

УДК 658.012:004.42

Эффективность автоматизации процессов управления вуза на основе CALS - технологий

Г.В. Мальшаков

Аннотация

Проведён анализ экономической эффективности автоматизации процессов управления на основе CALS - технологий. Получены аналитические выражения для расчёта экономического эффекта при проектировании АСУ ВУЗ с использованием CALS - технологий, которые отличаются тем, что с целью повышения точности оценки эффекта используют логическую матрицу взаимодействия подсистем.

Ключевые слова

Эффективность; CALS; автоматизация; ВУЗ; процессы; управление.

Введение

Большинство проектов по автоматизации вуза в силу своей масштабности связаны с большими временными и финансовыми затратами. Поэтому не каждый ВУЗ может себе позволить создание глобальной системы автоматизированная система управления (АСУ) ВУЗ, автоматизирующей его работу.

Для изменения этой ситуации была разработана технология автоматизации вуза, в основу которой был положен процесс объединения с использованием CALS-технологий [1].

Отличительными особенностями технологии автоматизации процессов управления в вузе на основе CALS (Continuous Acquisition and Life-cycle Support) являются:

- система создаётся за счёт объединения маленьких подсистем, то есть снизу вверх (сначала разрабатываются системы более низкого уровня, а затем более высокого);
- при объединении подсистем активно используются CALS - технологии, набор правил и регламентов, для организации единого информационного пространства, в основе которых лежит стандарт STEP (STandard for the Exchange of Product data) [2]. Стандарт STEP

регламентирует инструментарий объединения (методы описания, методы реализации, методы тестирования), базовую модель изделия (интегрированные ресурсы) и информационную модель изделия (прикладные протоколы).

Каждое из этих отличий вносит разработку АСУ ВУЗ экономический эффект.

Важной задачей организации процесса разработки автоматизированной системы является оценка его экономической эффективности.

Для оценки трудозатрат программного проекта чаще всего используют модель конструктивных затрат **COCOMO** (Constructive Cost Model), разработанную Барри В. Боэмом на основе регрессивного анализа [3, 4].

$$\text{Затраты} = A * (\text{KLOCK})^B,$$

где **KLOCK** – размер программы, измеряемой в количестве строк, **A** и **B** – это коэффициенты, которые зависят от размера программного продукта.

В модели **COCOMO** используется 3 режима, с помощью которых классифицируется сложность системы. Это *распространённый, полунезависимый и встроенный* режимы.

Каждый из этих режимов определяется объемом программного кода, командой разработчиков и средой разработки. В принципе команда и среда разработки вытекает из объема программного кода.

Для 2-50 тысяч строк режим считается *распространенный*, 50-300 тысяч строк – *полунезависимый*, более 300 тысяч строк – *встроенный*.

У каждого режима в этой модели для расчета затрат имеются свои коэффициенты **A** и **B**, которые увеличиваются с ростом размера программы (программного проекта).

Таблица 1

Характеристики режимов **COCOMO**

Режим	Размер программного продукта	Проект/команда	Среда разработки	A	B
Распространенный	Обычно 2-50 КЛОС	Небольшой проект и команда — разработчики знакомы с инструментами и языком программирования	Стабильная, в домашних условиях	2,4	1,05
Полунезависимый	Обычно 50-300 КЛОС	Средние проекты, средняя команда, обладающая средним уровнем возможностей	Средняя	3,0	1,12
Встроенный	Обычно более 300 КЛОС	Большие проекты, требующие большой команды	Сложный HW/Интерфейсы заказчиков	3,6	1,2

Эффект от разработки снизу вверх вычисляется по формуле:

$$\text{Эффект} = \frac{A_S * (KLOC_{АСУ ВУЗ})^{B_S}}{\sum_{i=1}^N A_{PI} (KLOC_{подсистемы_i} + KLOC_{конвертера_i})^{B_{PI}}}$$

Если учесть что трудоемкость разработки конвертера составляет 20 % от трудоемкости разработки самой системы, то эффект будет вычисляться по формуле:

$$\text{Эффект} = \frac{A_S * (KLOC_{АСУ ВУЗ})^{B_S}}{\sum_{i=1}^N A_{PI} (1,2 * KLOC_{подсистемы_i})^{B_{PI}}}$$

Для оценки эффективности от автоматизации процессов управления снизу-вверх была построена *матрица эффективности*, для трех режимов модели СОСОМО *распространенного, полунезависимого и встроенного* (рис. 1).

		Размер системы (KLOC)		
		до 50	50 - 300	свыше 300
Размер подсистемы (KLOC)	до 50	0,82 / 6,42	1,63 / 10,71	3,67 / 23,48
	50 - 300	серый	0,815 / 6,06	2,29 / 17,08
	свыше 300	серый	серый	0,8 / 6,89

Рис. 1. Матрица эффективности первого порядка

В каждой клетке этой матрицы в соответствии с размерами системы и подсистем было рассчитано усредненное значения получаемого эффекта, по ранее полученной формуле эффективности. При отсутствии (в верхней части клетки) и наличии (в нижней части клетки) готовых подсистем автоматизации.

В этой матрице белым цветом отмечен положительный эффект, серым – отрицательный эффект, черным – невозможность состояния (в следствии того, что система не может быть на порядок меньше подсистем, из которых она состоит).

В каждой клетке матрицы расположены усреднённые значения эффективности для заданных диапазонов размеров системы и подсистем. Чем меньше диапазоны систем и подсистем тем точнее можно оценить экономический эффект. Поэтому для более точной оценки эффективности были рассчитаны матрицы эффективности второго и третьего

порядков. Это матрицы, в которых интервалы размеров системы и подсистем для каждого режима СОСОМО разделены на 2 и на 3 интервала соответственно (рис. 2, рис. 3).

		Размер системы (KLOC)					
		до 25	25 - 50	50 - 175	175 - 300	300 - 650	650 - 1000
Размер подсистемы (KLOC)	до 25	0,82 6,42	0,89 6,89	1,68 11,03	1,83 12,04	3,8 24,99	4,16 27,33
	25 - 50		0,82 6,42	1,62 9,87	1,78 11,69	3,79 24,9	4,05 26,6
	50 - 175			0,81 6,06	0,89 6,63	1,9 14,16	2,13 16,89
	175 - 300				0,81 6,06	1,74 12,94	2,15 16,1
	300 - 650					0,8 6,89	1,5 12,88
	650 - 1000						0,8 6,89
	650 - 1000						

Рис. 2. Матрица эффективности второго порядка

		Размер системы (KLOC)								
		до 16	16 - 32	32 - 50	50 - 133	133 - 216	216 - 300	300 - 600	600 - 800	800 - 1000
Размер подсистемы (KLOC)	до 16	0,82 6,42	0,91 6,97	0,92 6,02	1,65 10,84	1,78 11,74	1,82 11,92	3,9 26,59	4,16 27,31	4,37 28,68
	16 - 32		0,82 6,42	1,39 9,1	1,83 12,02	1,89 12,42	1,75 11,54	3,65 23,98	3,90 26,55	4,11 26,97
	32 - 50			0,82 6,42	1,63 10,72	1,69 11,09	1,74 11,44	3,62 23,77	3,83 26,13	4,19 27,5
	50 - 133				0,81 6,06	1,68 12,53	1,3 9,7	2,16 16,13	2,32 17,25	2,43 18,14
	133 - 216					0,81 6,06	1,26 9,39	2,52 19,51	1,96 14,51	2,12 15,8
	216 - 300						0,81 6,06	3,39 25,21	2,53 18,87	2,29 17,01
	300 - 600							0,8 6,89	1,2 10,33	1,63 13,96
	600 - 800								0,8 6,89	1,08 9,32
	800 - 1000									0,8 6,89

Рис. 3. Матрица эффективности третьего порядка

Матрицу эффективности можно создать абсолютно для любого порядка. Чем больше порядок – тем выше точность определения экономического эффекта.

Расчет значений эффективности при построении матриц для каждой ячейки производился специальной программой, написанной на языке Си.

Экономический эффект от использования CALS – технологий связан с тем, что применяемые единые стандарты взаимодействия CALS (стандартный интерфейс доступа SDAI) позволяют уменьшить число конвертеров с $N * (N-1)$ штук до $2 * N$ штук (рис. 4).



Рис. 4. Информационная среда при наличии и отсутствии стандарта для обмена данными

С учетом этого идеальный эффект от использования CALS-технологий, при условии что все подсистемы будут взаимодействовать друг с другом составляет:

$$\text{Эффект} = \frac{N * (N - 1)}{2 * N} = \frac{N - 1}{2}$$

Зависимость эффекта от количества подсистем представлена на рис 5.

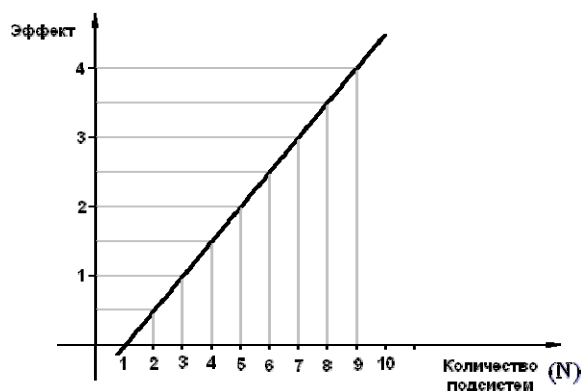


Рис. 5. График зависимости экономического эффекта CALS - технологий от количества объединяемых подсистем

Эффект линейно возрастает при увеличении количества объединяемых подсистем.

В реальных автоматизированных системах между их подсистемами взаимодействие может быть однонаправленным, либо отсутствовать вообще, что не учитывается в предыдущей формуле.

Для учета вида взаимодействия подсистем автоматизации была создана логическая матрица взаимодействия, для автоматизирующей системы АСУ ВУЗ. Которая состоит из следующих подсистем: абитуриент (1), аспирантура (2), аттестация вуза (3), библиотека (4), бухгалтерия (5), выпуск (6), договора (7), зарплата (8), кадры (9), контингент (10), оплата (11), приказы (12), расписание (13), сессия (14), стипендия (15), успеваемость (16), учебные планы (17). Матрица взаимодействия представлена в таблице 2.

Таблица 2

Логическая матрица взаимодействия подсистем АСУ ВУЗ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
3	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
5	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0
6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
7	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
9	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
12	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
15	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0

Единица в этой матрице обозначает наличие взаимодействия, ноль - отсутствие взаимодействия.

С учетом подстроенной логической матрицы взаимодействия экономический эффект от использования CALS технологий будет рассчитываться по следующей формуле:

$$\text{Эффект} = \frac{\sum_{i=1}^{17} \sum_{j=1}^{17} \text{Взаимодействие}(i, j) * \text{Наличие}(i) * \text{Наличие}(j)}{2 * N}$$

где **Взаимодействия (i,j)** – это значение из логической матрицы взаимодействия взятое из ячейки с i-й строкой и j-м столбцом, **Наличие(i)** - наличие i-й подсистемы в системе (0-отсутствует, 1-имеется).

Ожидаемый эффект от использования CALS – технологий при создании АСУ ВУЗ на основе подсистем абитуриент, аспирантура, аттестация вуза, библиотека, бухгалтерия,

выпускники, договора, зарплата, кадры, контингент, оплата, приказы, расписание, сессия, стипендия, успеваемость, учебные планы, рассчитанный по полученной формуле составил 2,3.

Итак, автором настоящей работы получено аналитическое выражение для расчёта экономического эффекта при проектировании АСУ ВУЗ с использованием CALS - технологий, которые отличаются тем, что с целью повышения точности оценки эффекта использует логическую матрицу взаимодействия подсистем.

Экономическая эффективность автоматизации процессов управления на основе CALS технологий обеспечивается за счёт того что:

- автономная разработка подсистем небольших размеров гораздо дешевле проектирования всей системы;
- использование CALS - технологий приводит к сокращению количества конвертеров, необходимых для объединения подсистем в единую систему.

Библиографический список

[1] Г.В. Мальшаков. Автоматизация процессов управления в вузе на основе CALS - технологий // «Вестник Московского авиационного института», М: 2009, том 16 , № 3, с. 77-84.

[2] ГОСТ Р ИСО 10303-1-99. “Системы автоматизации производства и их интерпретация. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 1. Общие представления и основополагающие принципы.”

[3] С. А. Орлов. Технологии разработки программного обеспечения: Учебник. — СПб.: Питер, 2002. — 464 с.: ил.

[4] Шафер, Дональд, Ф., Фатрелл, Роберт, Т., Шафер, Линда, И. Управление программными проектами: достижение оптимального качества при минимуме затрат. : Пер. с англ. - М. : Издательский дом "Вильямс", 2003. - 1136 с.: ил.

Сведения об авторах

Мальшаков Григорий Викторович, старший преподаватель Московского авиационного института (Государственного технического университета), malshakov@mail.ru, www.malshakov.ru, (499) 158-40-80
Москва, Волоколамское шоссе, д. 4