

Методика обоснования выбора CASE-средств для анализа и проектирования систем управления предприятиями

Приведена классификация основных методологий и методов, применяемых при анализе, проектировании, разработке и внедрении систем управления. По выделенным группам методов даны характеристики и области применения моделей разных видов. Описана методика комплексной оценки качества программного обеспечения на основе российских и международных стандартов. Приведен обзор CASE-средств для анализа и проектирования систем управления предприятиями, представленных на российском рынке. Разработана метрика качества для комплексной оценки CASE-средств. Приведены результаты решения задачи обоснования выбора CASE-средств для анализа и проектирования систем управления предприятиями.

Ключевые слова: проектирование систем управления, система управления предприятием, CASE-средство, оценка качества ПО, метрика качества.

Введение

CASE-технологии (Computer Aided System Engineering) — это технологии автоматизированной разработки систем (программного обеспечения), обеспечивающие с помощью предназначенного для этих целей инструментария (CASE-средств) комплексную поддержку разработки либо поддержку отдельных стадий жизненного цикла сложных программных систем — их специфицирование, проектирование, реализацию, тестирование, сопровождение и развитие. CASE-технологии базируются на определенных методологиях проектирования систем управления, а также включают в себя набор инструментальных средств, позволяющих в наглядной форме моделировать предметную область, анализировать эту модель на всех этапах разработки и сопровождения систем и разрабатывать приложения в соответствии с потребностями пользователей [1–3].

Начальными этапами процессов жизненного цикла систем управления являются стадии анализа требований и проектирования (конструирования) структуры и взаимосвязей разрабатываемой системы. Это наиболее трудоемкие и плохо формализуемые этапы разработки систем управления, в процессе которых CASE-средства обеспечивают повышение качества принимаемых технических решений и подготовку качественной проектной документации.

При разработке любой системы управления возникает задача выбора инструмента проектирования,



К. С. Мышенков,
д. т. н., профессор
кафедры информационных систем,
Московский государственный
технологический университет «СТАНКИН»
(МГТУ «СТАНКИН»)
e-mail: k.myshenkov@stankin.ru

который отвечал бы всем требованиям проектировщиков и позволял грамотно и эффективно решать поставленные задачи. Современный рынок программных средств насчитывает около 300 видов различных CASE-средств, наиболее мощные из которых так или иначе используются практически всеми ведущими западными и российскими фирмами, и многие компании сталкиваются с проблемой выбора подходящего программного решения. Выбор эффективных и адекватных автоматизируемому объекту методов, применяемых при анализе, проектировании, разработке или внедрении систем управления, представляет собой сложную и ответственную задачу [4–8].

Методологии и методы анализа и проектирования

Одними из определяющих факторов при выборе тех или иных инструментальных средств являются методологии и методы проектирования, на которых базируются соответствующие CASE-средства. Рассмотрим основные методологии и методы, применяемые при анализе, проектировании, разработке и внедрении систем управления. Дадим определения основным используемым далее понятиям.

Методология — учение структуре, логической организации, методах и средствах деятельности. **Метод** — способ достижения какой-либо цели, решения конкретной задачи; совокупность приемов или операций практического или теоретического освоения (познания) действительности. **Модель (информа-**

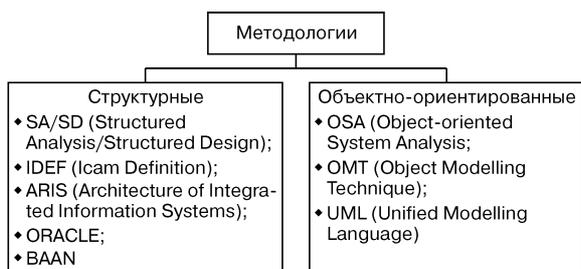


Рис. 1. Виды методологий

тика) — это система, исследование которой служит средством для получения информации о другой системе. **Система** — множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, образующих определенную целостность, единство [9].

Основные методологии моделирования, используемые в настоящее время на этапах анализа, разработки и внедрения систем управления представлены на рис. 1. Их можно разделить на две большие группы: структурные и объектно-ориентированные [1].

Структурные методологии базируются на декомпозиции моделируемой системы на автоматизируемые функции: система разбивается на функциональные подсистемы, которые в свою очередь делятся на функции, подразделяемые на задачи и так далее. При этом система сохраняет целостное представление, в котором все компоненты взаимосвязаны [10–15]. Наиболее известными структурными методологиями являются: структурный анализ/структурное проектирование (SA/SD), комплексная автоматизация производственных процессов (IDEF), архитектура интегрированных

информационных систем (ARIS), методологии фирм-разработчиков (ORACLE, BAAN и др.).

Объектно-ориентированные методологии основаны на представлении системы в виде совокупности объектов, каждый из которых является реализацией определенного типа, использует механизмы пересылки сообщений и классы, организованные в иерархию наследования [16]. Наиболее известными объектными методологиями являются: объектно-ориентированный системный анализ (OSA), технология объектного моделирования (OMT), унифицированный язык моделирования (UML).

Каждая из методологий включает в себя набор методов графического моделирования аспектов предметной области (видов моделей, диаграмм, нотаций). На рис. 2 приведена классификация основных методов моделирования, используемых при анализе, проектировании, разработке и внедрении систем управления [17].

Функциональные модели — модели, ориентированные на функции и представляющие собой структурированное изображение функций системы или среды, информации и объектов, связывающих эти функции. Функциональные модели применяют при анализе требований к системе, при проектировании новой системы, а также для анализа бизнес-процессов при принятии решений о реконструкции (реинжиниринге) системы управления.

Модели потоков данных — модели графического структурного анализа, описывающие внешние по отношению к системе источники и приемники данных, процессы, потоки данных и хранилища данных, к которым осуществляется доступ. Модели потоков

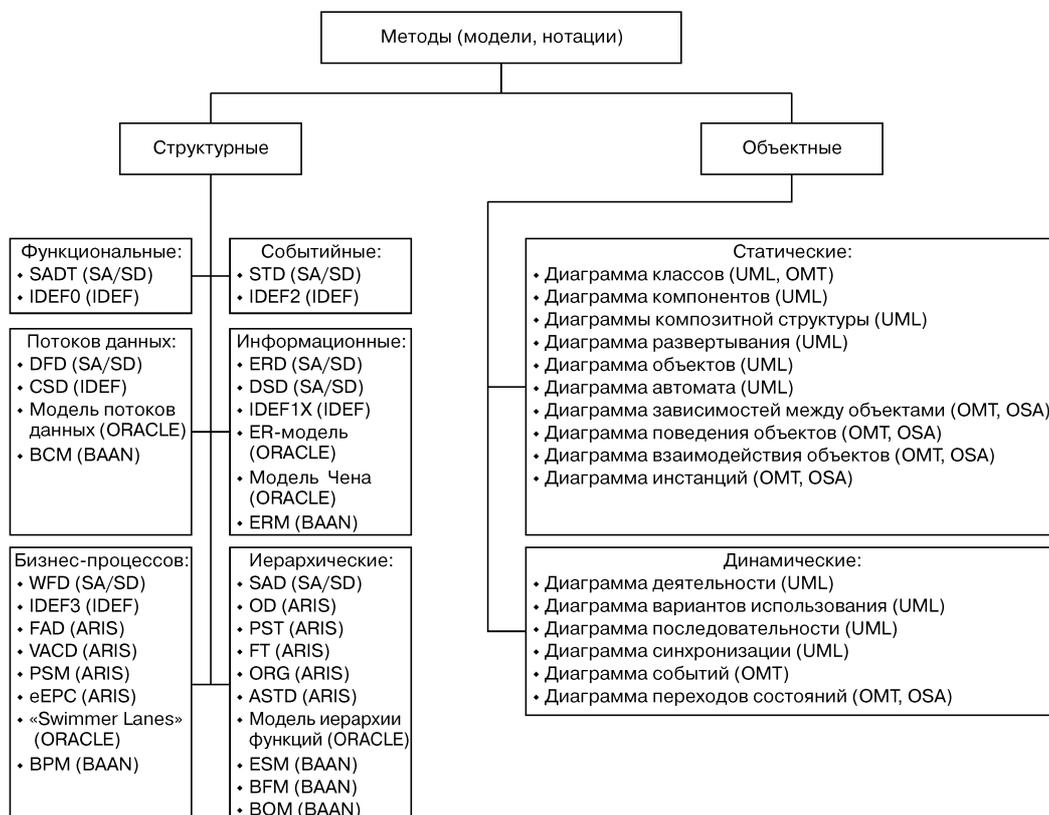


Рис. 2. Классификация методов моделирования

данных используются на этапе проектирования систем управления.

Модели бизнес-процессов — модели видов деятельности организации, включающие описание деловых объектов (процессов, бизнес-функций, потоков работ, подразделений, должностей, ресурсов, ролей, информационных систем, носителей информации и т. д.) и отображение связей между ними. Отметим, что модели бизнес-процессов являются динамическими моделями, так как описывают последовательность (и иногда условия) выполнения бизнес-процессов, в отличие от остальных групп структурных моделей (рис. 2), описывающих исключительно статику системы. Модели бизнес-процессов используются при описании и реинжиниринге видов деятельности компании, на этапах анализа и определения требований к системе, а также при внедрении систем управления на предприятиях.

Событийные модели — это модели, в которых функционирование системы представляется в виде набора состояний объектов и перечня событий (функций) системы. Событийные модели используются на этапах анализа требований и проектирования поведения динамических объектов (элементов) системы.

Информационные модели — модели данных конкретной предметной области или ее объектов, они отображают структуру данных проектируемых систем. Информационные модели разрабатываются на этапах проектирования и реинжиниринга систем управления.

Иерархические модели — модели представления системы в виде древовидной (иерархической) структуры, состоящей из объектов различных уровней. С помощью иерархических моделей для организаций и подразделений описывают организационные структуры, деревья целей, выполняемых функций, выпускаемых продуктов и оказываемых услуг и т. д. Иерархические модели используют в управленческом консалтинге при реинжиниринге систем управления.

Объектные статические модели — модели, которые не отражают динамику системы, т.е. изменения, происходящие с течением времени. Основными статическими моделями на этапах объектно-ориентированного анализа и проектирования систем служат диаграммы, представляющие классы, объекты или компоненты системы и их отношений между собой: ассоциации, обобщения и различные виды зависимостей.

Объектные динамические модели — модели, описывающие изменение (динамику) функций (параметров, состояний объектов) системы. Объектные динамические модели используются на этапах объектно-ориентированного анализа и проектирования и отображают процесс изменения состояний реальной или проектируемой системы, показывают различия между состояниями объектов, последовательность смены состояний и последовательность выполнения функций системы в течение времени.

Методы оценки качества программного обеспечения

Программное обеспечение (ПО) является специфичным объектом: оно столь многофункционально, что даже схематично может быть описано только очень

большим числом критериев качества (как правило, не менее двухсот). Это не позволяет применять существующие методы оценки качества других видов продукции к ПО в неизменном виде. Оценке качества ПО посвящены государственные и международные стандарты. Согласно ГОСТ 28195-89 [18], оценка качества ПО представляет собой совокупность операций, включающая выбор номенклатуры показателей качества, определение значений этих показателей и сравнение их с базовыми значениями. Основные существующие методы оценки качества ПО можно разделить на три группы (рис. 3).

К **первой группе** относятся методы, предназначенные для оценки качества ПО по **внутренним характеристикам**, т. е. таким техническим показателям программ, как их сложность, вычислительная избыточность, структурная целесообразность и т. п. К наиболее распространенным методам данной группы можно отнести метрики размера программ, метрики Холстеда, метрики Альбрехта, цикломатическую меру сложности программы Маккейба, метрики стилистики программ Ван Тассела, Конаковски и др.

Ко **второй группе** относятся методы оценки качества ПО по **внешним характеристикам**, направленные на оценку функциональных возможностей ПО без учета его внутренней реализации. К данной группы относятся методики Г. Н. Хубаева, В. И. Воробьева, А. В. Копыльцова, Е. Елтаренко, М. Сергиевским, И. В. Антошиной и др. В данную группы также входит метод оценки, регламентируемый ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 [19].

К **третьей группе** методов оценки качества ПО по **смешанным характеристикам** относится метод, определенный в ГОСТ 28195-89 [18].

В целом, методы оценки качества по внутренним характеристикам позволяют получить достаточно точные оценки сложности программ, однако их практи-

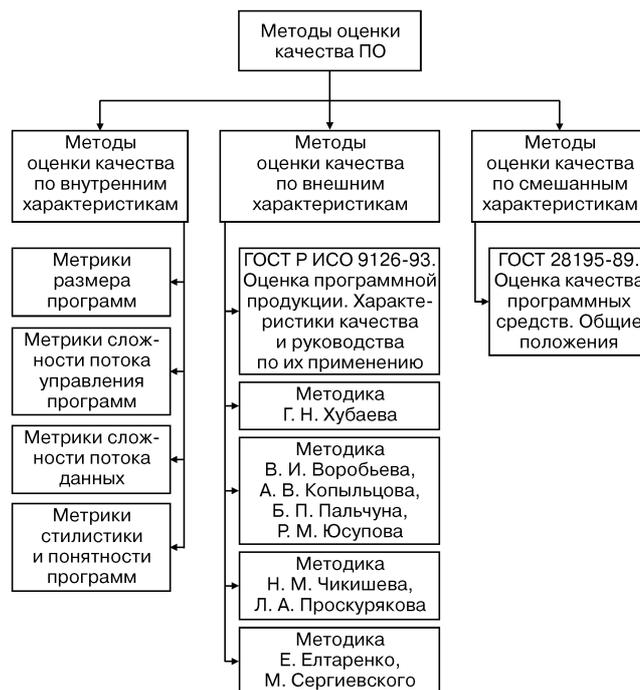


Рис. 3. Классификация методов оценки качества ПО

чески невозможно использовать сторонним экспертам из-за отсутствия доступа к исходным текстам программ. Что касается методов оценки качества ПО по внешним и смешанным характеристикам, то они, как правило, направлены либо на оценку узкоспециализированных программных продуктов, либо наоборот — на оценку слишком обобщенных показателей качества. Тем не менее, по сравнению с методами оценки по внутренним характеристикам, они предлагают более универсальный подход к оценке качества, позволяя рассматривать программных продуктов в виде «стеклянного» или «черного ящика» на любом этапе его разработки. В общем виде этапы оценки качества ПО, характерные практически для всех методов второй и третьей групп, могут быть представлены следующей последовательностью:

1. Составление системы характеристик качества программных продуктов. Как правило, эта система имеет вид иерархической структуры и может включать как внутренние, так и внешние характеристики качества ПО.
2. Определение значений весовых коэффициентов (важности) характеристик качества с привлечением мнений экспертов.
3. Оценка значений единичных показателей качества. Информация об их значениях может быть получена по результатам испытаний программных продуктов, а если это невозможно или затруднительно, то по результатам экспертного опроса.
4. Нормирование значений единичных показателей качества.
5. Вычисление интегральной оценки качества программных продуктов путем взвешенной свертки значений его единичных показателей качества.

Методика комплексной оценки качества программного обеспечения

В основу предлагаемой методики комплексной оценки качества ПО положен метод, определенный в ГОСТ 28195-89 [18], позволяющий работать с наборами характеристик качества любого уровня декомпозиции и учитывать влияние каждой характеристики на итоговую оценку качества с помощью значений весовых коэффициентов. В подобной иерархической системе характеристики качества, располагающиеся на нижнем уровне иерархии, будем называть показателями качества. Для оценки характеристик качества ПО необходимо разработать метрику качества.

Метрика качества ПО — это количественный масштаб и метод, которые могут быть использованы для определения значения признака, принятого для конкретной программной продукции. Масштаб метрики описывают весовые коэффициенты, которые определяют относительную степень важности показателей на разных уровнях декомпозиции метрики, что обеспечивает их сопоставимость при вычислении значений показателей качества. Оценка масштаба метрики качества ПО проводится методом экспертных оценок и ранжирования показателей качества на основании разработанной структуры метрики, класса (типа) и параметров систем данного класса. Для простоты рас-

чета комплексных показателей и интегральной оценки качества, все показатели должны иметь одну и ту же область значений. При определении метрики следует руководствоваться принципами реализуемости, объективности и точности оценки показателей.

В результате интегральная оценка качества ПО будет определяться на основании оценок характеристик качества первого уровня декомпозиции интегральной характеристики по следующей формуле [1]:

$$X_n = \sum_{i=1}^{I_k} V(k, i) X_n(k, i), \quad \sum_{i=1}^{I_k} V(k, i) = 1, \quad n = \overline{1, N}, \quad k = 1, \quad (1)$$

где X_n — интегральная оценка качества n -го программного продукта; I_k — количество характеристик качества k -го уровня декомпозиции; $V(k, i)$ — весовой коэффициент (важность) i -й характеристики качества k -го уровня декомпозиции; $X_n(k, i)$ — значение оценки i -й характеристики качества k -го уровня декомпозиции для n -го ПО; N — количество программных продуктов.

Оценки характеристик качества программных продуктов для прочих уровней иерархии определяются как

$$X_n(k, i) = \sum_{j=1}^{J_{k+1}} MS(k, i, j) V(k+1, j) X_n(k+1, j), \quad (2)$$

$$k = \overline{1, K-1}, \quad n = \overline{1, N}, \quad i = \overline{1, I_k},$$

$$MS(k, i, j) = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-я характеристика } (k+1)\text{-го} \\ & \text{уровня является подхарактеристикой} \\ & \text{для } i\text{-й характеристики } k\text{-го уровня,} \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

$$\sum_{j=1}^{J_{k+1}} V(k+1, j) = \begin{cases} 1, & \forall X_n(k, i), \quad k < K-1, \\ 1, & \forall X_n(k, i), \quad k = K-1 \text{ и тип характе-} \\ & \text{ристики } X(k, i) \text{ «сумма всех»,} \\ l, & l > 1, \forall X_n(k, i), \quad k = K-1 \text{ и тип ха-} \\ & \text{рактеристики } X(k, i) \text{ «один из»,} \end{cases}$$

где J_{k+1} — количество характеристик качества $(k+1)$ -го уровня декомпозиции; $MS(k, i, j)$ — матрица смежности характеристик качества k -го и $(k+1)$ -го уровней декомпозиции; K — количество уровней декомпозиции интегральной характеристики качества ПО.

Тип характеристики «сумма всех» означает, что программный продукт может получить оценку по одному или одновременно по нескольким показателям качества, составляющим данную характеристику. Напротив, тип характеристики «один из» означает, что показатели качества для таких характеристик являются взаимоисключающими, т. е. программный продукт может получить оценку только по одному из них.

Усредненная оценка показателей качества определяется следующим образом:

$$X_n(K, j) = \frac{1}{P} \sum_{p=1}^P X_n(K, j, p), \quad (3)$$

где $X_n(K, j)$ — значение j -го показателя качества n -го ПО K -го уровня декомпозиции (последнего); P — количество экспертных оценок показателя; $X_n(K, j, p)$ — оценка p -м экспертом значения j -го показателя качества K -го уровня декомпозиции n -го программного продукта.

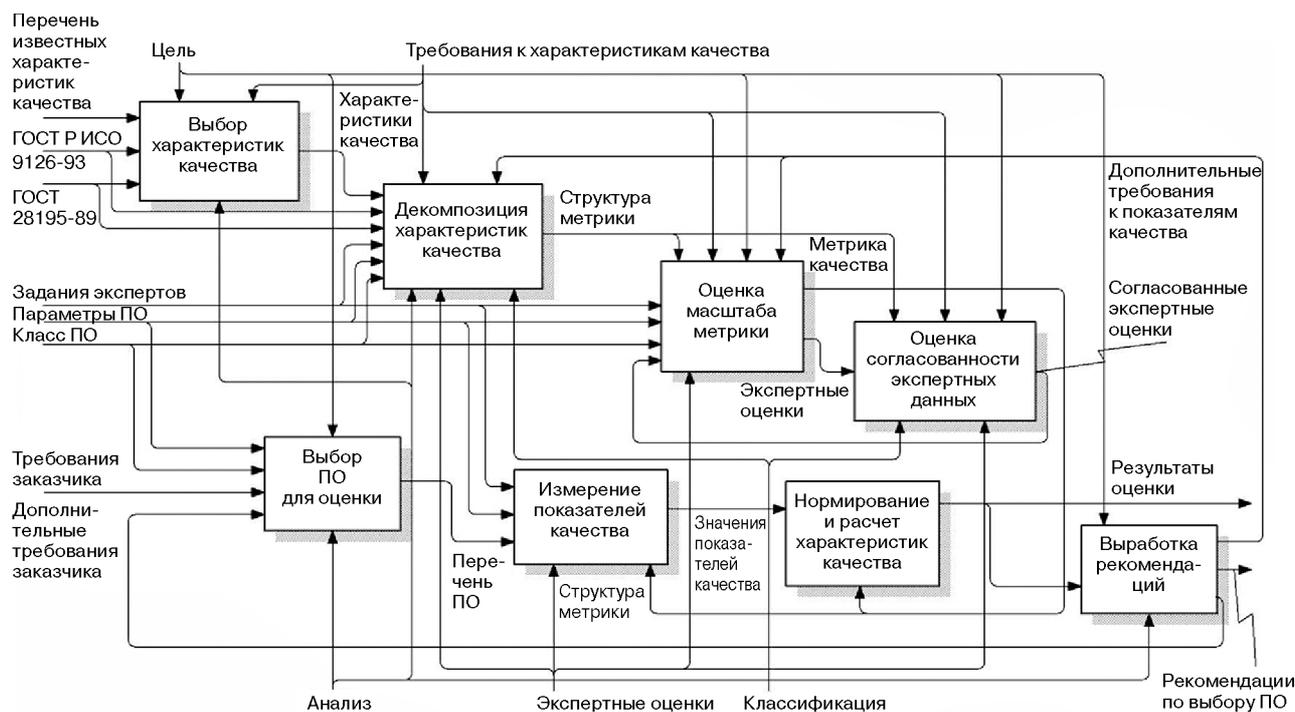


Рис. 4. Методика оценки качества ПО

Структурно-функциональная схема описываемой методики оценки качества ПО приведена на рис. 4, она состоит из шести этапов [20].

На **первом этапе** происходит выбор и декомпозиция характеристик, по которым будет производиться оценка качества ПО. Построение иерархического набора характеристик качества, включающего в себя следующие шаги. Набор и утверждение рабочей группы лицом, принимающим решение. На данном шаге лицом, ответственным за принятие решения по выбору программного продукта, производится формирование рабочей группы, на которую возлагаются задачи проведения процедур оценки качества и сравнения ПО. К наиболее распространенным способам формирования рабочей группы относятся способ назначения, способ взаимных рекомендаций («снежного кома»), документационный способ.

Составление первоначальной структуры характеристик качества. На втором шаге, после изучения рабочей группой документации ряда рассматриваемых программных продуктов, а также на основании требований и существующих стандартов, регламентирующих оценку качества ПО, разрабатывается первоначальная структура характеристик качества.

Декомпозиция характеристик до уровня показателей качества. Выбранные на предыдущем шаге характеристики качества подвергаются детализации и представляются рядом более конкретных характеристик качества.

Корректировка структуры характеристик качества. На заключительном шаге происходит повторное рассмотрение и корректировка полученной структуры характеристик качества, в процессе чего в нее могут быть внесены как дополнительные, так и отсеяны малозначимые характеристики качества.

На **втором этапе** методики оценки качества ПО для каждой характеристики качества определяется ее

весовой коэффициент относительно других характеристик качества в этой же подгруппе, что обеспечивает ее сопоставимость при вычислении промежуточных значений показателей качества. Если тип родительской характеристики — «сумма всех», то суммарное значение весовых коэффициентов для всех ее подхарактеристик (показателей качества) должно равняться 1. Если же тип родительской характеристики «один из», то весовой коэффициент, равный 1, должна получить самая значимая подхарактеристика качества, тогда как весовые коэффициенты менее значимых подхарактеристик должны стремиться к 0. Определение весовых коэффициентов характеристик качества в конечной многоуровневой иерархической системе должно производиться последовательно «сверху вниз» на всех уровнях иерархии и выполняться по отдельности для каждой группы характеристик, исходя из их полезности для пользователя.

На **третьем этапе** проводится оценка согласованности экспертов, например, при помощи метода Делфи, являющегося одним из основных методов проведения экспертных опросов. В данном методе предусматривается создание условий, обеспечивающих наиболее продуктивную работу экспертной комиссии, что достигается анонимностью процедуры, с одной стороны, и возможностью пополнения информации о предмете экспертного опроса, с другой стороны. Еще одно важное свойство — обратная связь, позволяющая экспертам корректировать свои суждения с учетом промежуточных усредненных оценок и пояснений экспертов, высказавших крайние точки зрения.

На **четвертом этапе** методики в соответствии с требованиями заказчика производится определение перечня продуктов и проведение их оценки. Под оценкой понимаются действия по применению показателей качества нижнего уровня декомпозиции к конкретным продуктам. Значения оценочных показателей могут

быть получены по результатам тестирования демоверсий и ознакомления с технической и сопроводительной документацией программных продуктов, а также по результатам контактов с разработчиками и экспертами, имеющими опыт работы с оцениваемым программным обеспечением.

На **пятом этапе** методики производится расчет комплексных характеристик качества оцениваемых программных средств. Так как оценка сходства между объектами сильно зависит от абсолютного значения признака, перед началом расчетов значений комплексных характеристик качества необходимо произвести нормирование значений количественных показателей качества, например, с помощью функции естественной нормировки или нормировок сравнения. После завершения процедуры нормирования всех количественных показателей качества производится последовательный расчет оценок характеристик качества для каждого уровня иерархии.

На **шестом этапе** выполняется анализ полученных результатов оценки и осуществляется выработка рекомендаций, на основании которых принимается решение об окончательном выборе одного из рассматриваемых продуктов, либо о корректировке перечня оцениваемых программных средств и/или внесении изменений в список характеристик качества ПО. В последнем случае осуществляется переход на соответствующие этапы методики оценки качества и их повторное выполнение.

Обоснование выбора CASE-средств

Для решения задачи обоснования выбора CASE-средств предлагается использовать описанную выше методику комплексной оценки качества ПО. Процесс выбора основывается на результатах оценки систем в соответствии с этой методикой. Для оценки были отобраны следующие CASE-средства, представленные на российском рынке.

AllFusion Process Modeler 7 (ранее **BPwin**) — инструмент для моделирования, анализа, документирования и оптимизации бизнес-процессов. Основные возможности системы: поддержка различных технологий моделирования; анализ показателей затрат и производительности; интеграция процессов/данных; поддержка стандартных нотаций — IDEF0 (функциональное моделирование), DFD (моделирование потоков данных) и IDEF3 (моделирование потоков работ); экспорт объектов и свойств в другие модели; документирование информации в пределах всей модели; масштабируемость отчетности без потери качества графиков. Поддерживаемые операционные системы: Windows 2000, Windows XP, Windows 2003 Server.

AllFusion ERwin Data Modeler 7 (ранее **ERwin**) — средство для проектирования и документирования баз данных, которое позволяет создавать, документировать и сопровождать базы данных, хранилища и витрины данных. Ключевые характеристики: синхронизация моделей/баз данных; автоматизированное создание структуры базы данных и обратное проектирование; публикация моделей; поддержка нотаций: IDEF1X, IE, Dimensional; совместная работа группы проектировщи-

ков; документирование структур баз данных; перенос структур баз данных (но не самих данных) из одного типа СУБД в другой. Поддерживаемые СУБД: Oracle, DB2/UDB (включая iSeries), SQL Server, Teradata, ODBC, Sybase, Informix, Ingres, Progress, Access. Поддерживаемые операционные системы: Windows 2000, Windows XP, Windows 2003 Server.

CASE-средство Architecture of Integrated Information Systems (ARIS) состоит из двух основных продуктов, ARIS Easy Design и ARIS Toolset, и множества дополнительных функциональных модулей. ARIS поддерживает следующие функциональные требования: анализ бизнес-среды; разработка стратегии предприятия; формирование общего видения компании (глобальный уровень); формирование детального описания процессов компании (вплоть до процессов рабочих мест); формирование организационной и функциональной структуры, структур данных; описание требований к информационным системам поддержки деятельности; проектирование интегрированных информационных систем; проведение документирования результатов проекта; проведение анализа разработанных моделей (количественный и сравнительный, анализ, анализ семантики, анализ стоимостных и временных характеристик); разработка информационных систем (формирование баз данных, генерация программных кодов); интеграция моделей с функционирующими информационными системами (актуализация организационной структуры, номенклатуры, показателей).

Casewise Corporate Modeler — это инструмент, использующий единую методологию компании Casewise. Является набором средств для графического моделирования бизнес-процессов и их оптимизации. Кроме того, в наборе присутствуют имитационные средства, шаблоны архитектуры предприятия. Инструменты Casewise изначально создавались на концептуальной основе расширяемости языка бизнес-моделирования, возможности создания собственных категорий объектов и их атрибутов. Важным свойством пакета выступает наличие в нем средства, позволяющего из одной модели получать разные ее представления и автоматически создавать текстовые документы и веб-публикации с разной степенью детализации. Однако, в отличие от ARIS, средства бизнес-аналитики в нем развиты недостаточно. Ключевые преимущества Casewise Corporate Modeler: поддержка любых нотаций, что важно при стандартизации и сертификации; простота использования и обучения; возможность легко изменять описание бизнес-процессов, включая возможность работы в MS Visio; неограниченное количество уровней детализации; возможность загрузки/выгрузки объектов из баз данных и, как следствие, возможность интеграции с другими корпоративными приложениями; публикация моделей в различных форматах, в том числе в MS Word и HTML.

CASE-средство Designer/2000 фирмы ORACLE является интегрированным CASE-средством для систем, использующих СУБД ORACLE. Designer/2000 представляет собой семейство методологий и поддерживающих их программных продуктов. Базовая методология Designer/2000 (CASE*Method) — структурная

методология проектирования систем, полностью охватывающая все этапы жизненного цикла ИС. В соответствии с этой методологией на этапе планирования определяются цели создания системы, приоритеты и ограничения, разрабатывается системная архитектура и план разработки ИС. В процессе анализа строится модель информационных потребностей (ER-модель), модель иерархии функций (на основе функциональной декомпозиции ИС), матрица перекрестных ссылок и модель потоков данных (DFD). Designer/2000 можно интегрировать с другими средствами, используя открытый интерфейс приложений API, также можно использовать средства ORACLE CASE Exchange для экспорта/импорта объектов репозитория с целью обмена информацией с другими CASE-средствами. Среда функционирования Designer/2000: Windows 3.x, Windows 95, Windows NT и выше.

Vantage Team Builder представляет собой интегрированное CASE-средство, ориентированное на реализацию каскадной модели и поддержку полного жизненного цикла ПО. Пакет обеспечивает проектирование диаграмм потоков данных (DFD), потоков управления (CSD), переходов состояний (STD), диаграмм «сущность–связь» (ERD), структур данных (DSD) и др., структурных схем программ и последовательностей экранных форм. Поддерживает проектирование диаграмм архитектуры системы (SAD), обеспечивающих проектирование состава и связи вычислительных средств, распределения задач системы между вычислительными средствами, моделирование отношений типа «клиент–сервер», анализ использования менеджеров транзакций и особенностей функционирования систем в реальном времени. Позволяет выполнить генерацию кода программ на языке 4GL целевой СУБД с полным обеспечением программной среды и генерацию SQL-кода для создания таблиц БД, индексов, ограничений целостности и хранимых процедур; программирование на языке C++ со встроенным SQL. Поддерживает управление версиями и конфигурацией проекта; многопользовательский доступ к репозиторию проекта; генерацию проектной документации по стандартным и индивидуальным шаблонам; экспорт и импорт данных проекта в формате CDIF. Пакет поставляется в различных конфигурациях в зависимости от используемых СУБД (ORACLE, Informix, Sybase или Ingres) или средств разработки приложений и функционирует на всех основных UNIX-платформах (Solaris, SCO UNIX, AIX, HP-UX) и VMS.

Rational Rose — CASE-средство фирмы IBM Rational Software (США), предназначенное для автоматизации этапов анализа и проектирования ПО, а также для генерации кодов на различных языках и выпуска проектной документации. Rational Rose использует методологию UML, претендующую на роль стандарта в области объектно-ориентированного анализа и проектирования, в основе работы которой лежит построение диаграмм и спецификаций, определяющих логическую и физическую структуры модели, ее статические и динамические аспекты. Пакет обеспечивает построение следующих видов диаграмм: классов, состояний, сценариев, модулей,

процессов и др. Он позволяет разрабатывать проектную документацию в виде диаграмм и спецификаций, а также генерировать программные коды на языках C++, Smalltalk, PowerBuilder, Ada, SQLWindows или ObjectPro. Пакет содержит средства реинжиниринга программ, обеспечивающие повторное использование программных компонент в новых проектах. В составе Rational Rose можно выделить 6 основных структурных компонент: репозиторий, графический интерфейс пользователя, средства просмотра проекта, средства контроля проекта, средства сбора статистики и генератор документов. К ним добавляются генератор кодов (индивидуальный для каждого языка) и анализатор для языка C++, обеспечивающий реинжиниринг — восстановление модели проекта по исходным текстам программ. Rational Rose функционирует на различных платформах: IBM PC (в среде Windows), Sun SPARC stations (UNIX, Solaris, SunOS), Hewlett-Packard (HP-UX), IBM RS/6000 (AIX).

Oracle SQL Developer Data Modeler представляет собой универсальный, полностью автономный инструмент с поддержкой логического, реляционного, многомерного моделирования и моделирования типов данных. С помощью пакета пользователи могут создавать, расширять и модифицировать модели данных (ERD), а также сравнивать свои модели с существующими. Пакет выполняет следующие функции: визуальное моделирование взаимосвязей между сущностями (поддерживает нотации Баркера и Бахмана); преобразование ERD-моделей в реляционные модели; разделение реляционной и физической моделей — позволяет создавать одну реляционную модель для разных версий БД или для разных БД (Oracle Database, IBM DB2 для платформ Linux, UNIX, Windows и OS/390, а также Microsoft SQL Server 2000 и 2005); поддерживает такие физические определения БД как секции, роли и табличные пространства для конкретных версий БД в средах с разными СУБД. Решение доступно для всех редакций Oracle Database 11g и работает в средах Windows, Linux и Mac OS X.

Business Studio — CASE-средство визуального бизнес-моделирования, позволяющий создавать модели бизнес-процессов, процедур управления, информационных и материальных потоков, организационной структуры. Архитектура пакета интегрирована с набором офисных приложений компании Microsoft, в качестве редактора бизнес-процессов используется Microsoft Visio, экспорт документов производится в Microsoft Word. Пакет объединяет в себе следующие функции: построение древовидной организационной структуры предприятия; формирование процессной модели предприятия в нотациях: IDEF0, Basic Flow Chart и Cross Functional Flow Chart; управление субъектами (поставщики, подрядчики, заказчики и др.) и объектами (документами, материальными ценностями и др.). В пакете предусмотрены две формы представления документов: Microsoft Word и HTML. Главный недостаток системы — отсутствие встроенного редактора процессов.

На основе анализа перечисленных CASE-средств была разработана структура метрики качества на основании рекомендаций ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-

93 [19]. Для сравнения CASE-средств были выбраны следующие характеристики качества:

- **функциональные возможности** — набор атрибутов, относящихся к сути набора функций и их конкретным свойствам;
- **практичность** — набор атрибутов, относящихся к объему работ, требуемых для использования и индивидуальной оценки такого использования кругом пользователей;
- **эффективность** — набор атрибутов, относящихся к соотношению между уровнем качества функционирования ПО и объемом используемых ресурсов при установленных условиях;

- **сопровожаемость** — набор атрибутов, относящихся к объему работ, требуемых для проведения конкретных изменений (модификаций).

Затем характеристики качества были декомпозированы на подхарактеристики нескольких уровней, вплоть до измеряемых показателей качества. Далее для каждой характеристики (подхарактеристики, показателя) качества были определены весовые коэффициенты (важность) относительно других характеристик. Разработанная метрика качества приведена в табл. 1.

Далее, было произведено измерение (оценка значений) показателей качества сравниваемых систем и

Таблица 1

Метрика качества CASE-средств

№ характеристики уровня				Характеристики (показатели) качества программного обеспечения	Коэф. 1 уровня	Коэф. 2 уровня	Коэф. 3 уровня	Коэф. 4 уровня
1	2	3	4					
				5	6	7	8	9
1				Функциональные возможности	0,5			
	1			Поддерживаемые методы (модели, нотации)		0,3		
		1		Структурные модели функций (процессов)			0,5	
			1	Функциональные (SADT, IDEF0)				0,3
			2	Бизнес-процессов (IDEF3, EPC)				0,3
			3	Потоков данных (DFD)				0,3
			4	Событийные (STD)				0,1
		2		Объектно-ориентированные модели (UML)			0,3	
		3		Иерархические модели			0,1	
			1	Organizational chart				0,5
			2	Objective Diagram				0,5
			4	Информационные модели (ERD)			0,1	
	2			Пригодность		0,2		
		1		Построение моделей			0,6	
			1	Возможности декомпозиции моделей				0,7
			2	Свойства объектов, определяемые пользователем (UDP)				0,2
			3	Наличие встроенной документации				0,1
		2		Экспорт отчетов (формат)			0,4	
			1	Формат простого текстового документа				0,2
			2	Форматы MS Office				0,2
			3	Формат RTF				0,2
			4	Формат HTML				0,2
			5	Формат XML				0,2
		3		Способность к взаимодействию		0,1		
			1	SAP/R3			0,1	
			2	MS Visio			0,1	
			3	ERwin			0,1	
			4	Requisite Pro			0,1	
			5	Performance Studio			0,05	
			6	ClearCase			0,05	
			7	Oracle SQL Developer			0,05	
			8	Lotus			0,05	
			9	Arena			0,1	
			10	Paradigm Plus			0,05	
			11	Rational Data Architect			0,05	
			12	Oracle Designer			0,1	
			13	PVCS			0,05	
			14	SoDA			0,05	
	4			Поддерживаемые процессы ЖЦ ПО		0,3		

Таблица 1 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		1		Анализ и проектирование			0,5	
		2		Проектирование БД и файлов			0,1	
		3		Программирование			0,2	
		4		Сопровождение и реинжиниринг			0,2	
	5			Уровень интегрированности		0,1		
		1		Вспомогательные программы			0,4	
		2		Пакеты разработчика			0,8	
		3		Инструментальные средства			1	
2				Эффективность	0,2			
	1			Стоимость ПО		0,6		
		1		Низкая			1	
		2		Средняя			0,6	
		3		Высокая			0,4	
	2			Требования к операционной системе		0,3		
		1		Windows 7			0,3	
		2		Windows XP			0,1	
		3		Windows 2003 Server			0,1	
		4		Windows Vista			0,3	
		5		Linux/Unix			0,1	
		6		Windows NT			0,1	
3				Сопровождаемость	0,1			
	1			Изменяемость		0,6		
		1		Способ модификации отчетов			0,6	
			1	Настройка отчетов пользователем				0,5
			2	Визуальная настройка отчетов				1
		2		Сложность разработки нестандартных отчетов			0,4	
			1	Просто				1
			2	Сложно				0,6
	2			Совместимость версий		0,4		
4				Практичность	0,2			
	1			Простота использования		0,5		
		1		Простота работы			0,5	
			1	Низкая				0,5
			2	Средняя				0,7
			3	Высокая				1
		2		Возможность отмены/повтора изменений модели			0,2	
		3		Наличие русского интерфейса			0,3	
	2			Обучаемость		0,3		
		1		Учебный центр			0,3	
		2		Наличие документации			0,25	
		3		Документация на русском языке			0,45	
	3			Поддержка групповой работы		0,2		

выполнен расчет комплексных характеристик качества CASE-средств на основании разработанной метрики качества. Оценка значений параметров CASE-средств проводилась методом экспертной оценки на основании открыто рекламируемых свойств данных программных продуктов, результатов эксплуатации рабочих и демонстрационных версий, а также с учетом опыта и знаний экспертов. Обработка собранных данных, а также расчет результирующих значений характеристик и показателей качества CASE-средств были произведены с помощью программного продукта [21].

Результаты комплексной оценки качества CASE-средств по интегральному критерию приведены на рис. 5. Кроме интегральных оценок, на диаграмме различными оттенками выделены оценки отдельных характеристик качества. Результаты многомерной классификации CASE-средств приведены на рис. 6. По результатам проведенного анализа сравниваемые CASE-средств распределились на четыре класса, рассмотрим системы этих классов в порядке убывания значения интегрального критерия качества.

Класс 4 объединяет CASE-средства **ARIS** и **Casewise**. Они обладают наиболее полным функцио-

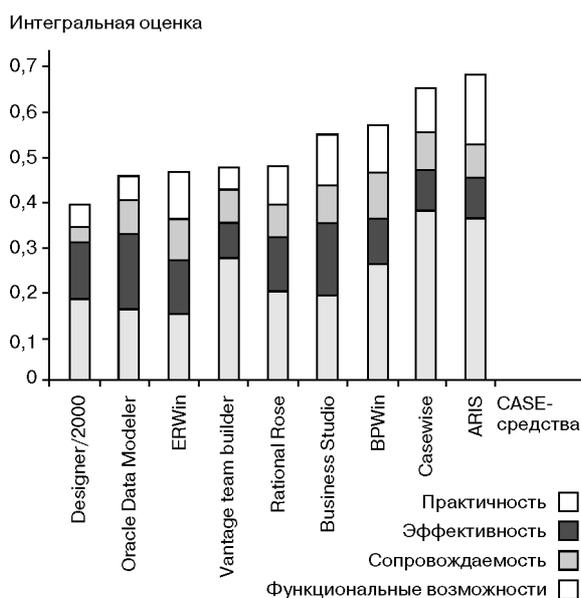


Рис. 5. Результаты комплексной оценки качества CASE-средств

налом для моделирования, однако уступают другим системам по характеристикам эффективности (из-за высокой цены) и сопровождаемости (из-за сложности). Эти пакеты могут быть рекомендованы для больших и сложных проектов.

Класс 3 объединяет **BPWin** и **Vantage team builder**. Причем, BPWin проигрывает Vantage team builder по функциональным возможностям, однако опережает его по трем остальным характеристикам качества, и, в результате, получил более высокую интегральную оценку. Кроме того, BPWin получил лучшую оценку по характеристике сопровождаемость и может быть рекомендован для проектов среднего размера. Средство Vantage team builder подойдет для проектов, разрабатываемых на UNIX-платформах.

Класс 2 составили пакеты **Business Studio**, **Rational Rose** и **ERWin**. CASE-средство Business Studio имеет достаточно слабый функционал, однако хорошие значения всех остальных характеристик. Он может быть рекомендован для описания и реинжиниринга бизнес-процессов на средних и малых предприятиях. Пакет Rational Rose получил средние оценки по всем характеристикам, этот пакет можно рекомендовать для проектов, целиком разрабатываемых по объектно-ориентированной методологии. Пакет ERWin имеет самый слабый функционал (поддерживает только ERD-модели), однако получил, средние и высокие значения по остальным характеристикам качества. Его целесообразно использовать при проектировании структур БД в проектах среднего и малого размера, в том числе совместно с BPWin.

Класс 1 объединяет CASE-средства одной фирмы **Oracle Data Modeler** и **Designer/2000**. Оба пакета получили достаточно низкие оценки по функциональности и практичности. У Designer/2000 худшее значение по характеристике сопровождаемость из-за сложности при разработке отчетов. Однако, у Oracle Data Modeler — лучшее, а у Designer/2000 — хорошее значение по характеристике эффективность, что обу-

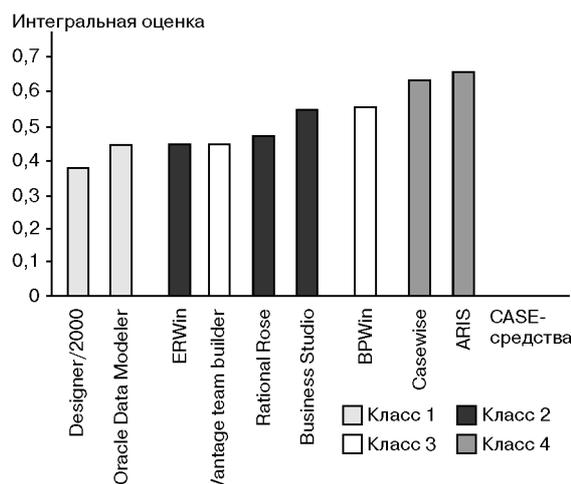


Рис. 6. Результаты классификации CASE-средств

словлено низкими ценами на продукты. Оба пакета логично использовать при разработке проектов, реализуемых на СУБД ORACLE.

Заключение

Выбор эффективных и адекватных автоматизируемому объекту методов и CASE-средств, применяемых при анализе, проектировании, разработке или внедрении систем управления предприятиями, представляет собой сложную и ответственную задачу. Предложенная классификация методологий и методов проектирования поможет ориентироваться во множестве методов при решении задач выбора оптимального набора моделей, необходимых для анализа и проектирования систем управления конкретной предметной области. Приведенная в работе методика комплексной оценки качества программных средств будет полезна предприятиям и организациям, занимающимся разработкой, внедрением и реинжинирингом систем управления разных классов. Прикладные результаты решения задачи обоснования выбора CASE-средств: структура и масштаб метрики качества, а также результаты проведенного анализа, будут полезны фирмам, занимающимся проектированием и внедрением систем управления предприятиями при выборе CASE-средств для конкретного проекта.

Список использованных источников

1. К. С. Мышенков. Модели и методы проектирования автоматизированных систем управления для зерноперерабатывающих предприятий: монография. М.: Изд. комплекс МГУПП, 2010.
2. А. В. Голубева, И. С. Гришин, В. Г. Митрофанов. Архитектура автоматизированных интегрированных производственных систем // Вестник МГТУ «СТАНКИН», № 2, 2008.
3. В. Г. Митрофанов. Интегрированные производственные системы // Вестник МГТУ «СТАНКИН», № 1, 2008.
4. И. Ю. Юнин, А. Н. Феофанов, А. В. Капитанов, В. Г. Митрофанов. Информационно-аналитические системы управления промышленным предприятием // Сварочное производство, № 8, 2011.
5. Т. Г. Гришина. Синтез систем управления автоматизированным производством массового назначения // Главный механик, № 9, 2012.

6. Т. Г. Гришина. Синтез систем управления автоматизированным производством уникального назначения//Главный механик, № 10, 2012.
7. Т. Г. Гришина. Контроль принятия решений при управлении автоматизированным производством//Технология машиностроения, № 4, 2012.
8. В. Г. Митрофанов, А. В. Капитанов. Современные подходы в области внедрения корпоративных информационно-управляющих систем//Электротехнические комплексы и системы управления, № 3, 2012.
9. Большой Российский энциклопедический словарь. М.: БРЭ, 2003.
10. С. В. Черемных, И. О. Семенов, В. С. Ручкин. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии: практикум. М.: Финансы и статистика, 2005.
11. Д. В. Александров. Инструментальные средства информационного менеджмента. CASE-технологии и распределенные информационные системы: учебное пособие. М.: Финансы и статистика, 2011.
12. Б. М. Позднеев, А. В. Дубровин. О создании интегрированной информационной поддержки системы качества машиностроительной продукции ответственного назначения//Вестник МГТУ «СТАНКИН», № 2, Т. 2, 2012.
13. В. П. Климанов, М. В. Сулягин. Надежность информационно-вычислительных систем: учебник. М.: Издательский центр ГОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», 2010.
14. С. Д. Поляков. Сертификация программной продукции. Методология оценки соответствия. М.: МГТУ «Станкин», 2011.
15. С. А. Лукашин, В. Г. Митрофанов, А. Н. Феофанов. Разработка компьютерной системы управления качеством на машиностроительном предприятии//Экономика и управление в машиностроении, № 4, 2011.
16. А. М. Вендров. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем: учебник. М.: Финансы и статистика, 2006.
17. А. Н. Беляшов, К. С. Мышенков. Анализ методов проектирования систем управления//Системный анализ в проектировании и управлении: сб. науч. тр. XVII Междунар. науч.-практ. конф. Ч. 2. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013.
18. ГОСТ 28195-89. Оценка качества программных средств. Общие положения. М.: Изд. стандартов, 1989.
19. ГОСТ Р ИСО 9126-93. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению. М.: Изд. стандартов, 1994.
20. В. В. Гетьман. Методы и средства оценки качества автоматизированных систем управления для предприятий пищевой промышленности. Автореф. дис. ... к. т. н. М.: Издательский комплекс МГУПИ, 2007.
21. Свид. об офиц. регистр. прогр. для ЭВМ № 2006613936 РФ. Комплексная оценка качества и классификация многомерных объектов; К. С. Мышенков, В. И. Карпов, В. В. Гетьман. № 2006613704; заяв. 02.11.2006; зарегистр. 16.11.2006.

Technique of justification of a choice of CASE-tools for the analysis and design of enterprise management systems

K. S. Myshenkov, D.Sc in Engineering, professor of department «Information systems», MSTU «STANKIN».

A classification of the main methodologies and techniques used in the analysis, design, development and implementation of control systems is shown. According to dedicated method groups are the characteristics and applications of different types of models are given. A technique for comprehensive evaluation of software quality based on Russian and international standards is described. A review of CASE-tools for the analysis and design of control systems used in Russia is contained in the article. A quality metric for a comprehensive assessment of CASE-tools is developed. The solution of the problem of rationale for choosing of CASE-tools for the analysis and design of enterprise management systems is contained.

Keywords: control system design, enterprise management system, CASE-tool, the assessment of software quality, quality metric.

Пресс-релиз

Продолжается прием заявок на соискание Третьей ежегодной премии в области инноваций «Время инноваций-2013»

9 сентября стартовал прием заявок на соискание Третьей ежегодной премии в области инноваций «Время инноваций-2013» — независимой награды за достижения в области инновационной деятельности, получившей общественное и деловое признание.

Цели Премии — выявление и поощрение лучших инновационных проектов и практик, направленных на стимулирование, внедрение и продвижение инновационных разработок.

Среди основных номинаций Премии: «R&D Директор года», «Инновационная программа года», «Открытие года», «Инновационный проект года», «Социальная инновация года», «Техническая инновация года». Как и в прошлом году, список номинаций Премии претерпел изменения. В частности, новшеством этого года стало учреждение номинации «Малый инновационный проект года».

«Постоянный интерес к Конкурсу со стороны бизнес-сообщества свидетельствует о необходимости популяризации инноваций. И если усилия ведущих компаний уже находят отклик в обществе, то понимание роли малых инноваторов в развитии экономики весьма размыто. Мы уверены, что поощрение технологических предпринимателей наряду с лидерами экономики повысит престиж и будет способствовать объективному восприятию значимости инновационно-предпринимательской деятельности», - комментирует нововведения исполнительный директор Премии Елена Хомутова.

В числе лауреатов Премии прошлых лет: ОАО «Концерн «Созвездие», ОАО Концерн «Океанприбор»; ОАО «Ростелеком»; ОАО «Силовые машины»; МОЭСК; Asus; Компания «МегаФон»; Рейтинговое агентство «Эксперт РА», ОАО «Российские железные дороги», ОАО «Российский Банк поддержки малого и среднего предпринимательства», ОАО «РТИ», ОАО «Северсталь», Международный аэропорт Шереметьево, Госкорпорация «Росатом»; ОАО «Интер РАО ЕЭС»; ОАО «МТС».

Торжественная церемония награждения Лауреатов Премии состоится в декабре 2013 г. Премия инициирована Фондом «Социальные проекты и программы» при поддержке Министерства экономического развития Российской Федерации, Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации (Минкомсвязь России).

Официальный сайт Премии: www.novpro.org.

Оргкомитет Премии: тел.: +7 (495) 988-92-84, по вопросам участия — e-mail: info@novpro.org, для представителей СМИ — e-mail: gironova@socprof.ru, bp@socprof.ru.