

# Динамическая модель структурной оптимизации процесса разработки программного обеспечения с участием Developer Advocate

А. С. Беляев<sup>1</sup>, Ф. А. Десятириков<sup>2</sup>, Е. Н. Десятирикова<sup>2</sup>, С. П. Федосова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Компания Haultmont, Черногория

<sup>2</sup>Воронежский государственный университет

<sup>3</sup>Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова  
felixdes@ieee.org

**Аннотация.** Аппарат теории управления применен для оптимизации процесса разработки программного обеспечения в условиях смены технологического стека проекта. Динамическая модель управления состоянием процесса разработки программного обеспечения основана на использовании формализма передаточных функций. Отличительной особенностью модели является учет корректирующих звеньев в системе управления, ассоциированного с функцией Developer Advocate и RnD.

**Ключевые слова:** стек технологий; Developer Advocate; RnD; теория управления; передаточная функция; структурная схема; устойчивость в малом

## I. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В современном мире цифровизация стала неотъемлемой перспективой развития общества. В соответствии с задачами этого развития всё более совершенствуются технологии, инструменты и сама методология разработки программного обеспечения [1, 2]. Процедуры процесса разработки информационных продуктов и проекты в этой области стандартизированы достаточно подробно [3]. Поэтому процессы разработки ПО являются унифицированными, инвариантными с точки зрения технологии реализации. Однако, выбор платформы и инструментов разработки зависят от каждой конкретной задачи и решаются уникальным образом. Причём выбор этот зачастую совершается в пользу хорошо зарекомендовавших себя технологий, отвергая новые, а потому рискованные возможности решения задачи [4]. Поэтому в процессах разработки программного обеспечения важная роль отводится делопер адвокату (DA, Developer Advocate) [5]. DA, с одной стороны, должен донести до разработчиков преимущества использования новых средств разработки ПО, т. е. технологического стека проекта. А с другой стороны, DA должен обосновать оптимальность найденных командой разработчиков решений для потребителя заказного программного обеспечения. Эффективно реализовать такой функционал DA может путем формирования и поддержки в ИТ компании центра компетенций проекта (RnD – Research and Development) (см., например, [6]).

Выделяют несколько функций DA. Большая часть этих функций реализуется внутри ИТ компании (внутренние функции), и лишь небольшая, но не менее важная часть, реализуется в процессах непосредственного взаимодействия DA и заказчика ПО. Этот эффект получил название «Айсберг DA» [7] и состоит в разделении функций DA на «видимые» (вне

ИТ компании) и «невидимые» (внутрифирменные), которые обеспечивают:

- функционал для внешней защиты программного продукта: публичные мероприятия, воаяжирование, активность в социальных сетях;
- внутрикорпоративную деятельность DA: разработка стратегий и тактик, участие во внутренних мероприятиях, участие во внутренних исследованиях, участие в технических комитетах, реализация статуса «нулевого клиента», отчетность и устранение проблем во всех продуктах и услугах, написание учебных материалов, внутреннее наставничество, написание и совершенствование технической документации, сотрудничество с командой инженеров, участие во внутренних продуктах.

Основой совместной деятельности DA и RnD является механизм неспецифической адаптации, который запускает процессы генерации нового технологического стека, аргументируя трансферт технологий конъюнктурой рынка программных продуктов [8]. Целевая функция такого взаимодействия заключается в реализации необходимости обоснования качества продукта ИТ компании.

В настоящей работе предлагается использовать парадигму классической теории управления для повышения эффективности разработки программного обеспечения в динамической инновационной информационной среде. Целью исследования является обоснование принципа адвокатуры программной инженерии в условиях инновационного развития внешнего окружения среды разработки. Задачей исследования является применение аппарата передаточных функций теории управления в моделировании структуры системы разработки проекта и её оптимизации.

## II. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

В рамках данного исследования применен подход [9], позволяющий ассоциировать оптимизацию программной инженерии с аналогичными задачами, которые решаются в парадигме классической теории управления [10]. Аргументы в пользу достаточности статистики успешного применения такого подхода к решению задач управления проектами с существенным субъективным компонентом приведены в [11].

Рассмотрим имитационную модель управления разработкой ПО в условиях динамической ИТ среды проекта. Последнее означает, что в процессе разработки ПО во внешнем ИТ окружении проекта создаются новые мощности, которые могут быть привнесены в процесс разработки ПО. Однако, такая возможность изменения технологического стека проекта не является очевидной в том смысле, что существующее качество процессов и продуктов разработки находится в пределах допустимых значений.

Определим программную инженерию как способ использования ИТ ресурса в некоторой заданной системе инструментария разработки. Можно утверждать, что даже частичное изменение технологического стека после начала проекта вызывает сопротивление команды разработки. И это сопротивление тем больше, чем менее очевидным является выигрыш от такой замены и чем выше риски при переходе на новые технологии. Отчасти это обусловлено «сопротивлением среды» – нежеланием использовать новации в тех случаях, когда и привычные технологии решают задачи с приемлемым качеством [7]. В таких ситуациях необходимо внешнее воздействие на команду проекта, целью которого является побудить перейти на новые технологии программирования. Реализация такого воздействия относится к компетенции DA. Но внешним это воздействие является только по отношению к команде разработки, а не к продукту проекта. Более того, такое воздействие является, по сути, обратной связью от продукта к команде разработки, т.к. в основе его лежит необходимость обеспечения качества продукта проекта при снижении ресурсов разработки. Сами ресурсы необходимо понимать самым широким образом, включая как их материальную и временную составляющую, так и знания.

С другой стороны, управление разработкой программного продукта реализуемое в ИТ компании, должно учитывать все изменения количественных характеристик как самой ИТ компании, так и внешних факторов, в условиях действия которых происходит её поступательное развитие. По отношению к ИТ компании эти внешние факторы могут быть определены как различного рода ресурсы и ограничения по времени, целям и средствам.

Согласно изложенному в [11] подходу построим динамическую модель ИТ компании, реализующей процессы разработки ПО (рис. 1) в условиях смены технологического стека проекта. Структурную схему модели составляют следующие основные блоки.

1. Центр компетенций проекта RnD моделируется пропорционально-интегральным регулятором с коэффициентом глубины освоения информации  $K_A$ . Постоянная времени  $T_A$  определяет степень «жесткости» руководства при смене стека.
2. Программная инженерия продукта агрегировано моделируется инерционным звеном со временем переходного процесса  $T_P$ , характеризующим запланированный релиз продукта.
3. Ресурсная составляющая проекта характеризуется агрегированным коэффициентом освоения ограниченных сверху

ресурсов (энергетических, материальных и финансовых)  $K_P$ , а также постоянной времени  $T_P$ , определяющей время наступления истощения ресурсов. Такая подсистема может быть описана типовым форсирующим звеном.

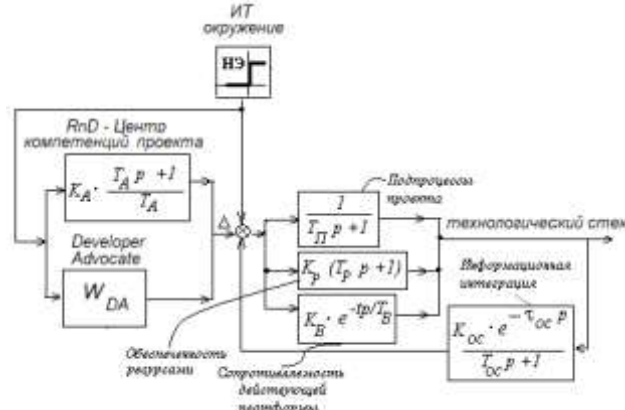


Рис. 1. Структурная схема системы реализации проекта ПО в условиях прогнозируемого внешнего возмущения

4. Сопrotивляемость команды проекта внедрению новых технологий определяется начальным уровнем развития соответствующих подсистем ИТ компании (характеризующимся коэффициентом прогрессивности  $K_B$ ) и временем, отведенным на перестройку ведущих направлений разработки ( $T_B$ ).
5. В модели предусмотрена обратная связь по результатам реализации проекта. Она используется для ускорения реакции системы на возмущающее воздействие и обеспечивает улучшение динамических свойств системы. С учетом жизненного цикла ПО [1] данную часть модели можно представить инерционным звеном первого порядка с коэффициентом передачи  $K_{OC}$ , постоянной времени  $T_{OC}$  и запаздыванием отклика, характеризующимся временем запаздывания  $\tau_{OC}$ .

Таким образом, постоянные времени соответствующих блоков структурной схемы  $T_i, i \in \{A, P, B, OC\}$  характеризуют скорость отработки установочного задания в соответствующих подсистемах модели.

Рассмотрим далее динамические характеристики подсистемы  $W_{DA}$ , ассоциированной с вкладом DA в процесс смены технологического стека. Представленная модель управления переходом на новый технологический стек в процессе разработки ПО позволяет исследовать на устойчивость к внешним нелинейным возмущениям (НЭ), в качестве которых можно рассматривать, например, выход на рынок эффективных средств разработки ПО. Можно показать, что система является устойчивой в малом, т.к. в отношении коэффициентов характеристического уравнения

$$\begin{aligned} & \left\{ T_{II}^2 (k_p k_{OC} T_p + T_{OC}) \right\}_3 x^3 + \\ & + \left\{ T_{II}^2 (2k_p^2 k_{OC}^2 T_{II} T_p + k_p^2 k_{OC}^2 T_p^2 + 2k_p k_{OC} T_p T_{OC} + \right. \\ & + k_p k_{OC} T_p T_{II} + 2k_p k_{OC} T_{II} T_{OC} + T_{OC}^2 + T_{OC} T_{II}) \left. \right\}_2 x^2 + \\ & + \left\{ k_{OC} T_{II} + 4k_p k_{OC} T_{II} + 2T_{II} + k_p k_{OC} T_p + T_{OC} \right\}_1 x + \\ & + \left\{ k_{OC} + 2k_p k_{OC} + 1 \right\}_0 = 0 \end{aligned}$$

выполняются условия критерия устойчивости Рауса–Гурвица:

$$\begin{aligned} \{ \bullet \}_0 & \equiv a_0, \quad \{ \bullet \}_1 \equiv a_1, \quad \{ \bullet \}_2 \equiv a_2, \quad \{ \bullet \}_3 \equiv a_3, \\ a_0 & > 0, \quad a_1 > 0, \quad a_2 > 0, \quad a_3 > 0, \quad a_1 a_2 > a_0 a_3 \end{aligned}$$

Это означает, что разработанная модель при любых внешних воздействиях обеспечивает разработку ПО заданного качества, что соответствует ситуации неочевидной необходимости смены стека проекта, которую и должен обеспечить DA.

Будем полагать, что изменение технологического стека проекта является откликом системы на соответствующее установочное задание. Техническое задание формируется центром компетенций RnD, который является структурным элементом системы управления ИТ компании. В функции RnD входит изучение ИТ окружения проекта, разработка и внедрение предложений по изменению технологического стека проекта, которые могут дать стратегические преимущества. Участником процесса поиска перспективных инноваций проекта является также и DA. Такой постоянный поиск инновационных продуктов для разработки заказного ПО является основой деятельности DA. Эффективно защитить перед заказчиком предлагаемый продукт ИТ компании можно только тогда, когда DA уверен в эффективности всех использованных в его разработке решений. Поэтому быть эффективным посредником между командой разработчиков и заказчиком ПО невозможно, если не участвовать во взаимодействии RnD с командой разработчиков в ситуациях, требующих изменения стека. Причем тренд на снижение качества ПО в изменившемся информационном окружении проекта должен спрогнозировать именно DA, уровень знаний которого принимается экспертным по умолчанию.

В связи с этим можно рассмотреть два случая, в которых требуется изменение стека технологий. Первый случай характеризуется тем, что изменившееся внешнее окружение проекта было заранее спрогнозировано, состоялось и требует изменения стека проекта, чтобы качество продукта проекта не ухудшалось. Примером такой динамики внешнего окружения является ситуация критического изменения состава продуктов разработки ПО. В этом случае, функция DA в процессе разработки ПО ограничивается экспертным решением по выбору адекватных изменений стека. Очевидно, что в этом случае отсутствует сопротивление команды разработки при переходе на новый инструментальный разработки ПО. Для того, чтобы реализовался перехода на новый стек необходимо выполнение следующих условий:

- потребность в иных ресурсах разработки;
- наличие на рынке этих ресурсов;

- имеющийся состав вещественных, экономических и людских ресурсов по прогнозным оценкам должен обеспечивать реализацию проекта при новой технологии функционирования.

Таким образом, заранее предвидимое возмущающее воздействие будет ликвидировано сразу же после своего возникновения, т. е. до того момента, когда появятся отклонения в показателях качества продукта проекта, вызванные этим возмущением.

Для второго случая, когда требуется изменить стек при неочевидном изменении качества продукта, модель перехода на новый уровень инженерии ПО принципиально отличается от описанной выше тем, что в корректирующий элемент W<sub>DA</sub> дополнительно привлекается текущая информация о неизменяемой части системы. В этом случае смена стека технологии неочевидна, что соответствует установившемуся режиму функционирования динамической системы. В качестве инструмента коррекции необходимо задействовать жесткую отрицательную обратную связь. Использование такого типа коррекции динамических характеристик системы оправдано доказанной выше структурной устойчивостью системы. Здесь важную корректирующую роль играет DA, который на основании анализа внешнего окружения проекта должен сформировать задание на смену технологического стека, довести его:

- до менеджмента проекта – с целью ресурсного обеспечения смены стека;
- до команды разработки – с целью компенсации сопротивления команды (возникающего по описанным выше причинам);
- до RnD – с целью обеспечения развития проекта.

Учтём теперь, что полученная модель является устойчивой в малом. Это значит, что включение DA в модель можно представить в виде обобщённой структурной схемы рис. 2, и такое включение не должно нарушать устойчивость системы. Здесь КП обозначена команда проекта, ИТ – внешнее окружение проекта (понимается как возмущающее воздействие).

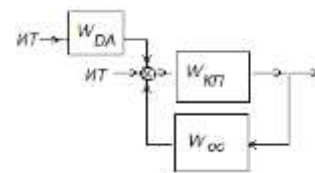


Рис. 2. Обобщенная структурная схема подключения корректирующего элемента

Так как звено W<sub>DA</sub> вырабатывает регулирующее воздействие по возмущению и должно улучшать динамические характеристики системы, повышая эффективность разработки ПО, будем считать его усилительным. При этом характеристическое уравнение системы не изменяется. А так как переходные процессы в системе определяются её характеристическим уравнением, то введение усилительного звена не изменяет устойчивый характер системы. Этим подтверждается тот факт, что функция DA по обоснованию необходимости перехода на новый технологический стек проекта трудно выполнима

именно потому, что такой переход, чаще всего, непосредственно не обусловлен снижением качества продукта в процессе разработки текущим инструментарием проекта.

Если возмущения являются длительными (т. е. продолжительность возмущений значительно превышает время корректировки системы) или возмущения изменяются непрерывно, то при использовании корректирующего усилительного элемента, будут длительные и с большой амплитудой отклонения установочного задания  $\Delta$ . Этот случай можно интерпретировать таким образом, что DA должен инициировать создание центра компетенций RnD, который возьмет на себя функции по поиску перспективных идей развития проекта, их анализу с точки зрения пригодности по качеству, стоимости, времени освоения и т. п. и доведению до исполнителей с последующим контролем. В этом случае можно избежать возможного накопления ошибок, т. к. компенсация возмущения происходит медленнее, чем его изменение.

В более сложных случаях возможно рассмотреть в качестве корректирующего элемента форсирующее звено первого порядка. Такое звено может быть представлено параллельным соединением усилительного и дифференцирующего звеньев. Если допустить корректировку процесса разработки ПО с участием DA, то можно дать следующую интерпретацию. Пропорциональная часть звена соответствует тезаурусу DA. Однако вследствие сопротивления команды проекта переходу на новый стек технологий, необходимо существование кратковременное воздействие RnD и DA, которое убедит команду принять соответствующие рекомендации. Дифференцирующая часть звена производит резкую смену режима разработки в том случае, когда внешнее возмущение внезапно и критично меняет технологический инструментарий проекта. В этом случае DA в соответствии с обеспечением качества продукта разработки оперативно инициирует смену технологического стека на максимально эффективный в изменившихся условиях с учетом ресурсов проекта (финансовых, материальных, кадровых). При этом подключение в схему корректирующего звена может быть различным – как параллельно процессу разработки, так и последовательно с ним. Способ подключения отражается только на вычислении передаточной функции системы.

### III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методами теории управления проведен анализ и моделирование системы управления проектом с целью уточнения условий смены технологического стека проекта. В работе предложена модель корректируемой системы в виде одноконтурной системы с отрицательной ОС. Коррекция системы управления разработкой ПО приводит к усложнению алгоритма управления для обеспечения устойчивости и качества процесса управления. Усложненная структура системы, связана с более глубокой переработкой информации, а также с необходимостью получения дополнительной текущей информации. Поэтому, если прогнозируется нелинейное возмущение среды разработки проекта, которое можно сопоставить с критичными изменениями рынка программных продуктов разработки ПО, то можно скорректировать возмущение путем ввода в

систему корректирующего элемента. В простейшем случае это последовательное усилительное звено, либо форсирующее звено первого порядка. На практике это означает, что структурными составляющими эффективной системы управления проектами разработки ПО должны быть DA и центр компетенций RnD.

Предполагается, что система устойчива, но не обладает требуемыми качественными показателями процесса разработки ПО. Если для коррекции не привлекается дополнительная текущая информация, то на структурных схемах DA-звено коррекции может включаться последовательно с RnD и его динамические характеристики соответствуют усилительному звену. В случае неочевидной необходимости смены стека технологий участие DA в процессе миграции стека описывается форсирующим звеном первого порядка в структурной схеме модели системы реализации проекта ПО. Эти два способа в информационном и динамическом аспектах равносильны и обуславливают только особенности расчета передаточной функции системы, а также организационной реализации алгоритма коррекции и управления проектом в целом.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Boehm B.W. A spiral model of software development and enhancement. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes Volume 11 Issue 4 August 1986, pp.14-24. <https://doi.org/10.1145/12944.12948>
- [2] Беляев А.С. Современные тенденции развития методологии ведения проектов в ИТ // Информатика: проблемы, методология, технологии: Материалы X межд. науч.-метод. конф. 11-12.02.2010, Воронежский госуд. университет, Воронеж, 2010, т.1, с. 3-6.
- [3] International Standart 14764-2022 - ISO/IEC/IEEE International Standard - Software engineering - Software life cycle processes – Maintenance.Third Edition, 2022-01. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/70aa2449-ac83-46d7-84c2-fe73a5a2efcc/iso-iec-ieee-14764-2022>
- [4] Desyatirikova E.N., Fedosova S.P. DSS Design for Risk Management of Projects // Proc.of 2017 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS). DOI: 10.1109/ITMQIS.2017.8085869
- [5] Wassim Chegham. The Subtle Art of Being a Developer Advocate. from Dev Community Blog, 10.10.2022. <https://dev.to/wassimchegham/the-subtle-art-of-being-a-developer-advocate-gdg>. / Пер.: Беляев А.С. Тонкое искусство быть девелопер адвокатом. Блог компании Haulmont. <https://habr.com/ru/company/haulmont/blog/555902/>
- [6] Беляев А.С. Quarkus: Сверхзвуковая субатомная ветклиника. Блог компании Haulmont, 26.02.2020. <https://habr.com/ru/company/haulmont/blog/487588/>
- [7] Wassim Chegham, The Developer Advocate Iceberg, URL: <https://user-images.githubusercontent.com/1699357/140733372-0e84eef9-641e-42e3-8b54-5cbb818f1359.jpeg> from: <https://github.com/manekinekko>
- [8] Volkova V.N., Loginova A.V., Desyatirikova E.N. Simulation Modeling of a Technological Breakthrough in the Economy // Proc. of 2018 IEEE EIConRus. DOI: 10.1109/EIConRus.2018.8317332
- [9] Десятирикова Е.Н. Методологические основы управления большими экономическими системами на основе информационных технологий: Дис. ... докт. наук / Санкт-Петербург., 05.13.10, 2000.
- [10] Волков В.Д., Шашкин А.И., Смольянинов А, Десятирикова Е.Н., Теория автоматического управления. Воронеж: Научная книга, 2015. 745 с.
- [11] Desyatirikova E.N. Automatic Control of the Sustainability of Digital Transformation Processes in the Digital Economy // Proc.of 2019 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS). DOI: 10.1109/ITMQIS.2019.8928446