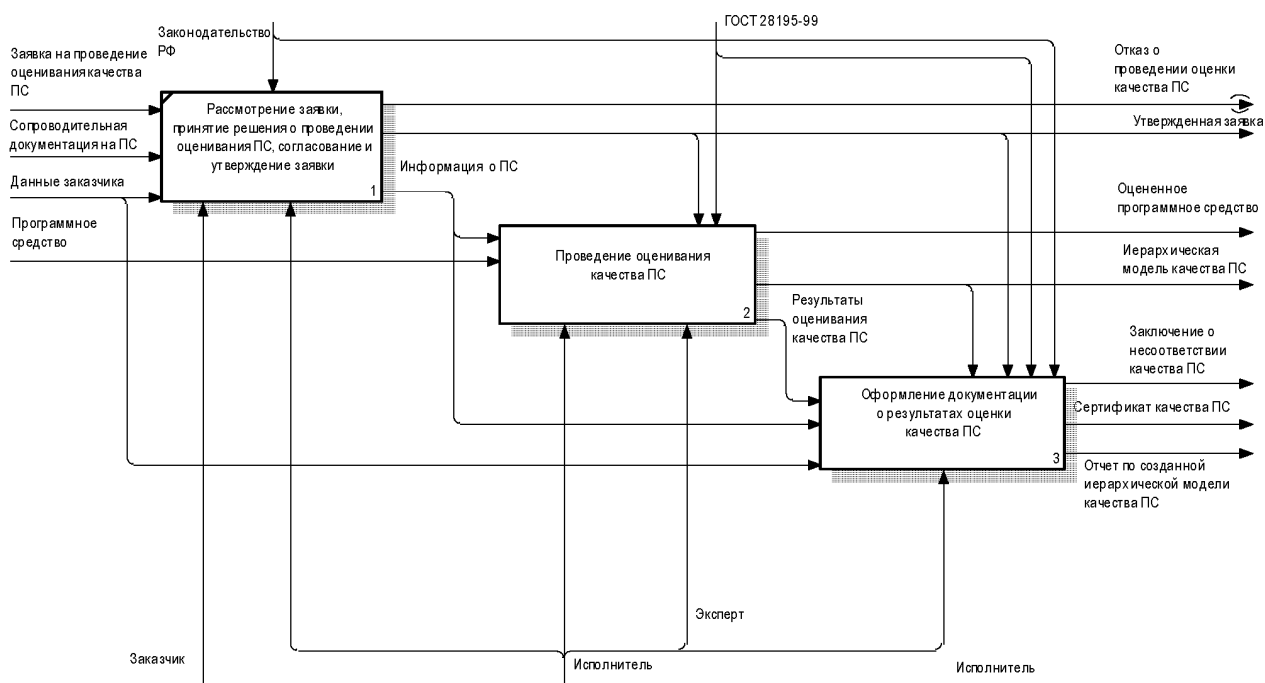


Рис. 2. Декомпозиционная диаграмма процесса

граммное средство. Исполнителями данной функции являются исполнитель и эксперт.

Оформление документации о результатах оценки качества ПС производится на основе входных данных: результатов оценки качества ПС, информации о ПС и данных заказчика. Отчет по созданной иерархической модели качества ПС и сертификат качества ПС или заключение о несоответствии качества ПС установленным требованиям являются выходными документами и формируются исполнителем. Процесс регламентируется законодательством РФ, ГОСТом 28195-99 и выполняется с учетом созданной иерархической модели качества в соответствии с утвержденной заявкой.

Функция по проведению оценивания качества ПС (рис. 3) включает шесть работ: определение цели, типа и фаз жизненного цикла оцениваемого ПС; определение планируемых требований к качеству ПС; проведение подготовки к оцениванию качества ПС; проведение

оценки и контроля качества ПС и заключение об обеспечении требуемого уровня качества оцениваемого ПС. Все работы регламентируются ГОСТом 28195-99.

В результате выполнения функции определения цели, типа и фаз жизненного цикла оцениваемого ПС идентифицируются тип (подкласс) ПС в соответствии с российским классификатором продукции и фазы жизненного цикла, для которых осуществляется оценивание качества, с учетом входной информации о ПС при наличии утвержденной заявки.

Установленные тип и фазы жизненного цикла ПС являются управляющими воздействиями для выполнения процесса определения планируемых требований к качеству ПС. Выходными данными функции являются: факторы качества ПС, критерии качества ПС, базовые значения критериев качества ПС и базовые значения факторов качества ПС, полученные на основе информации о ПС.

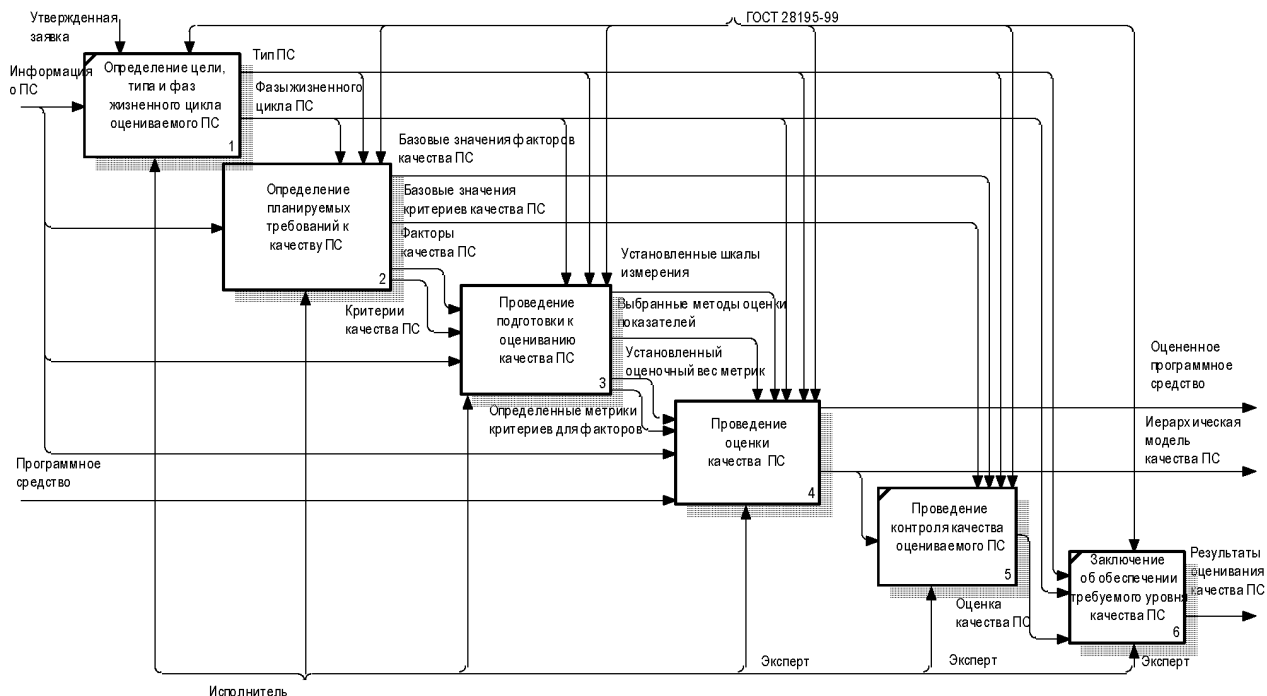


Рис. 3. Декомпозиционная диаграмма проведения оценивания качества программных средств

Функция проведения подготовки к оцениванию ПС включает следующие работы (рис. 4): выбор метрик качества ПС; определение методов оценки и шкал и установление уровней оценок для метрик. Все функции зависят от типа (подкласса) и фаз жизненного цикла ПС, регламентируются ГОСТом 28195-99 и выполняются исполнителем.

Входными данными для выбора метрик качества являются факторы и соответствующие им критерии качества, а также информация о ПС (назначение, особенности и условия сопровождения). Метрики состояются из оценочных элементов (единичных показателей), определяющих заданное свойство, для оценки количественного или качественного значения отдельного показателя.

Выходные данные функции являются управляющими воздействиями для определения методов и шкал измерения значений по-

казателей и установления уровней оценок для метрик. Методы определения показателей качества классифицируются по способам (измерительный, регистрационный, органолептический, расчетный) и источникам (традиционный, экспертный, социологический) получения информации о ПС. Выходными данными функций являются установленные шкалы измерения, выбранные методы оценки показателей и установленный оценочный вес метрик.

Функция проведения оценки качества программного средства декомпозируется на четыре функции (рис. 5): установление экспертных значений или выполнение измерений, проведение расчетов для определения значений оценочных элементов, определение относительных и абсолютных показателей качества по методу интегральной оценки и создание иерархической модели качества ПС.

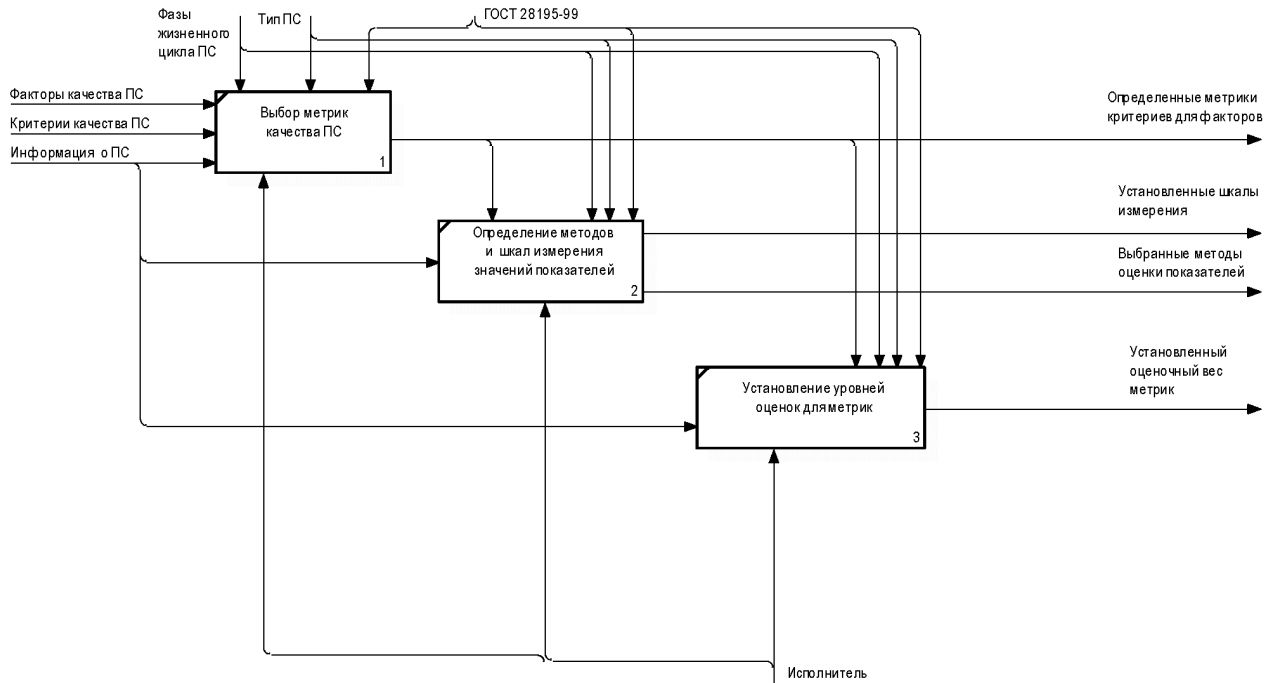


Рис. 4. Декомпозиционная диаграмма проведения подготовки к оцениванию качества программных средств

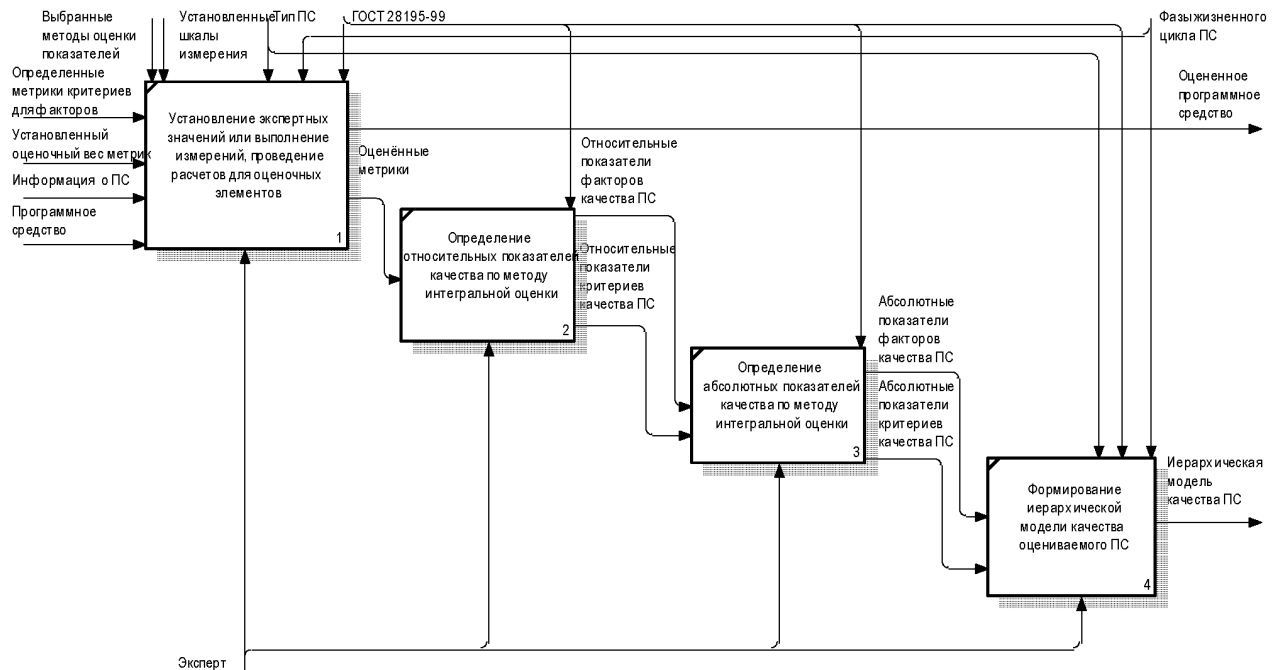
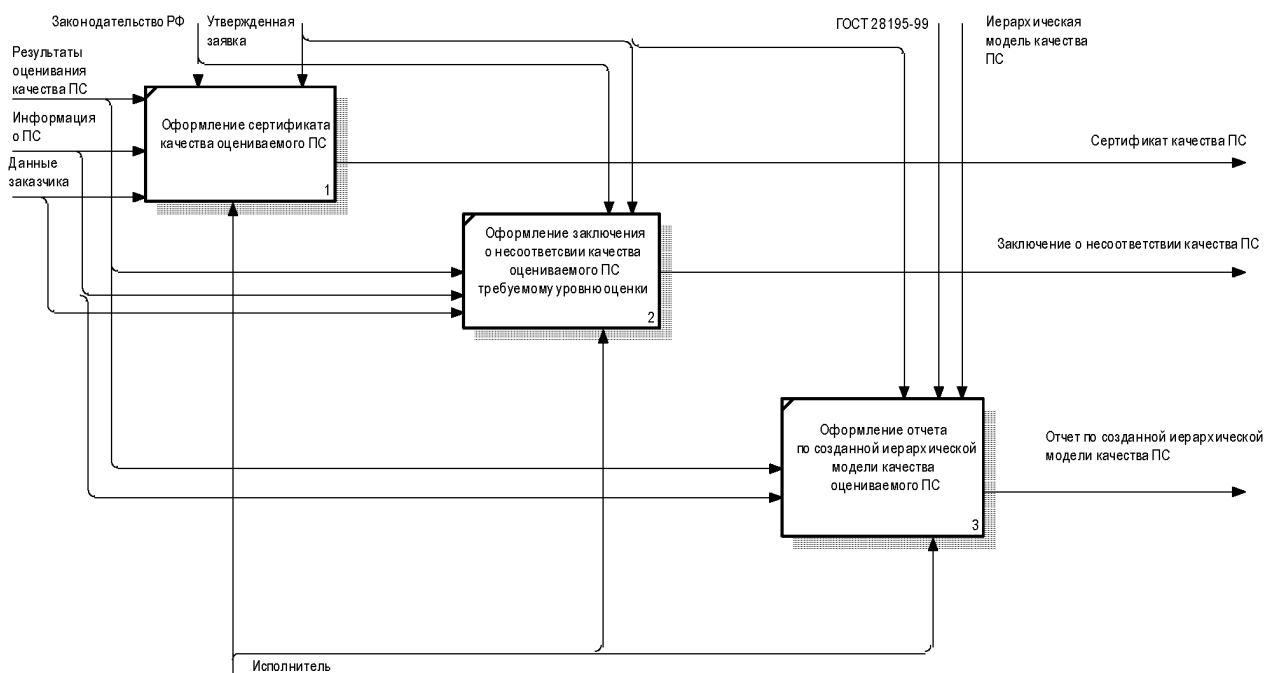


Рис. 5. Декомпозиционная диаграмма определения качества программных средств



**Рис. 6.** Декомпозиционная диаграмма процесса оформления документации о результатах оценки качества программного средства

Управляющими воздействиями для функции установления экспертных значений или выполнения измерений, проведения расчетов для определения значений оценочных элементов являются выбранные методы оценки показателей, установленные шкалы измерения, тип и фазы жизненного цикла ПС, ГОСТ 28195-99. Входные данные – определенные метрики критериев для всех факторов, установленные весовые коэффициенты метрик, информация о ПС и программа – преобразуются посредством выполнения функции в оцененное программное средство и определенные метрики критериев.

Функции определения относительных и абсолютных показателей качества по методу интегральной оценки регламентируются ГОСТом 28195-99, в результате ее выполнения вычисляются показатели факторов и критериев качества ПС.

При выполнении функции формирования иерархической модели качества ПС создается

модель на основе полученных реальных значений относительных и абсолютных показателей качества. Эксперт выступает исполнителем всех работ.

Процесс оформления документации о результатах оценки качества программного средства состоит из следующих функций: оформление сертификата качества или заключения о несоответствии качества оцениваемого ПС установленным требованиям и оформление отчета по созданной иерархической модели качества ПС (рис. 6).

Входными данными для функций оформления сертификата качества и заключения о несоответствии качества ПС установленным требованиям являются результаты оценивания качества ПС, информация о ПС и данные заказчика. Функции выполняются в соответствии с утвержденной заявкой и законодательством РФ. В результате выполнения функций создается сертификат качества или заключение



о несоответствии качества ПС установленным требованиям в случае неудовлетворительных реальных значений показателей качества.

Отчет по созданной иерархической модели качества ПС создается посредством выполнения функции формирования отчета на основании результатов оценивания качества ПС и информации о ПС с учетом утвержденной заявки, требований ГОСТ и оцененных факторов качества иерархической модели качества ПС. Все функции выполняются исполнителем.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что определение качества функционирования программных средств является весьма трудоемким, трудно формализуемым и не защищенным от воздействия антропогенного фактора (ошибок эксперта, исполнителя)

процессом. Поэтому одним из направлений обеспечения высокой точности, надежности и производительности оценивания качества ПС является создание автоматизированной системы. Ее применение не только повысит эффективность процесса оценивания ПС, но и позволит накапливать статистические данные о качестве ПС различного назначения в области значений метрик и оценочных элементов, что обеспечит создание предпосылок для определения нормативных (базовых) значений характеристик по классам ПС. Полученные значения метрик и оценочных элементов могут определить основы для деятельности по управлению качеством в процессе разработки ПС и в области стандартизации программного обеспечения.

## Список литературы

1. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению: ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. Введ. 1994-01-01. М., 1994. 10 с.
2. Оценка качества программных средств. Общие положения: ГОСТ 28195-99. Введ. 2000-01-03. М., 1998. 49 с.

## References

1. *GOST 9126-93. Informacionnaja tehnologija. Ocenka programnoj produkcii. Harakteristiki kachestva i rukovodstva po ih primeneniju* [State Standart 9126-93. Information Technology. Evaluation of Software Products. Quality Characteristics and Guidelines on Their Application]. Moscow, 1994. 10 p.
2. *GOST 28195-99. Ocenka kachestva programnyh sredstv. Obshhie polozenija* [State Standart 28195-99. Quality Evaluation of Software. General Provisions]. Moscow, 1998. 49 p.

***Bederdinova Oksana Ivanovna***

Institute of Shipbuilding and Arctic Marine Engineering, Severodvinsk Branch of 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)

## CONCEPTUAL MODEL OF SOFTWARE QUALITY ASSESSMENT

The paper presents the functional model of the process of software quality assessment by integral evaluation of the characteristics of the off-the-shelf software products and their components, based on a hierarchical four-level model, in accordance with the state standard of the Russian Federation



28195-99 and notation IDEF0. In accordance with the standard a four-level hierarchical model of quality, reflecting the relationship of factors, criteria, metrics and evaluation elements, depending on phases of the software development lifecycle and program class, is formed. The methodology of software assessment includes the definition and planning of the data levels of quality characteristic with the goal of software quality assessment and their sub-class, implementation of evaluator of the selected indicators, analysis of the results and evidence summary about the actual software quality. The model is developed for assessment of ability of the software to meet the needs at live environment at all stages of the lifecycle for planning and monitoring of quality indicators at all stages of the development and validation of the efficiency of modifying software at the maintenance phase. As follows from the analysis it is found that the methodology of evaluation of quality of software functioning is very time-consuming, so an automated system is one of the ways to ensure accuracy, reliability and performance of estimation of software quality. The application of automated system will not only improve the efficiency of the estimation process, but also will accumulate statistics about the software quality for various purposes in the range of metrics and evaluation elements that will provide the creation of prerequisites for determining the criterion values of characteristics by classes of software products.

**Keywords:** *life cycle of software, hierarchical model of quality, software quality assessment.*

*Контактная информация:*

Бедердинова Оксана Ивановна

*адрес:* 164501, г. Северодвинск, ул. Воронина, д. 6;

*e-mail:* O.Bederdinova@narfu.ru

Бойцова Юлия Александровна

*адрес:* 164512, 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