

ПРОБЛЕМЫ ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ ЕЕ РАЗВИТИЯ

Работа посвящена анализу актуальных проблем программной инженерии на современном этапе ее развития. Рассмотрен предложенный в своде знаний по программной инженерии (SWEBOK) перечень процессов, входящих в эту область знаний. Особое внимание уделено процессу сопровождения программного обеспечения информационных систем в промышленном режиме, его особенностям в распределенных организациях и сопутствующим процессам.

Ключевые слова: сопровождение программного обеспечения информационных систем, свод знаний по программной инженерии, управление требованиями, функциональное тестирование при сопровождении, нагрузочное тестирование при сопровождении

Программная инженерия как область знаний сформировалась в последние 40–45 лет на основе работ, которые проводились как научные и прикладные исследования отечественными и зарубежными учеными. Эти работы были направлены на обеспечение больших государственных проектов (сначала преимущественно в оборонной области) и проектов крупных компаний в тех сферах человеческой деятельности, где создавались информационные системы различного назначения. Особую важность методы и автоматизированные технологии создания и сопровождения программного обеспечения имели для тех секторов национальной экономики, автоматизация которых существенно повышала эффективность лежащих в их основе бизнес-процессов. К их числу относятся банковская и финансовая деятельность, телекоммуникации, транспорт, оптовая торговля и дистрибуция, топливно-энергетический комплекс, управление объектами, процессами и ряд других.

Работы в области программной инженерии проводились и в нашей стране. Уже в 80-е годы прошлого века было реализовано несколько государственных программ в этой области [2]. В 1980–1990 гг. прошла целая серия научно-технических конференций по технологии программирования (первая и вторая конференции в Киеве, а также в Москве, Санкт-Петербурге, Новосибирске, Твери, Ереване, Риге, Таллине и других городах). В 1992 г. создана Ассоциация по про-

граммной инженерии, которая провела три конференции по CASE-технологии в Москве.

SWEBOK. Работа ученых во всем мире и накопление огромного опыта создания и многолетнего массового использования программных средств разного назначения привели к тому, что этот опыт обобщен ISO, IEEE в виде свода знаний в области программной инженерии (SWEBOK)[1]. В этом документе зафиксированы базовые достижения, отражающие переход программной инженерии на промышленный уровень. В нем систематизированы знания международного сообщества в области программной инженерии, описаны основные процессы и методы в этой области знаний, а также смежные области знаний в разрезе основной концепции ISO/IEC: реализации процессного и проектного подходов при создании систем и программного обеспечения на основе концепции тотального управления качеством. Сформулированы и описаны по составу и содержанию процессы программной инженерии.

- **Software requirements** – требования к программному обеспечению (ПО);
- **Software design** – проектирование ПО;
- **Software construction** – разработка ПО;
- **Software testing** – тестирование ПО;
- **Software maintenance** – сопровождение ПО;
- **Software configuration management** – конфигурационное управление ПО;
- **Software engineering management** – управление в программной инженерии;

- *Software engineering process* – процессы программной инженерии;
- *Software engineering tools and methods* – инструменты и методы программной инженерии;
- *Software quality* – качество программного обеспечения.

Вместе с тем не следует относиться к SWEBOOK как к чему-то застывшему и неизменяемому. В области создания и использования программного обеспечения остаются проблемы, которые не нашли пока должного отражения в этом документе. Появились новые вызовы рынка, требующие осмысления и разрешения с использованием методов, технологий и инструментальных средств, основанных на положениях программной инженерии.

Особенности современного этапа в развитии программной инженерии. В настоящее время в организациях (компаниях) разного масштаба и сфер деятельности активно эксплуатируется огромное число программных продуктов – как поставляемых пакетов прикладных программ, так и ПО информационных систем (ИС), непосредственно участвующих в бизнес-процессах этих компаний. По оценкам специалистов, стоимость сопровождения этого ПО составляет порядка 70...80 % от общей стоимости работ в его жизненном цикле (ЖЦ) и существенно влияет на совокупную стоимость владения информационными системами Заказчика. Решение вопросов снижения совокупной стоимости владения информационными системами и их программным обеспечением, управления качеством в жизненном цикле ПО и ИС является в настоящее время чрезвычайно актуальным. Соответственно, актуальными являются и аналогичные проблемы программной инженерии.

Целесообразно рассмотреть виды объектов программной инженерии, субъекты, участвующие в процессах ЖЦ этих объектов и особенности их ЖЦ. К видам объектов программной инженерии следует отнести:

- заказное ПО, в том числе ПО ИС, включая портируемое на различные платформы;
- типовое прикладное ПО, настраиваемое на условия применения (например, 1С, SAP R3 и др.);
- системное и инструментальное ПО, поставляемое серийно (ОС, middleware, компиляторы, GIS-системы и т.п.);
- исследовательское ПО.

Глобализация бизнеса приводит к тому, что всё больше накапливается массовый опыт использования программных средств разного типа **в производственных условиях**, в том числе в территориально распределенных компаниях. Для таких компаний характерна четкая структуризация, регламентация распределения обязанностей и ответственности как внутри компании, так и между компанией и ее подрядчиками, выполняющими работы по сопровождению и обслуживанию ИС, их ПО, в том числе и в условиях территориальной удаленности участников процесса. Необходимо развитие новых методов, методик и инструментов для повышения

эффективности труда заказчиков, разработчиков, специалистов, сопровождающих далее (сопроводителей) и эксплуатирующих далее (эксплуатационников) ПО и снижения общей стоимости работ этих специалистов.

В подобных ситуациях основные проблемы ЖЦ ПО проявляются, пожалуй, наиболее ярко. По этой причине соответствующие проблемы будут рассматриваться, прежде всего, для программного обеспечения ИС.

Проблемы сопровождения ПО ИС. Для ПО этого вида наиболее существенными становятся процессы сопровождения, поскольку за время жизни ИС, как правило, достаточно часто вносятся изменения, а цена ошибки определяется финансовыми, материальными и другими потерями бизнеса, которые возникают в результате ошибок в ПО ИС. Именно поэтому приходится переосмысливать роль ряда процессов (управление требованиями, управление конфигурациями и изменениями и т.д.) при сопровождении ПО. Кроме того, крайне важно четкое понимание ролей субъектов программной инженерии (функциональных и фактических заказчиков ПО, разработчиков, сопроводителей, эксплуатационников) в процессах сопровождения и эксплуатации ПО ИС.

Процесс сопровождения ПО ИС протекает на фоне эксплуатации ИС. Именно поэтому процесс сопровождения ПО ИС необходимо рассматривать с позиций модели услуг, предусмотренной в ITSM (*Information technology – Service management*). Этот факт означает, что необходимо оценить совместимость процессов комплексов стандартов [3–8]. Результаты совместного анализа процессов сопровождения и процессов, предусмотренных в перечисленных стандартах, приведены в таблице.

Проведенный анализ показывает, что процессы сопровождения целесообразно "вписать" в указанную модель услуг, причем в качестве основного процесса сопровождения следует рассматривать процесс управления выпусками (*Software Release Management*). Такой подход позволит осуществлять планирование деятельности службы сопровождения и контроль качества всех остальных процессов, включая управление требованиями.

Если команда сопроводителей географически распределена, а ИС имеет несколько объектов базирования, в организации – владельце ИС требуется вести управление сопровождением ПО ИС более высокого уровня.

Такой подход обеспечивает возможность оперативно проводить мониторинг и управление ИС в целом, в которой ПО является одним из многих, но структурно сложным компонентом. Значительная часть процессов сопровождения может быть автоматизирована на основе комплексов инструментальных средств для автоматизации разработки. Однако достижения состояния готовности выпуска ПО ИС и его компонентов, а также состав реализованных регламентированных действий сопроводителей и аутсорсеров должны фиксироваться автоматически в целях использования этой

Сопоставление процессов по ГОСТ 12207, 14764, 15504 и 20000

Процессы жизненного цикла ПО ИС по ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207	Процессы по ГОСТ Р ИСО/МЭК 20000				
	Управление инцидентами	Управление проблемами	Управление изменениями	Управление выпусками	Управление конфигурацией
Основные процессы					
Приобретение					
Поставка					
Разработка, в том числе управление требованиями (категория ENG 1 по ГОСТ 15504)					
Эксплуатация					
Сопровождение					
Вспомогательные процессы					
Документирование					
Управление конфигурацией					
Обеспечение качества					
Верификация					
Аттестация					
Совместный анализ					
Аудит					
Решение проблем					
Организационные процессы					
Управление					
Создание инфраструктуры					
Усовершенствование					
Обучение					

информации при управлении выпусками, изменениями и конфигурацией модифицируемого ПО ИС.

Обеспечение и управление качеством в ЖЦ ПО. Рассмотрение процессов обеспечения и управления качеством ПО приводит к необходимости понимания того, как меняется ПО в качестве объекта системы управления качеством при переходе с этапа на этап ЖЦ ПО, а также каковы свойства процессов ЖЦ ПО, в рамках которых должно осуществляться управление качеством ПО. Понятно, что основные мероприятия по обеспечению качества должны проектироваться в соответствии с подходом, заложенным в СММИ [5].

Вместе с тем целесообразно учесть, что на этапах сопровождения и эксплуатации само ПО ИС представляется уже не в детальной структуре, как на стадии проектирования, а в виде укрупненных компонентов, размещаемых на объектах базирования ИС и обладающих определенной функциональностью, понятной на уровне ИС. Степень воздействия на каждый такой компонент при реализации процессов управления качеством различная и отличается от тех возможностей, которые существуют на стадии разработки. В настоящее время серьезные исследования по этой тематике пока не опубликованы, а само направление является чрезвычайно актуальным.

Особенности процессов обеспечения и управления качеством таких компонентов при сопровождении и эксплуатации пока также изучены недостаточно. Требуют уточнения модели и показатели качества, требо-

вания к качеству, свойства и характеристики дефектов, состав используемых метрик, методики их измерения, а также методики управления качеством. Пока еще не приобретен достаточный опыт применения стандарта [9] при выполнении больших программных проектов, а именно в ходе сопровождения и эксплуатации на длительном временном интервале ПО, созданного в рамках выполнения таких проектов.

Управление процессами в распределенных организационных структурах. Особой сложностью обладает сопровождение ПО ИС, осуществляемое географически распределенными коллективами. Такие проекты характерны для крупных заказчиков – промышленных предприятий и больших территориально распределенных компаний. В этом случае особенно важно четкое распределение обязанностей и ответственности между участниками за процессы сопровождения и отдельные артефакты этих процессов (требования, исходные тексты и т.п.). Принятые решения по распределению обязанностей и ответственности необходимо закреплять путем их регламентации, а именно выпуска внутри компании – владельца ИС документа, обязательного для выполнения всеми службами, вовлеченными в процессы сопровождения и эксплуатации. При привлечении аутсорсеров для выполнения определенных процессов и операций элементы регламентов должны включаться в соответствующие договоры. Необходимо также систематическое выполнение аудита хода процессов и систематическая оценка сос-

тояния процесса в целом (статус-митинги путем телеконференций). Только в этом случае чрезвычайно полезной, определяющей с позиций оперативности и эффективности процессов сопровождения, является автоматизация процессов сопровождения и эксплуатации ПО ИС.

В связи с изложенным очень востребованы разработки метрики процессов распределенного сопровождения и общие показатели качества процессов сопровождения и эксплуатации ПО ИС.

Модели организации работ по сопровождению и эксплуатации ПО ИС. При организации процессов сопровождения и эксплуатации ПО ИС в различных компаниях—владельцах ИС, эксплуатирующих системы как по централизованной, так и по распределенной схеме, важно использовать корректную модель деятельности, учитывающую интересы всех заинтересованных участников процесса. Наиболее важными при построении такой модели является четкое разделение обязанностей и сфер ответственности участников в условиях конкретной компании.

Типовая модель должна учитывать взаимоотношения (обязанности и ответственность):

- функционального заказчика (бизнеса);
- фактического заказчика (ИТ-службы);
- разработчика ПО ИС;
- сопроводителя (например, подразделения ИТ-службы), отвечающего за сопровождение ПО;
- оператора (службы, обеспечивающей эксплуатацию ИС);
- конечного пользователя, применяющего ПО ИС по назначению в бизнес-процессе (складской работник, экономист и т.п.);
- аутсорсера — организацию, которая на основе договора выполняет определенную роль в процессе сопровождения.

При построении процесса сопровождения с использованием стандарта 14764 определяют схему взаимодействия между ролями, предусмотренными в модели, фиксируя операции, переходы и артефакты, используемые в ходе сопровождения, а также временные и ресурсные ограничения на их выполнение, возможности их автоматизации. Несмотря на типовую схему таких моделей, при их адаптации к условиям каждой компании учитывается ее специфика, уровень зрелости, определяющий возможность реализации в компании тех или иных операций или процесса в целом.

Инжиниринг и управление требованиями в ЖЦ ПО. Информационная система создается для автоматизации бизнес-процессов заказчика. В этой связи требования к ИС и ПО ИС на стадии разработки должны формироваться поэтапно. В то же время при сопровождении требования могут уточняться и изменяться в связи с изменениями нормативной базы заказчика, диверсификацией его бизнеса, развитием его бизнес-процессов. Интенсивность изменения требований может достигать нескольких сотен в год. С точки зре-

ния управления требования важно классифицировать по видам и по использованию в процессах ЖЦ ПО.

Требования по видам можно классифицировать на:

А. *Нормативные требования*, т. е. определяемые нормативными документами.

В. *Функциональные требования к бизнес-процессу.*

С. *Функциональные требования к ИС и ее ПО.*

Д. *Нефункциональные требования* к показателям назначения ИС (доступность, производительность и т.п.).

Е. *Требования к реализации ПО*, которые вырабатываются в процессе проектирования.

Ф. *Тестовые требования* к ПО ИС в целом.

Различные виды требований используются на разных этапах ЖЦ ПО, в том числе при сопровождении и эксплуатации. В качестве требований к реализации на этих этапах может применяться и документация на ИС или ПО, например, альбомы форм документов, выпускаемых ПО. Требования С, Е, Ф используются при функциональном тестировании выпусков ПО. Требования Д, Е используются при нагрузочных испытаниях и тестировании, которые проводятся при необходимости оценить потенциальные характеристики модернизации технического обеспечения ИС (вычислительных комплексов, сети и т.п.).

Инжиниринг и управление требованиями при сопровождении позволяют заказчикам четко понимать, какими реальными характеристиками обладает ПО ИС текущего выпуска, а также спланировать достижение заданной функциональности в определенное время и при ограниченных ресурсах. Процессы инжиниринга и управления требованиями автоматизируются средствами работы с требованиями, из проверки, документирования и анализа. Заметим, что если требования к ИС или ПО ИС определены плохо или не определены, при тестировании приходится восстанавливать требования до уровня, позволяющего правильно организовать тестирование, особенно автоматизированное. Для систем, в которых требования к ПО определены хорошо (например, сетевые протоколы) удается автоматизировать генерацию тестов.

Функциональное и нагрузочное тестирование при сопровождении и развитии ПО ИС.

При сопровождении ПО ИС приходится периодически решать две принципиально различные задачи:

- проверять соответствие внесенных изменений спецификации (функциональным требованиям или требованиям к реализации) тому, какими новыми функциями должен обладать новый выпуск ПО ИС;
- проверять, будет ли после внесения изменений в ПО ИС сама ИС обладать необходимой производительностью, сможет ли ИС в течение длительного времени на том же оборудовании обеспечивать обработку перспективной нагрузки с заданной оперативностью (или производительностью).

Первая задача. В этом случае речь идет о свойствах не отдельных компонентов, а о свойствах ПО ИС в целом. Объектом функционального тестирования является выпуск ПО ИС. При сопровождении появляется не-

обходимость в поставке ПО и автоматизирующего процесса регрессионного функционального тестирования ПО ИС на определенном комплексе тестов, который осуществляет проверку по сценариям. На практике удается построить комплексы тестов, обеспечивающие покрытие до 80 % функциональности ПО ИС. Комплексы тестов также требуют сопровождения, однако трудоемкость таких работ, например, для банковских систем составляет 2–3 чел.-год на одну ИС (ПО ИС). В процессе сопровождения должны быть развернуты комплексные стенды для автоматизированного тестирования и выделено специальное время для его проведения на регулярной основе.

Вторая задача. Решение второй задачи сопряжено с необходимостью проверки функционирования ПО ИС на аппаратно-программном комплексе, максимально приближенном по составу и структуре к реальному комплексу, на котором функционирует ИС при реальном использовании. Это всегда достаточно дорогой полунатурный или натурный эксперимент, требующий длительного времени (от нескольких часов до нескольких суток). Однако и цена решений, которые будут приниматься по результатам такого эксперимента, тоже очень высока и на несколько порядков превышает стоимость нагрузочного эксперимента. Для проведения нагрузочного тестирования должен быть построен сложный аппаратно-программный комплекс, обеспечивающий настройку испытываемого ПО ИС и соответствующих баз данных, наполнение их тестовыми данными. Такой комплекс должен поддерживать генерацию потоков требований на тестируемую систему, подачу требований в нужном темпе, измерения характеристик функционирования ИС под воздействием тестовой нагрузки, анализ и представление результатов тестирования испытателям как в ходе эксперимента, так и по его завершении. Решение такой задачи регрессионно, с определенной периодичностью, позволяет проводить раннее обнаружение признаков деградации системы при внесении в нее изменений.

Документирование ПО и ПО ИС. В настоящее время чрезвычайно актуальным является повышение качества документации на ПО ИС и на отечественные реализации ПО различного типа. Требуют обновления стандарты групп 34 и 19, посвященные документированию автоматизированных систем и программного обеспечения, необходима их гармонизация со стандартами ИСО/МЭК по этой теме. Практика последних десятилетий привела к формированию общего представления о составе ролей персонала, используя

щего документацию на различных этапах ЖЦ ИС и ПО и их потребностях в материале, включаемом в состав документации.

Совокупная стоимость владения ПО и Open Source. В последние несколько лет на государственном уровне решается вопрос об использовании свободного ПО (*Open Source*) в качестве замены ряда операционных систем и офисных пакетов прикладных программ. Качество реализации программ *Open Source* очень высоко. Этот факт создает иллюзию того, что совокупные затраты на его обслуживание и сопровождение будут также минимальными или существенно меньшими, чем такие аналоги, как, например, Windows. Однако следует учесть, что документирование, обслуживание, обучение требуют значительных затрат. Кроме того, крайне важно, кто предоставляет гарантии качества свободного ПО, т.е. очень важен юридический аспект реализации такого подхода. Проблема использования свободного ПО является безусловно актуальной, однако она требует выработки условий и разработки комплекса услуг, которые позволят обеспечить его применение в различных сегментах рынка, в том числе в ряде ответственных приложений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Software Engineering** – Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK). ISO/IEC TR 19759: 2005 (E).
2. **Липаев В.В.** Отечественная программная инженерия: фрагменты истории и проблемы. М.: СИНТЕГ, 2007. 312 с.
3. **ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207—99.** Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств. М.: Издательство стандартов, 1999.
4. **ГОСТ Р ИСО/МЭК 14764—2002.** Информационная технология. Сопровождение программных средств. М.: Издательство стандартов, 2002.
5. **ISO/IEC TR 15504:1998.** Information Technology – Software Process Assessment (parts 1–9). ISO and IEC, 1998.
6. **ISO/IEC TR 20000—1: 2005.** Information technology – Service management – Part 1: Service management system requirements.
7. **ISO/IEC TR 20000—2: 2005.** Information technology – Service management – Part 2: Code of practice.
8. **ISO/IEC TR 20000—3:2009.** Information technology – Service management – Part 3: Guidance on scope definition and applicability of ISO/IEC 20000—1.
9. **ISO/IEC 9126—1:2001.** Software Engineering Product Quality – Part 1: Quality Model. ISO and IEC, 2001.