

11. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА

11.1. ПРЕДМЕТНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ СРЕДА КАК СРЕДСТВО ФОРМАЛИЗАЦИИ ТРЕБОВАНИЙ К СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОМУ ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ¹

Бачурин С.А., аспирант кафедры кибернетики, инженер кафедры экономики и менеджента в промышленности;

Гусева А.И., д.т.н., профессор, заведующая кафедрой экономики и менеджента в промышленности

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

В статье рассматриваются проблемы современного процесса разработки программного обеспечения, связанные с обнаружением ошибок проектирования. Предлагается новый подход к процессу формализации требований и построению формальной информационной модели системы. Определяются границы применимости нового подхода и приводятся результаты его применения при выполнении проекта по разработке программного модуля для оценки и мониторинга компетентности научно-исследовательских кадров России

Оценивая изменения, происходящие в последние годы в процессе разработки программного обеспечения (ПО), можно заметить тенденцию, направленную на повышение гибкости процесса разработки и сокращения времени выполнения отдельного цикла разработки. Эта особенность в полной мере отражена в принципах методологии Agile, получившей широкое распространение и поддержку среди IT-специалистов и их клиентов. С другой стороны, жертвование процессом, проработкой проектной документации в пользу скорейшей разработки работающего прототипа ПО в значительном числе случаев приводит к неутешительным результатам – нарушению сроков и бюджета проекта. Такие прецеденты часто возникают вследствие недостаточной формализации требований, что приводит к неудачному дизайну системы и, в конечном итоге, принципиально неверному ПО. Таким образом, можно констатировать тот факт, что принятый современный подход к разработке ПО полностью не решает проблему создания качественного ПО.

Для решения поставленной проблемы предлагается использовать предметно-ориентированную среду (ПОС) как средство построения формальной информационной модели системы. Под ПОС понимается пакет программных продуктов, позволяющих оперировать с объектами определенного класса и отношениями между ними, согласно их определению [2]. Такая среда должна обеспечивать наглядное представление объектов, их свойств и отношений.

В настоящий момент такие среды получили широкое распространение в качестве программного обеспечения для выполнения учебных лабораторных работ, так

как требуют от пользователя не столько знания функционала системы, сколько теоретических знаний о проблемной области.

Другим успешным примером использования ПОС служит АСУ «1С:Предприятие» [8]. В состав платформы входят набор инструментов, позволяющий быстро построить и поддерживать прикладное решение. В данном случае ПОС отводится роль средства ускорения процесса проектирования и разработки. Такое использование среды помогает добиться уменьшения цены исправления ошибки в системе. Однако не снижает риск появления такой ошибки как результата неправильно проектирования.

Теперь рассмотрим существующий цикл процесса разработки ПО, согласно получившей широкое распространение методологии *rational unified process*, (*RUP*). Методология представляет структурированный подход к итерационной разработке ПО, подразделяя процесс на четыре основные фазы: начало, проектирование, конструирование и внедрение. В рамках каждой фазы может выполняться несколько итераций цикла разработки, который представлен на Рис. 1.

Первым шагом процесса является построение бизнес-модели автоматизируемой области. При этом анализируется существующая система видения бизнеса и новые требования бизнеса. На следующем шаге с учетом результатов проведенного анализа предметной области определяются требования в разрабатываемой системе, план и сроки реализации. Затем выполняется шаг технического анализа и проектирования, задачами которого является разработка архитектуры системы на основе определенных требований, уточнение плана реализации и сроков исполнения проекта. Далее начинается процесс реализации, в рамках которого разрабатывается исходный код компонентов системы, производится их интеграция в единое целое. На этапе тестирования проводится оценка качества системы – степень соответствия требованиям, выполнение поставленных задач проектирования, производится поиск и документация дефектов системы. На стадии развертывания система устанавливается на свое рабочее место и проверяется ее работоспособность на этом месте.

Эксперты соглашались в том, что в цикле присутствует переход от неформального характера требований к ПО и понятия ошибки в нем, к формализованному основному объекту разработки [7]. С теоретической точки зрения, формализацию проблемной области выгоднее выполнить в самом начале процесса разработки. В идеале на фазе бизнес-моделирования и управления требованиями. Однако на практике существует проблема, связанная с тем, что должный уровень формализации, необходимый для корректной имплементации системы, чаще достигается на фазе анализа и проектирования, и непосредственно реализации системы. Это касается в первую очередь систем автоматизации трудно формализуемых областей, таких как системы оценки качества, системы оценки компетентности и т.п.

В процессе разработки ПО происходит неизбежное изменение бизнес-процессов, когда в процессе формализации выявляются очевидные и необходимые их оптимизации, связанные с появлением новых возможностей организации бизнеса при применении IT-технологий.

¹ Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг.

Таким образом, о полной формализации модели системы чаще приходится говорить в тот момент, когда разработан и проанализирован первый прототип, который обычно позволяет обнаружить скрытые до той поры нюансы модели. Однако цена исправления некоторых ошибок модели в этот момент становится весьма значительной.

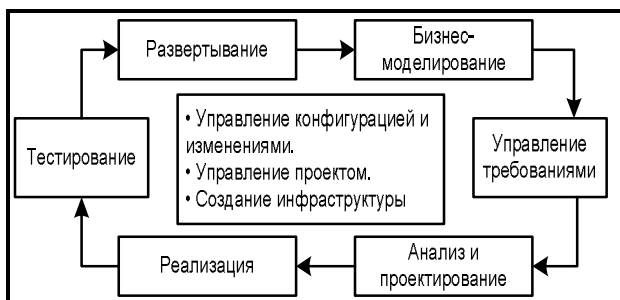


Рис. 1. Цикл процесса разработки ПО согласно методологии RUP

Для снижения риска возникновения ошибки проектирования предлагается ввести в стандартный процесс разработки ПО дополнительный шаг. Целью такого шага является возможность провести валидацию и апробацию построенной формальной информационной модели системы до начала технического анализа и проектирования, т.е. оценить применимость и работоспособность модели, её содержательную полноту, увидеть ограничения и возможные пути их обхода. В качестве инструмента для выполнения поставленной цели удобно использовать предметно-ориентированную среду.

Рассмотрим проблему формализации информационной модели системы для промышленной разработки программного обеспечения. В настоящее время такая разработка все чаще сводится к так называемому компонентному сборочному программированию. Такой подход предполагает, что программная система реализуется путем конфигурирования компонент универсальной АСУ (автоматизированной системы управления), такой как enterprise resource planning (ERP), business process management (BPM), customer resource management (CRM) или content management system (CMS) [1, 3, 6]. Процесс разработки с использованием такой технологии отличается от унифицированного процесса. Эталонный процесс внедрения универсальной АСУ представлен на Рис. 2.

Первым шагом процесса является разработка стратегии автоматизации [3], которая заключается в определении:

- цели – области деятельности предприятия и последовательность их автоматизации;
- способа автоматизации (комплексный, по бизнес-линиям, отделам) и план осуществления;
- ограничений – временных, финансовых и др.;
- внутренних технических стандартов предприятия;
- процедуры управления изменениями плана внедрения.

Разработка стратегии автоматизации опирается на бизнес-цели предприятия и должна соответствовать их достижению.

На следующем шаге выполняется анализ деятельности предприятия, который заключается в подготовке формального описания деятельности предприятия в виде совокупности моделей. Анализ построенных моделей позволяет определить пути к реорганизации бизнес-процессов, с целью повышения их эффективности. После

окончания фазы реорганизации, формальные модели бизнес-процессов должны находиться в актуальном состоянии. Далее происходит выбор АСУ на основе разработанных ранее артефактов проекта – финансовых и временных ограничений, функциональных возможностей, технических характеристик системы, перспектив развития, масштабирования, интеграции и поддержки.

Шаг внедрения подразумевает конфигурирование выбранной АСУ и приведение ее в соответствие модели бизнеса. После этого решение поступает в эксплуатацию.

Опыт компаний – системных интеграторов, наглядно показывает, что процесс перехода от бизнес-модели информационной системы предприятия к конфигурации АСУ носит исследовательский характер, когда успех во многом определяется опытом персонала [1]. Более того, нередко консультанты по внедрению могут настаивать на изменении схемы видения бизнеса с целью лучше «положить» на нее свою систему. И такие изменения далеко не всегда отвечают интересам бизнеса. Высокая сложность программных комплексов класса АСУ, распространение их влияния на всю деятельность предприятия, приводят к значительному увеличению стоимости внедрения при необходимости провести реконфигурацию такой системы.



Рис. 2. Эталонный процесс внедрения АСУ

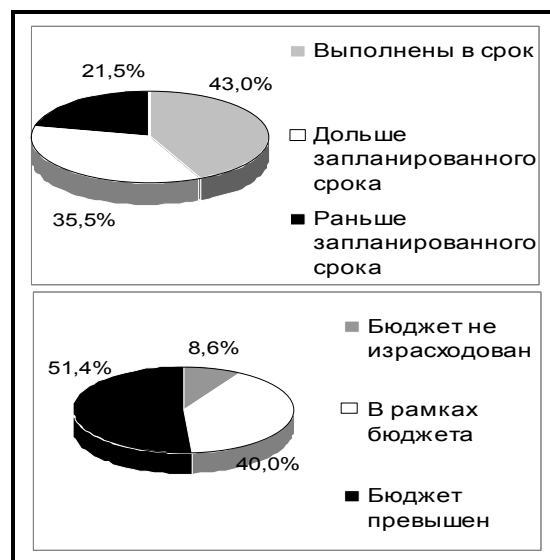


Рис. 3. Сроки реализации и стоимость ERP-проектов

Согласно результатам исследования 2010 г. североамериканской консалтинговой компании PwC group [9], более половины компаний, реализующих ERP-проекты, в конечном итоге получают не более 30% пользы для бизнеса от реализации проек-

та, на которую они рассчитывали. Более 35% респондентов заявили, что их **ERP**-проекты длились дольше запланированного срока. Только 21,5% опрошенных сообщили, что **ERP**-проекты были реализованы раньше запланированного срока. В 43% организаций **ERP**-проекты были завершены в срок.

С превышением бюджета было завершено 51,4% **ERP**-проектов, 40% проектов уложились в рамки бюджета. Только на реализацию 8,6% **ERP**-проектов не был израсходован весь запланированный бюджет.

Для уменьшения риска неэффективного внедрения АСУ предлагается также использовать ПОС как средство апробации и валидации построенной формальной информационной модели системы. Такая среда позволит установить общую терминологию, наладить взаимодействие между сотрудниками предприятия и консультантами по внедрению. В случае выхода АСУ из строя, ПОС может выступить как средство экстренной временной замены системы для предотвращения вынужденной остановки производства.

ПОС можно сравнить с аэродинамической трубой, где конструктор испытывает макеты своих самолетов, прежде чем начать дорогостоящее строительство опытного образца. Отсюда вытекает критерий эффективности использования ПОС – построение макета системы в ПОС должно быть значительно дешевле построения прототипа. Среда должна являться инструментом для более эффективной разработки системы, и ни в коем случае не приводить к удорожанию проекта или нарушению сроков. Этот фактор необходимо учитывать при создании такой среды.

Идея использования ПОС для апробации и валидации информационной модели системы родилась при выполнении проекта по созданию программного модуля для оценки и мониторинга компетентности научно-исследовательских кадров Российской Федерации [4, 5]. Перед авторами проекта стояла задача разработки формальных информационных моделей оценки компетентности для бакалавров, магистров, специалистов, аспирантов, научных сотрудников, кандидатов наук и докторантов – по разным направлениям. Проводить проверку работоспособности всего многообразия моделей вручную представлялось неэффективным. С другой стороны, реализовывать программный модуль на «сырых» моделях – слишком рискованно. Поэтому для оперирования моделями было решено создать ПОС. В состав среды вошли следующие свободно распространяемые программные пакеты: Eclipse for PHP developers, Universal java matrix package (**UJMP**).

С помощью интегрированной среды разработки Eclipse были построены *.xsd файлы XML-схем, описывающих структурную модель компетенций исследователя и модель оценки компетентности. Файлы были импортированы в пространство среды, что позволило использовать автоматическую валидацию *.xml файлов формальных информационных моделей компетентности различных видов исследователей и использовать автоматического помощника для их построения. Кроме того модели получили общепринятый формат, легко экспортируемый почти в любую информационную систему. Помимо текстового представления, среда обеспечила возможность просматривать модели в более наглядном, графическом виде (Рис. 4).

Для расчета оценок компетентности использовался пакет **UJMP**, который предоставляет библиотеку для вычислений матриц и графический интерфейс для работы с этой библиотекой. Исходные матрицы задавались с помощью графического интерфейса (Рис. 5) и импортировались в файлы формата *.CSV. С помощью разработанного скрипта, принимающего на вход файлы матриц, рассчитывались главные собственные вектора, которые экспортировались обратно в файлы *.CSV. Значения этих векторов выступали в качестве значений приоритетов в целевых функциях модели.

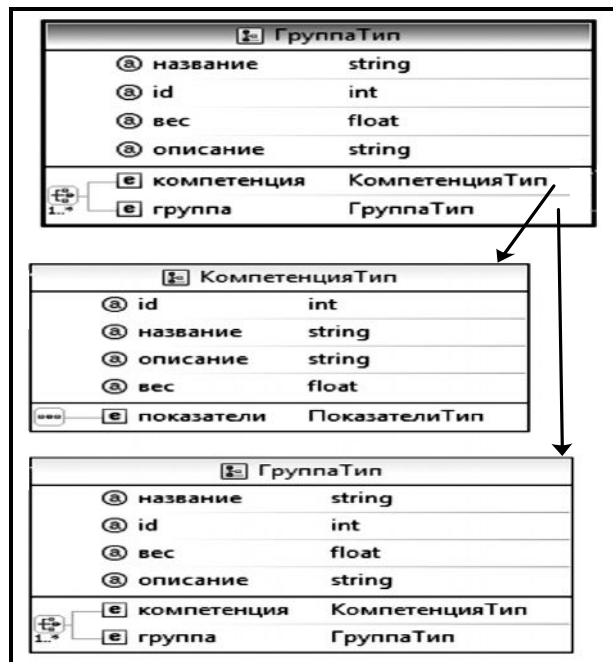


Рис. 4. Графическое представление элемента модели в ПОС

Поиск программных пакетов для создания ПОС отнял около трех человеко-часов. Оба вошедших пакета являются свободно распространяемыми и не потребовали финансовых затрат на покупку лицензии. Разработка скрипта для вычисления главных собственных векторов проводилась в интегрированной среде разработки Eclipse и заняла 4 чел.-ч. Разработка и внедрение файлов схемы отняли около 8 чел.-ч. Построение одной модели с помощью ПОС занимает в среднем полтора часа, что в несколько раз быстрее «ручного» метода. Таким образом, критерий эффективной применимости ПОС при разработке ПО был выполнен.

Построенные модели послужили формализованным представлением информационной модели до начала проектирования системы. Это позволило существенно снизить риски ошибки проектирования.

	0	1	2	3	4	5
0	1.0	7.0	9.0	3.0	5.0	4.0
1	0.143	1.0	3.0	0.2	0.333	0.2
2	0.111	0.33	1.0	0.167	0.333	0.143
3	0.333	5.0	6.0	1.0	5.0	2.0
4	0.2	3.0	3.0	0.2	1.0	0.2
5	0.25	5.0	7.0	0.5	5.0	1.0

Рис. 5. Графический редактор пакета обработки матриц

Построение формальной информационной модели, отражающей требования к разрабатываемой системе, позволило провести семантическое эквивалентирование между формальным представлением требований, архитектурой системы, и ее реализацией, т.е. математически доказать соответствие разработанной системы поставленным требованиям.

Таким образом, практическая ценность ПОС состоит в возможности быстро построить формальную информационную модель системы, провести её апробацию в ПОС, и в результате математически доказать соответствие разработанной системы и ее формальной модели. Такой процесс позволяет исправить ошибки проектирования при разработке информационной системы раньше, чем при стандартном подходе. Более раннее исправление ошибок проектирования снижает стоимость разработки системы и риски нарушения сроков проекта разработки.

Литература

1. Абросимова А. Технологии и люди. Сложности внедрения ERP-систем [Электронный ресурс] / А. Абросимова // Управление человеческим потенциалом. – 2006. – № 1. URL: http://www.cfin.ru/itm/kis/rollover/erp_difficulties.shtml?printversion.
2. Ашхотов О. и др. Компьютерные технологии в образовании [Текст] / Ашхотов О., Здравомыслов М., Ашхотова И. // Высшее образование в России. – 1996. – №3. – С. 60-67.
3. Баронов В.В. Внедрение ERP-систем (эталонный процесс) [Электронный ресурс] / В.В. Баронов, Ю.И. Попов, Б.А. Позин, И.Н. Титовский // CITForum.ru. URL:http://www.citforum.ru/seminars/cis99/ep4_4.shtml
4. Бачурин С.А. Аналитический обзор программных комплексов для управления научно-исследовательской деятельностью в вузах [Текст] / С.А. Бачурин // Научная сессия НИЯУ МИФИ-2010. XIII Международная телекоммуникационная конф. студентов и молодых ученых «Молодежь и наука» : сб. науч. трудов ; в 3 ч. – Ч. 3. – М. : НИЯУ МИФИ, 2010. – С. 169-170.
5. Бачурин С.А. Разработка модели компетенций аспиранта-исследователя [Текст] // Научная сессия НИЯУ МИФИ-2010. XIII Международная телекоммуникационная конф. студентов и молодых ученых «Молодежь и наука» : сб. науч. трудов ; в 3 ч. – Ч. 3. – М. : НИЯУ МИФИ, 2010. – С. 171-172.
6. Гусева А.И. Обеспечение безопасности в динамических модульных системах [Текст] / А.И. Гусева, С.А. Бачурин // Безопасность информационных технологий. – 2009. – №4. – С.71-73.
7. Дейкстра Э. и др. Структурное программирование [Текст] / У. Дал, Э. Дейкстра, К. Хоор. – М. : Мир, 1975. – С. 7-97.
8. Митичкин С.А. Разработка в системе 1С:Предприятие 8.0 [Текст] / С.А. Митичкин. – М. : 1С-Пабблишинг, 2003. – 413 с.
9. ERP-проекты приводят к неутешительным результатам [Электронный ресурс]. URL: http://www.erp-online.ru/phparticles/show_news_one.php?n_id=608

Ключевые слова

Процесс; разработки; программного; обеспечения; формальная; информационная; модель; предметно; ориентированная; среда; оценка; компетентности; научно; исследовательских; кадров; матрицы; сравнений.

Бачурин Сергей Алексеевич

Гусева Анна Ивановна

РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность. Одной из главных задач, стоящих на сегодняшний день перед системой образования, является повышение роли научных

исследований и разработок, превращение научного потенциала вузов в один из основных ресурсов устойчивого экономического роста. В этой связи, задачи создания информационной системы поддержки научных исследований для эффективной подготовки молодых научных и научно-педагогических кадров Российской Федерации является чрезвычайно актуальной. В данной работе рассматриваются преимущества использования предметно-ориентированной среды (ПОС) как средства формализации требований для автоматизации процесса проектирования информационной системы класса автоматизированных систем управления, предназначенной для оценки и мониторинга компетентности научно-исследовательских кадров Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ».

Научная новизна и практическая значимость. В данной работе ПОС впервые предлагается использовать в качестве средства апробации и валидации построенной формальной информационной модели системы.

В настоящее время информационные системы вузов, как для управления научными исследованиями, так и для управления и поддержки учебного процесса, не учитывают компетенции исследователя у бакалавра, специалиста, магистра, аспиранта, докторанта: отсутствуют соответствующие показатели, не собираются данные, не оценивается результативность учащихся с точки зрения их вклада в научно-исследовательскую работу. Такая информация собирается и анализируется только для преподавателей и научных сотрудников вузов. Отсутствует анализ, как отдельных учебных дисциплин, так и всей образовательной программы на возможность формирования компетенций исследователя, присутствия в ней учебных элементов, направленных на развитие соответствующих компетенций. В этой связи, перед авторами данной работы стояла задача разработки формальных информационных моделей развития и оценки компетентности для бакалавров, магистров, специалистов, аспирантов, докторантов научных сотрудников и преподавателей по разным направлениям исследований.

Для упрощения, визуализации и автоматизации процесса управления моделями компетенций была создана ПОС на основе таких свободно распространяемых программных пакеты, как Eclipse for PHP developers и Universal java matrix package (*UJMP*). Данная ПОС была использована в Национальном исследовательском ядерном университете «МИФИ» при реализации проекта в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг., что позволило снизить стоимость разработки системы и уменьшить риски нарушения сроков проекта разработки.

Разработанная авторами ПОС впервые позволила провести семантическое эквивалентирование между формальным представлением требований к системе оценки и мониторинга компетентности научно-исследовательских кадров, архитектурой системы и её программной реализацией. Таким образом, математически было доказано соответствие разработанной системы поставленным требованиям.

Заключение. В целом считаю, что данная статья удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к научным публикациям, и может быть рекомендована к опубликованию в открытой печати.

Харитонов В.В., д.ф.м-н., профессор Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», директор Экономико-аналитического института НИЯУ «МИФИ»

11.1. SUBJECT ORIENTED ENVIRONMENT LIKE A TOOL FOR SPECIALIZED SOFTWARE REQUIREMENT FORMALIZATION

S.A. Bachurin, Post-graduate Student;
A.I. Guseva, Ph.D., Professor

National Research Nuclear University «MEPhI»

The paper deals with software development process issues relating to design mistakes detection. The new approach goaled to requirements formalization and formal information system model developing is proposed. The paper determinates applicability for this approach and contains results of its usage on practice. A module for estimation and monitoring Russian researchers competences development is used as example for its succeed usage.

Literature

1. A. Abrosimova. Technologies and people. ERP-system deployment difficulties. // Human potential management, – 2006. – №1 http://www.cfin.ru/itm/kis/rollover/erp_difficulties.shtml?printversion

2. O. Ashhotov. Computer technologies in education / Ashhotov O., Zdravomislov M., Ashhotova I. // Higher education in Russia. – 1996. – №3. – p. 60-67.
3. V.V. Baronov. ERP-systems deployment (standart process) / V.V. Baronov, U.I. Popov, B.A. Posin, I.N. Titovski // Internet Magazine «CITForum.ru» http://www.citforum.ru/seminars/cis99/epr_4.shtml
4. S.A. Bachurin. Research activity management software analytical review/Scientific session NRNU MEPhI MEPHI-2010. XIII International telecommunicational conference for strudents and young researchers «Youth and science» 6 collected scientific articles. In three parts. P. 3. M.,: NRNU ME-PhI, 2010. – p. 169-170.
5. S.A. Bachurin. Graduate student-researcher competency model development Scientific session NRNU MEPhI MEPHI-2010. XIII International telecommunicational conference for strudents and young researchers «Youth and science» 6 collected scientific articles. In three parts. P. 3. M.,: NRNU ME-PhI, 2010. – c. 171-172.
6. A.I. Guseva. Providing security in dynamic module-based systems / A.I. Guseva, S.A. Bachurin // Information technologies security, – 2009. – №4 – p. 71-73.
7. E.W. Dijkstra. Structured programming / O.J. Dahl, E.W. Dijkstra, C.A.R. Hoare. -- M.: Mir, 1975. – p. 7-97.
8. S.A. Mitichkin. Development in 1C:Enterprice 8.0 system/ S.A. Mitichkin – M.: «1C-Publishing», 2003.
9. ERP-projects bring to poor results// Informational portal. http://www.erp-online.ru/phparticles/show_news_one.php?n_id=608

Keywords

Software development process; requirements formalization; information system design; formal information model; subject oriented environment; researchers stuff competencies estimation; comparisons matrix.