

Jet Info

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 6 (157)/2006



Модели зрелости программной инженерии – СММІ Содержание и применение

УПРАВЛЕНИЕ
КАЧЕСТВОМ

Модели зрелости программной инженерии – CMMI

Содержание и применение

Владимир Васильевич Липаев,
профессор, доктор технических наук

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	2
Структура и содержание модели зрелости – CMMI - 1.1	4
Организация сертификации программных продуктов	9
Документирование процессов и результатов сертификации программных продуктов	13
Базовые документы системы качества предприятия и жизненного цикла программного средства	14
Исходные документы, отражающие особенности жизненного цикла конкретного программного средства	14
Результирующие документы испытаний – сертификации системы качества предприятия и/или программного продукта	15
Литература	15

Введение

Важнейшей частью современных сложных систем являются программные продукты — интеллектуальная составляющая. Программные продукты сейчас применяются для решения задач управления практически во всех сферах деятельности человека: в экономике, социальной, военной и других областях. Обеспечение высокого качества отечественных программных продуктов при их массовой разработке и поставке для различных сфер применения в стране и на мировом рынке стало стратегической задачей.

В настоящее время сложилось два почти независимых направления стандартизации в программной инженерии и обеспечении качества программных продуктов, которые условно можно назвать профилями стандартов ISO (Международной организации стандартизации) и моделями зрелости SEI (Института программной инженерии США). Первые достаточно полно представлены в [1,4], а вторые — в [2,3]. Именно моделям зрелости посвящено основное содержание статьи.

Для обеспечения конкурентоспособности в мире сложных программных продуктов и возможности их успешного экспорта они должны быть разработаны и сертифицированы в соответствии с требованиями **профилей международных стандартов** на базе **ISO 9000:2000** или **моделей зрелости – CMMI:2003** (Capability Maturity Model Integration — Интегрированная модель оценивания зрелости программной инженерии). Эти два направления методологичес-

ки очень близки и частично пересекаются посредством взаимных ссылок.

Совершенствование технико-экономических показателей и качества программных продуктов, а также предотвращение ошибок и дефектов обеспечивается применением современных технологий программной инженерии и систем автоматизированного проектирования. Это высокопроизводительные, ресурсосберегающие технологии создания комплексов программ высокого качества, надежности и безопасности, имеющие своей целью сокращение общих затрат ресурсов на проектирование, реализацию и сопровождение программных средств (ПС). Для этого, прежде всего, необходимо применять методы и средства анализа и проектирования, обеспечивающие конкретизацию и максимально точное представление целей, назначения и функций с начала жизненного цикла (ЖЦ) ПС и предотвращающие распространение возможных системных дефектов на последующие этапы разработки. Такие технологии программной инженерии позволяют исключать или значительно снижать уровень системных, алгоритмических и программных ошибок в программных продуктах, передаваемых для эксплуатации. Кроме того, они эффективны при модификации и сопровождении ПС, а также при изменениях внешней среды.

Для удостоверения качества, надежности и безопасности применения сложных, критических систем, используемые в них программные продукты, подвергаются **сертификации** аттестованными, проблемно-ориентированными испытательными центрами или лабораториями. Такие испытания необходимо проводить, когда программы управляют сложными, критическими процессами или обрабатывают столь важную информацию, что дефекты в них или недостаточное качество могут нанести значительный ущерб. Сертификационные испытания должны устанавливать соответствие комплексов программ требованиям документации и допускать их к эксплуатации в пределах изменения параметров внешней среды, исследованных при проведенных проверках. Эти виды испытаний характеризуются наибольшей строгостью и глубиной проверок, должны проводиться специалистами, независимыми от разработчиков и от заказчиков (пользователей).

Основой сертификации должны быть детальные и эффективные программы и методики испытаний комплексов программ на соответствие стандартизированным требованиям заказчиков, специально разработанные тесто-

вые задачи и генераторы для их формирования, а также высокая квалификация и авторитет испытателей. Применение на предприятиях-разработчиках программных продуктов, сертифицированных систем качества обеспечения ЖЦ ПС на базе требований **ISO 9000:2000** или **CMMI:2003**, гарантирует высокое, устойчивое управление качеством процессов и продуктов их жизненного цикла, а также позволяет во многих случаях облегчать сертификацию конечного программного продукта. Поэтому заказчики сложных программных проектов стремятся выбирать подрядчиков-исполнителей, имеющих сертификаты, удостоверяющие применение ими систем гарантирования качества на основе адаптированных профилей международных стандартов или моделей зрелости.

Пробелы в обучении методам программной инженерии оставляют широкое поле для произвола специалистов при оценивании качества их труда, а также для появления многочисленных дефектов и ошибок в проектах программных средств. Возрастание сложности и ответственности современных задач, решаемых программами, а также возможного ущерба от недостаточного качества их результатов, значительно повысило актуальность освоения методов полного, стандартизированного описания требований к характеристикам качества и способов измерения их реальных, достигнутых значений на различных этапах жизненного цикла ПС. Резко возросла необходимость знания специалистами понятий, определений и способов оценивания характеристик качества программных продуктов.

Быстрое увеличение и усложнение комплексов программ приводит к созданию крупных программистских коллективов с профессиональным разделением труда, в которых необходимо регламентирование координированной деятельности групп специалистов над единым проектом. Обещания разработчиков в контрактах создать высококачественные программы в согласованные сроки во многих случаях не выполняются. Часто это происходит в силу того, что заказчик и исполнитель оценивают уровень качества по разным критериям, и согласованности по этому вопросу у них нет, а подход к оценке качества программ недостаточно формализован. Кроме того, иногда не хватает умения правильно оценить ресурсы, необходимые для достижения высокого качества программ. В результате качество программной продукции зачастую остается низким, неподдающимся достоверной оценке и не конкурентоспособным на

международном рынке. Поэтому важнейшей проблемой развития и применения многих современных систем является обучение и воспитание специалистов в области программной инженерии, использованию международных стандартов, способствующих высокому качеству ПС и достоверному его оцениванию с основной целью — сделать процессы проектов **управляемыми**, а результаты — **предсказуемыми**. Необходимо умение формализовать требования и достигать конкретные значения характеристик качества функционирования и применения сложных комплексов программ с учетом тех ресурсов, которые доступны для обеспечения и совершенствования этого качества.

Модель зрелости CMMI – 1.1, уточняет и совершенствует предшествовавшие модели CMM (см. [3]), а также частично учитывает основные требования существующих международных стандартов в области менеджмента программных средств. Значительное внимание в CMMI уделяется процессам разработки и учету итераций при изменении требований заказчиков, их прослеживанию к функциям, компонентам, тестам и документам проекта. В последнее время появилась информация о модернизации институтом SEI версии 2003-го года CMMI – 1.1 на основе накопленного опыта и отзывов предприятий. Предполагается выпустить в 2006 году новую, существенно модернизированную, версию модели CMMI – 1.2, после чего постепенно должно прекратиться применение версии 1.1. До конца 2007 года должен проводиться переход пользователей на версию CMMI – 1.2, а в дальнейшем она станет обязательной для формализованной оценки качества (сертификации) технологии предприятий в области программной инженерии. При этом срок действия сертификата будет ограничен тремя годами. К этим изменениям следует готовиться заказчикам и разработчикам крупных ПС до официальной публикации институтом SEI версии 1.2.

Структура и содержание модели зрелости CMMI – 1.1

Два варианта модели CMMI – 1.1 созданы для обеспечения **непрерывного** оценивания комплекса процессов в определенной области со-

здания программных средств или для **поэтапного** оценивания и совершенствования зрелости предприятия, а также для организации ЖЦ комплексов программ в целом. Модели CMMI представляют помощь специалистам при организации и совершенствовании их продуктов, а также по упорядочению и обслуживанию процессов разработки и сопровождения ПС. Концепция этих моделей охватывает управление и оценивание зрелости сложных систем, инженерии программных средств, а также процессов создания интегрированных программных продуктов и совершенствования их разработки. Компоненты непрерывной и поэтапной моделей в значительной степени подобны, могут выбираться и применяться в разном составе и последовательности использования в зависимости от свойств и характеристик конкретных проектов.

Варианты описания моделей построены по единой схеме, которая включает общие разделы:

- предисловие;
- 1 раздел — введение;
- 2 раздел — модель компонентов;
- 3 раздел — терминология;
- 4 раздел — содержание уровней и главные компоненты каждого варианта модели (разработка целей и процедур);
- 5 раздел — структура взаимодействия процессов; аннотированы четыре категории процессов раздела 7, их общий обзор и схемы взаимодействия CMMI процессов:
 - менеджмент процессов;
 - менеджмент — управление проектом;
 - инжиниринг (технология);
 - поддержка;
- 6 раздел — использование модели CMMI — краткие рекомендации для пользователей по применению модели и обучению; отмечается совместимость и соответствие процессов модели, с регламентированными процессами предыдущей модели CMM в части 2 и 3 стандарта ISO 15504.
- 7 раздел — последний, самый большой в каждом стандарте, он занимает около 500 страниц из полного объема документа, который составляет свыше 700 страниц. В этом разделе представлены подробные рекомендации для реализации каждого из перечисленных в нем процессов, которые учитывают особенности конкретной модели.

Первый вариант (непрерывной) модели отражает документ: *Capability Maturity Model Integration (CMMI) for Systems Engineering/*

Software Engineering/Integrated Product and Process Development, Version 1.1, Continuous Representation (CMMI-SE/SW/IPPD, V1.1, Continuous). Интегрированная модель оценивания зрелости инженерии систем/программной инженерии/интегрированных продуктов и процессов разработки — **непрерывное представление**. В этой модели седьмой раздел составляют процессы:

- **менеджмент процессов:**
 - содержание организационных процессов;
 - определение организационных процессов;
 - организация обучения;
 - организация преобразования (изменений) процессов;
 - организация инноваций и расширений;
- **управление проектом:**
 - планирование проекта;
 - мониторинг и контроль процессов проекта;
 - управление соглашениями с поставщиками;
 - интегрированное управление процессами и продуктами проекта;
 - управление рисками;
 - интеграция команды разработчиков;
 - интегрированное управление поставщиками;
 - количественное управление проектом;
- **инженерия (технология):**
 - управление требованиями;
 - разработка требований;
 - технические решения;
 - интеграция продукта;
 - верификация;
 - валидация (аттестация, утверждение);
- **поддержка:**
 - управление конфигурацией;
 - обеспечение качества процессов и продуктов;
 - измерение и анализ процессов и продуктов;
 - анализ и принятие решений на изменение;
 - организация окружения для интеграции;
 - анализ причин и разрешение проблем (устранение дефектов).

В пяти приложениях приводятся:

- A** — состав использованных литературных источников и документов, в котором, однако, не упоминаются стандарты **ISO**;
- B** — сокращения;
- C** — глоссарий на основе терминологии **ISO**, применяемой только в четырех стандартах **ISO 9000, ISO 12207, ISO 15504:1-9, ISO 15288**;

D — описания требований и предложений для формирования компонентов модели по уровням зрелости;

E — список участников разработки **CMMI** — проекта.

В этой модели внимание акцентировано на организационных процессах, на планировании, управлении и контроле процессов реализации проектов программных средств, на разработке и управлении требованиями к программным продуктам. Ниже представлены примеры детализации в **CMMI** некоторых из них [2].

Планирование проекта в этой также как и во второй модели включает:

- оценку возможного размера (масштаба) программного продукта;
- оценку сложности функций и характеристик проекта ПС;
- определение модели и этапов жизненного цикла комплекса программ;
- технико-экономическое обоснование проекта — определение стоимости, трудоемкости и длительности ЖЦ ПС;
- разработка поэтапного графика работ и бюджета проекта;
- анализ, идентификация и оценка проектных рисков;
- планирование и управление документированием процессов и продуктов в ЖЦ проекта ПС;
- планирование и распределение технических и людских ресурсов по этапам ЖЦ ПС;
- планирование обеспечения знаний и квалификации коллектива специалистов для реализации проекта;
- обобщение и анализ совокупности планов проекта ПС;
- согласование работ и ресурсов по этапам ЖЦ разработчиком с заказчиком проекта ПС;
- документирование плана работ и утверждение его менеджером разработчиков проекта.

Процессы разработки требований к программному продукту аналогичны процессам в обеих моделях и включают:

- выявление реальных потребностей заказчика и пользователей к функциям и характеристикам программного продукта;
- разработку и согласование между заказчиком и разработчиком исходных, базовых требований к функциям программного продукта;
- определение доступных ресурсов и ограничений проекта комплекса программ;

- декомпозицию базовых исходных требований к функциям ПС в набор требований к компонентам и тестам комплекса программ;
- формализацию требований к интерфейсам между компонентами, с операционной и внешней средой;
- разработку концепции программного продукта и сценариев его использования;
- разработку требований к обобщенным характеристикам функциональной пригодности и использованию функций программного продукта по назначению.

Управление требованиями в обеих моделях включает:

- достижение однозначного понимания требований к проекту ПС заказчиком и разработчиками;
- получение заказчиком от разработчиков обязательств выполнить все его требования к программному продукту;
- согласованное между заказчиком и разработчиком управление изменениями требований к проекту ПС;
- обеспечение прослеживания корректности изменений от общих требований к проекту ПС до требований к компонентам и частным процессам;
- выявление и идентификация несоответствий между процессами разработки проекта и требованиями заказчика.

Второй вариант представляет документ: *Capability Maturity Model Integration (CMMI) for Systems Engineering/Software Engineering/Integrated Product and Process Development, Version 1.1, Staged Representation (CMMI-SE/SW/IPPD, V1.1, Staged)*. Интегрированная модель оценивания зрелости инженерии сложных систем/программной инженерии/интегрированных продуктов и процессов разработки — **поэтапное представление**. Модель базируется на сохранении концепции пяти уровней зрелости СММ [1, 3]. Состав процессов практически повторяет приведенный выше для первого варианта модели, но в несколько иной последовательности и с относительно небольшими дополнениями.

Первый уровень отличается значительной неопределенностью состава и содержания процессов в различных относительно простых проектах, поэтому он в документе не комментируется. Поэтому при уточнении и детализации содержания процессов в поэтапном варианте СММІ рекомендуется ограничиваться **четырьмя основными уровнями**:

- **второй уровень** — формализует базовое управление проектами:
 - управление требованиями;
 - планирование проекта;
 - мониторинг и контроль проекта;
 - управление соглашениями с поставщиками;
 - измерение и анализ процессов и продуктов;
 - обеспечение качества процессов и продуктов;
 - управление конфигурацией;
- **третий уровень** — содержит стандартизацию основных процессов:
 - разработка требований;
 - технические решения;
 - интеграция продукта;
 - верификация;
 - валидация (аттестация);
 - содержание организационных процессов;
 - определение организационных процессов;
 - организация обучения;
 - интегрированное управление процессами и продуктами проекта;
 - управление рисками;
 - интеграция команды разработчиков;
 - интегрированное управление поставщиками;
 - анализ и разрешение проблем (устранение дефектов);
 - организация окружения для интеграции;
- **четвертый уровень** — определяет количественное управление:
 - организация представления качества процессов;
 - количественное управление всем проектом и ресурсами;
- **пятый уровень** — оптимизационный, непрерывное совершенствование:
 - организация, инновации, количественное управление процессами и обеспечением ресурсами;
 - анализ причин дефектов, совершенствование качества и управления процессами и продуктами.

Приложения во втором варианте модели подобны по составу приведенным выше приложениям для первой модели. Рекомендуется на каждом более высоком уровне зрелости применять **все процессы** предыдущих нижних уровней. В обоих вариантах модели каждый, выделенный выше, базовый процесс комментируется подробными рекомендациями для его практической реализации, которые содержат унифицирован-

ные по структуре описания объемом около 20 – 30 страниц:

- общие цели процесса, которые должны быть достигнуты;
- вводные замечания и общее описание функций процесса;
- специфические цели процесса;
- менеджмент процесса;
- разработка требований к процессу;
- взаимодействие и интерфейсы с другими процессами;
- практические цели – требуемые результаты действий процесса;
- планирование действий в определенном процессе;
- анализ и валидация (утверждение) результатов реализации процесса;
- мониторинг и контроль выполнения процесса.

Эти рекомендации по объему, содержанию и полноте описаний базовых процессов подобны ряду стандартов профиля ЖЦ ПС, представленного в [1]. Упорядочение и оценка полноты используемых процессов в соответствии с уровнями зрелости, позволяет устанавливать производственный потенциал предприятий – разработчиков программных продуктов по прогнозируемому качеству процессов и результатов их деятельности и готовности к сертификации на соответствие определенному уровню зрелости модели **CMMI** – 1.1.

Особое внимание в моделях **CMMI** уделяется процессам менеджмента проекта ПС. Эти требования и процессы моделей практически соответствуют регламентированным и детализированным рекомендациям в стандартах **ISO 9001:2000** и основных компонентах профиля стандартов жизненного цикла сложных ПС [1, 4]. Требованиям к процессам в функциональных разделах 4 – 8 стандартов **ISO 9001, ISO 9004, ISO 90003** может быть сопоставлен адекватный по содержанию ряд разделов в модели **CMMI** (на Рис.1 зона перекрытия содержания). Общность процессов и требований состоит в подоби: состава, терминологии, структуры, перечня рекомендуемых процессов управления, планирования, учета доступных ресурсов, реализации процессов программной инженерии, оценивания и организации специалистов.

С точки зрения поддержки и регламентирования полного жизненного цикла крупных проектов программных средств к недостаткам моделей **CMMI** относительно профиля существующих стандартов **ISO** можно отнести следующие:

- не все процессы предусмотрены в составе процессов моделей **CMMI** – 1.1, которые развиваются и детально комментируются для их реализации в стандартах **ISO 9004:2000** и **ISO 90003:2004**, а также в профиле стандартов **ISO** [1];
- не отражены особенности системной инженерии и международные стандарты, регламентирующие процессы жизненного цикла сложных систем **ISO 15288:2002** и **ISO 19760:2003**;
- при анализе процессов обеспечения качества используется ряд традиционных характеристик систем и программных продуктов, которые применяются в сложных проектах, однако не описаны и не комментируются базовые международные стандарты, систематизирующие и регламентирующие качество программных средств – **ISO 9126:1-4, ISO 14598:1-6, ISO 15939**;
- отсутствуют описания характеристик и конкретных процессов обеспечения информационной и функциональной безопасности программных продуктов и ссылки на многочисленные стандарты в этой области;
- не отражены регламентированные интерфейсы открытых систем на взаимодействие программных компонентов, а также с операционной и внешней средой, в соответствии со стандартами **ISO 9945:1-4**;
- документирование процессов и продуктов ЖЦ ПС комментируется только по мере их реализации, и не представлены обобщенные требования к технологической и эксплуатационной документации на программный продукт в соответствии со стандартами **ISO 9294, ISO 15910, ISO 18019**.

Для определения представленных выше уровней зрелости процессов обеспечения жизненного цикла ПС разработан и первоначально утвержден в 1998 году обширный технический отчет **ISO 15504**, состоящий из девяти частей и множества приложений. В нем изложены модель зрелости **CMM** и восемь базовых принципов программной инженерии на основе стандарта **ISO 9000:2000**. Затем в **ISO** этот документ претерпел коренную переработку, сокращение, упрощение структуры и содержания, при полном сохранении целей и концепции, и утвержден **как стандарт** в составе пяти частей.

Стандарт **ISO 15504:1-5:2003-2006** регламентирует оценку и аттестацию зрелости процессов создания, сопровождения и совершен-

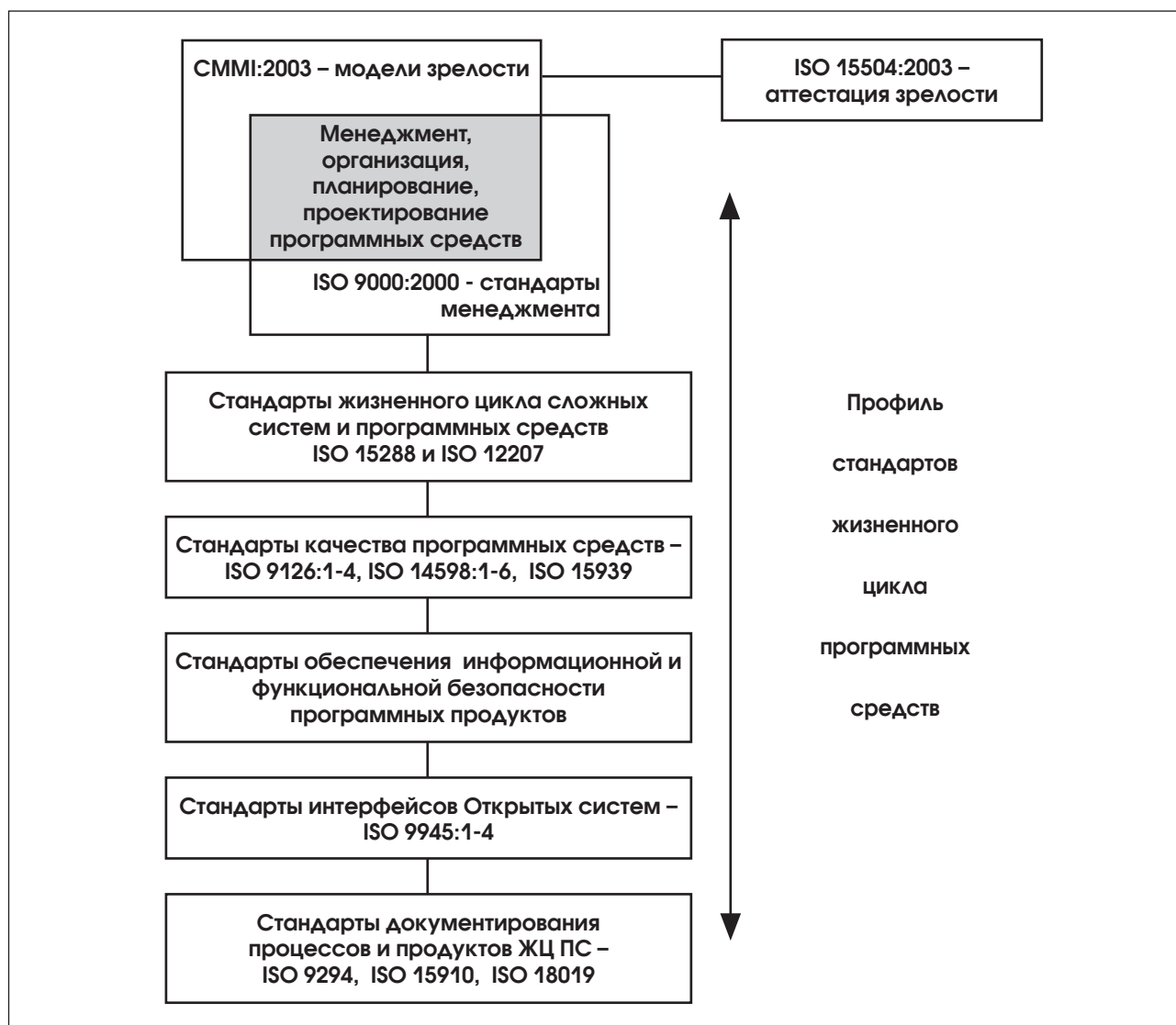


Рис. 1. Общность процессов и требований стандартов и моделей зрелости

ствования программных средств и систем, выполняемых предприятиями:

- для установления состояния собственных технологических процессов и их совершенствования;
- для определения пригодности собственных процессов для выполнения определенных требований или классов требований заказчиков;
- с целью его пригодности для выполнения определенных договоров с заказчиками ПС и систем.

Стандарт способствует: самоаттестации зрелости предприятий, обеспечению адекватного управления аттестуемыми процессами, определению профиля рейтингов процессов, а также подходит к любым сферам применения и разме-

рам ПС и систем. Применение стандарта направлено на выработку предприятиями и специалистами **культуры постоянного совершенствования зрелости технологий** обеспечения ЖЦ ПС, отвечающих бизнес-целям проектов и оптимизации использования доступных ресурсов. Аттестация зрелости процессов предприятий обеспечивает возможность их сопоставления и выбора, предпочтительных для определенных проектов:

- для заказчиков, покупателей, пользователей программных продуктов и систем: способность определять текущую и потенциальную зрелость процессов жизненного цикла у поставщика;
- для поставщиков и разработчиков: способность определять текущую и потенциальную зрелость собственных процессов жиз-

ненного цикла ПС и систем, области и приоритеты усовершенствования процессов;

- для аттестаторов зрелости: основу для проведения и совершенствования процессов аттестации.

Аттестация в стандарте рассматривается в **двух аспектах**: для усовершенствования процессов ЖЦ ПС и систем конкретного предприятия и для определения соответствия декларированной зрелости процессов обеспечения проекта или предприятия реальным используемым процессам. Это отражено в следующих пяти частях стандарта **ISO 15504:1-5:2003-2006**.

Часть 1 — *Концепция и словарь*. Содержит общую информацию о процессах аттестации зрелости ПС и систем и рекомендации по использованию частей стандарта. Изложены общие требования к аттестации, терминология, структура, определена область применения остальных частей стандарта.

Часть 2 — *Выполнение (производство) аттестации*. Включает детальные требования к проведению процессов аттестации как основы для совершенствования и определения уровня зрелости технологических процессов обеспечения ЖЦ ПС и систем. Документ определяет процессы выполнения аттестации, модели рекомендуемых процессов аттестации и верификации процессов, с тем чтобы они были объективными, содержательными и репрезентативными.

Часть 3 — *Руководство по производству аттестации*. Содержит обзор технологии выполнения процессов аттестации зрелости и интерпретации реализации требований. В нем отражено: исполнение аттестации; измерительные средства для определения процессов зрелости; выбор и применение средств аттестации; оценка компетентности аттестаторов; верификация соответствия аттестации декларированным требованиям. Средства аттестации могут использоваться предприятиями при планировании, менеджменте, мониторинге, контроле и усовершенствовании программных продуктов и систем, при их приобретении, разработке, применении и сопровождении.

Часть 4 — *Руководство пользователей для процессов усовершенствования и определения зрелости процессов по этим двум аспектам*. Рекомендуется ряд шагов, которые включают: применение результатов процессов аттестации; постановка целей аттестации зрелости; определение исходных данных для аттестации; оценка возможного снижения результирующих рисков; шаги по усовершенствованию процессов;

шаги по определению уровня зрелости; сравнение результатов анализа аттестации с требованиями.

Часть 5 — *Образец модели процессов аттестации на соответствие требованиям, представленным в части 2*. Обширный документ (162 стр.) содержит примеры практического применения предыдущих частей стандарта для организации, оценивания и совершенствования аттестации зрелости процессов жизненного цикла для различных областей использования, проектов программных средств и предприятий.

При практической реализации проектов и обеспечении жизненного цикла сложных ПС разработчикам и поставщикам иногда трудно определить и выделить для применения преимущества моделей **CMMI**. В зависимости от традиций предприятия и особенностей крупного проекта ПС зачастую целесообразно использовать как основной полный **профиль стандартов ISO**, а для оценивания заказчиками **уровня зрелости менеджмента**, организационного и технологического обеспечения проектов ПС применять конкретные рекомендации **CMMI**. Эти рекомендации могут эффективно использоваться при **сертификации качества процессов** на предприятиях, обеспечивающих ЖЦ ПС, как альтернатива или наряду с сертификацией по комплексу стандартов менеджмента **ISO 9000**, в зависимости от особенностей проекта и требований заявителя на сертификацию программного продукта или технологии обеспечения его жизненного цикла.

Организация сертификации программных продуктов

Сертификация состоит из ряда организационных процессов, составляющих **систему сертификации**, эти процессы поддерживаются регламентированными процедурами и документами и должны выполняться квалифицированными, аттестованными экспертами — инспекторами. Для сертификации предприятия-разработчика и результатов его деятельности — программных продуктов, моделями **CMMI** или профилями стандартов **ISO** [1,4] рекомендуется определенная дисциплина, которая должна быть адаптирована к конкретным характеристикам объектов и

внешней среды жизненного цикла ПС. Перечисленные ниже процессы и документы ориентированы на крупные проекты, и их состав может сокращаться по согласованию между разработчиками, заказчиками и сертифицированными в более простых случаях.

Работы по сертификации начинаются с аккредитации органа или испытательной лаборатории, формирования и представления в Центральный орган по сертификации заявки и комплекта документов для принятия решения о целесообразности аккредитации. При положительных результатах проверки оформляется и выдается аттестат аккредитации.

Положение об органе сертификации или лаборатории является основным документом, устанавливающим тематическую область аккредитации, юридический статус, функции, структуру, права и обязанности, методы, средства и организацию испытаний. Паспорт сертификационной лаборатории (центра) должен содержать сведения об оснащенности средствами вычислительной техники, необходимыми для проведения испытаний, о персонале и кадровом составе, оснащенности инструментальными средствами проведения испытаний, обеспечении нормативными, техническими и методическими документами, а также другими ресурсами, необходимыми для испытаний.

Руководство по качеству содержит изложение принципов, описание методов и процедур, связанных с выполнением основных функций и задач органа по сертификации или лаборатории, обеспечивающих качество проводимых испытаний и доверие к результатам оценок, испытаний и экспертиз. Руководство по качеству, как правило, включает разделы [5]:

- политика в области обеспечения качества проведения испытаний и экспертиз;
- оснащение центра актуальными методологическими материалами и программно-инструментальными средствами испытаний;
- формализация требований к объектам испытаний;
- политика в области технической оснащенности центра и повышения квалификации персонала;
- архивация и контроль сохранности документации результатов сертификации.

Заявитель для оценивания продукции или процесса, подлежащих сертификации, направляет в орган по сертификации заявку по форме, принятой в системе сертификации. Орган по сертификации проводит работу по подготовке и

организации сертификации продукции по заявке. Эта работа включает в себя:

- выбор схемы сертификации с учетом специфики продукции (объем, технология, требования нормативных документов и др.) и предложений разработчика;
- определение количества и порядка отбора образцов и компонентов, подлежащих испытаниям, если это не указано в стандартах;
- выбор и определение аккредитованной испытательной лаборатории, которая должна проводить испытания;
- подготовку проекта договора на выполнение работ.

Подготовительная часть работы по сертификации заканчивается выпуском решения по форме, принятой в системе сертификации. Решение вместе с проектами договора на выполнение работ направляется заявителю. При организации сертификационных испытаний осуществляется подбор и изучение действующих нормативных документов на продукцию, заявленную к сертификации, методов ее испытаний и оценки результатов.

Заявитель принимает окончательные решения, какие элементы системы качества, участки и виды организационной и технической деятельности подлежат проверке при сертификации в заданный интервал времени. Заявитель должен создать условия и представить документы для обеспечения процессов проверок. Он может представить в орган по сертификации протоколы испытаний, проведенных при разработке и постановке продукции на производство, документы об испытаниях, выполненных сторонними испытательными лабораториями и другие документы, свидетельствующие о соответствии технологии или продукции установленным требованиям. На основе анализа представленных с заявкой документально подтвержденных доказательств соответствия его продукции установленным требованиям, орган по сертификации может принять решение о сокращении объема испытаний или о выдаче сертификата.

Испытания проводятся испытательными лабораториями, аккредитованными на проведение только тех испытаний, которые предусмотрены в их нормативных, аккредитационных документах. При невозможности проведения испытаний на испытательной базе аккредитованной лаборатории, испытания могут проводиться персоналом этой лаборатории у изготовителя или потребителя данной продукции с ис-

пользованием собственных средств испытательной лаборатории или имеющихся у поставщика средств испытаний.

Процесс сертификации программных продуктов и систем качества предприятия включает:

- анализ и выбор разработчиком или заказчиком (заявителем) компетентных в данной области органа и аттестованной лаборатории для выполнения сертификационных испытаний;
- подачу заявителем заявки на испытания в орган сертификации и принятие сертификаторами решения по заявке, выбор схемы сертификации, заключение договора на сертификацию;
- идентификацию требований к системе качества предприятия и/или к версии программного продукта, подлежащих испытаниям;
- выполнение сертификационных испытаний системы качества предприятия или версии программного продукта сертификационной лабораторией;
- анализ полученных результатов и принятие решения лабораторией и/или органом сертификации о возможности выдачи заявителю сертификата соответствия;
- выдачу органом сертификации заявителю — сертификата и лицензии на применение знака соответствия и на выпуск сертифицированной продукции — версий программного продукта;
- осуществление инспекционного контроля органом сертификации сертифицированной системы качества предприятия и/или продукции;
- проведение заявителем корректирующих мероприятий при нарушении соответствия процессов системы качества и/или продукции установленным требованиям и при неправильном применении знака соответствия.

При проверке ответственности руководства разработчика за качество продукции должно быть определено наличие у предприятия или проекта, документально оформленных политики, целей и обязательств в области качества, а также степень понимания этой политики, ее практическое осуществление и поддержание в рабочем состоянии на всех уровнях организации. Должно быть установлено наличие на предприятии представителя руководства, который независимо от других обязанностей имеет полномочия и несет ответственность за постоянное

выполнение требований стандартов и нормативных документов системы качества. Следует проверять наличие требований, процедур, средств и обученного персонала для практической реализации процессов системы качества, а также актуальность и систематичность оформления документации на все компоненты, требования и положения системы качества, представляющей собой интегрированный процесс на протяжении всего жизненного цикла ПС. **Проверки системы качества** должны включать определение:

- наличия и полноты технологической документации и соблюдения её требований на практике;
- состояния средств технологического оснащения и наличия системы их технического обслуживания;
- наличия и эффективности системы контроля и испытаний;
- состояния средств измерений и испытаний;
- наличие системы выявления и устранения выявленных недостатков продукции или технологии.

На основании испытаний оцениваются полученные результаты и обосновываются выводы о соответствии или несоответствии продукции или процессов требованиям нормативных документов. Протоколы испытаний представляются в орган по сертификации, а также заявителю по его требованию. Протоколы испытаний подлежат хранению в течение сроков, установленных в правилах систем сертификации продукции и в документах испытательной лаборатории, но не менее трех лет.

После получения и проверки комплектности и качества документации специалистами испытательной лаборатории следует провести **экспертизу степени реального применения системы качества** на предприятии. Испытания начинаются с составления программы проверки системы качества, которая должна служить рабочим планом проведения последующих работ. Программа является внутренним рабочим документом испытательной лаборатории и должна содержать перечень работ, детализируемый в соответствии со спецификой предприятия-разработчика и включающий в себя анализ полноты и качества представленных исходных документов и степени их практического применения при проектировании, разработке и поставке ПС. Экспертиза применения процедур системы качества осуществляется испытательной лабораторией на рабочих местах предприятия, обес-

печивающего ЖЦ ПС. Проверки проводятся по наличию на рабочих местах специалистов-разработчиков соответствующих документов и по полноте использования их положений и рекомендаций. Анализы состояния проекта и внутренние проверки системы качества, процессов и/или продукции должны проводиться персоналом, независимым от лиц, непосредственно ответственных за выполнение этих работ.

Методики проверок качества разработки должны быть обеспечены необходимыми ресурсами для выполнения программы испытаний, методиками планирования и разработки частных процедур проверок. Методики должны содержать: объекты и цели испытаний; оцениваемые показатели качества; условия и порядок испытаний; методы обработки, анализа и оценки результатов испытаний; техническое обеспечение испытаний и отчетность. Следует указывать технические и программные средства, используемые во время проведения испытаний, и порядок проведения испытаний, а также ожидаемые результаты проверок. Должны быть разработаны методики контроля за корректировками, действиями по исправлению дефектов, если в службу управления проверок поступит такой запрос. Служба управления программами испытаний должна разработать методики сохранения конфиденциальности любой информации об испытаниях, а также данных, имеющих у экспертов.

Протоколы испытаний представляются заявителю и в орган по сертификации. Заявитель может представить в орган по сертификации протоколы испытаний с учетом сроков их действия, проведенных при разработке и постановке продукции на производство, или документы об испытаниях, выполненных отечественными или зарубежными испытательными лабораториями, аккредитованными или признанными в системе сертификации. На основании протоколов сертификационных испытаний оцениваются полученные результаты и обосновываются сделанные выводы о соответствии или несоответствии продукции требованиям нормативных документов.

Заключение по результатам сертификационных испытаний разрабатывается сертифицированными и содержит обобщенные сведения о результатах испытаний и обоснование целесообразности выдачи сертификата. В случае получения отрицательных результатов сертификационных испытаний принимается решение об отказе в выдаче сертификата соответствия. После доработки сертифицируемой продукции

или системы качества испытания могут быть повторены. Результаты анализа состояния технологии или качества продукции **оформляются актом**, в котором даются оценки по всем позициям Программы испытаний и содержатся выводы, включающие общую оценку состояния производства и продукции, необходимость корректирующих мероприятий. Акт используется органом по сертификации наряду с протоколами испытаний, заявкой для выдачи и определения срока действия сертификата на программный продукт, периодичности инспекционного контроля, а также для составления корректирующих мероприятий.

По результатам сертификационных испытаний и экспертизы документации принимается решение о выдаче сертификата. В случае получения отрицательных результатов сертификационных испытаний принимается решение об **отказе в выдаче сертификата** соответствия. Кроме того, предприятию-заявителю может быть направлены предложения по устранению предполагаемых причин отрицательных результатов испытаний, после доработки сертифицируемой продукции испытания могут быть повторены.

Орган по сертификации после анализа протоколов испытаний, оценки производства, сертификации системы качества, анализа документации, указанной в решении по заявке, осуществляет оценку соответствия продукции установленным требованиям, оформляет сертификат на основании заключения экспертов и регистрирует его. При внесении изменений в конструкторскую или эксплуатационную документацию, которые могут повлиять на качество системы или программный продукт, удостоверяемые при сертификации, заявитель должен известить об этом орган по сертификации, для принятия решения о необходимости проведения дополнительных испытаний. После регистрации сертификат вступает в силу и направляется предприятию-заявителю. Одновременно с выдачей сертификата предприятию-заявителю может выдаваться **лицензия** на право применения знака соответствия.

За сертифицированными программными продуктами в процессе их эксплуатации в течение всего срока действия сертификата соответствия должен осуществляться **инспекционный контроль**. Инспекционный контроль проводится в форме периодических и внеплановых проверок соблюдения требований к качеству технологии и сертифицированной продукции. Объектами контроля, в зависимости от схемы

сертификации, является сертифицированная продукция, система качества или стабильность производства предприятия-разработчика. При определении периодичности и объема инспекционной проверки учитываются следующие факторы: степень потенциальной опасности программного продукта, стабильность производства, объем выпуска, наличие и применение системы качества при разработке, информация о результатах испытаний продукта и его производства, проведенных изготовителем, органами государственного контроля и надзора.

Результаты инспекционного контроля **оформляются актом**, в котором дается оценка результатов испытаний образцов и других проверок, делается общее заключение о состоянии производства сертифицированной продукции и возможности сохранения действия выданного сертификата. Акт хранится в органе по сертификации, а его копии направляются разработчику и в организации, принимавшие участие в инспекционном контроле. По результатам инспекционного контроля орган по сертификации может приостановить или отменить действие сертификата и аннулировать лицензию на право применения знака соответствия в случае несоответствия продукции требованиям нормативных документов, контролируемых при сертификации, а также в случаях:

- принципиальных изменений модели зрелости, профиля стандартов, нормативных документов на продукцию или метода испытаний;
- изменения конструкции (состава), комплектности продукции;
- изменения организации или технологии разработки и производства;
- невыполнения требований технологии, методов контроля и испытаний, системы качества, если перечисленные изменения могут вызвать несоответствие продукции требованиям, контролируемым при сертификации.

Решение о приостановлении действия сертификата и лицензии на право применения знака соответствия не принимается в том случае, если путем корректирующих мероприятий, согласованных с органом по сертификации, его выдавшим, заявитель может устранить обнаруженные причины несоответствия и подтвердить без повторных испытаний в аккредитованной лаборатории, соответствие продукта или процессов нормативным документам. Если этого сделать нельзя, то действие сертификата отменяется, и лицензия на право применения знака

соответствия аннулируется. Информация о приостановлении или отмене действия сертификата доводится органом по сертификации, его выдавшим, до сведения заявителя, потребителей и других заинтересованных организаций. Действие сертификата и право маркирования продукции знаком соответствия могут быть возобновлены при выполнении предприятием-разработчиком следующих условий:

- выявления причин несоответствия и их устранения;
- представления в орган по сертификации отчета о проделанной работе по улучшению и обеспечению качества продукции;
- проведения по методикам и под контролем органа по сертификации дополнительных испытаний продукции и получения положительных результатов.

Документирование процессов и результатов сертификации программных продуктов

Состав и содержание документации для сертификации системы качества предприятия зависят от характеристик проектирования, разработки и модификации программных средств, а также от требований к их качеству и особенностей технологической среды. Поэтому необходимый комплект документов для каждого предприятия или проекта следует выбирать и адаптировать применительно к этим характеристикам. Оцениваемыми при сертификации показателями системы качества являются наличие соответствующих документов и практическое выполнение требований определенного уровня модели зрелости **CMMI** или адаптированного профиля стандартов на базе **ISO 9000:2000**, а также, созданных на их основе, должностных инструкций специалистами предприятия-разработчика. Заявитель должен подготовить и предъявить испытательной лаборатории согласованный между заказчиком и разработчиком и утвержденный комплект документов для проверки их достоверности, достаточности состава и качества изготовления в соответствии с нормативными документами.

Ориентировочный комплект основных документов при сертификации состоит из трех групп:

- базовые нормативные документы систем качества в соответствии с номенклатурой и содержанием профиля стандартов на базе **ISO 9000:2000** или модели зрелости **CMMI**, а также подготовленные разработчиками на их основе программа, руководство и инструкции, предъявляемые испытателям (экспертам) системы качества или продукции проверяемого предприятия;
- исходные документы, характеризующие конкретное предприятие или проект, а также жизненный цикл программного средства, подготавливаемые руководством проекта для сертификации его качества;
- отчетные документы испытателей, отражающие результаты проверки (сертификации) системы качества предприятия и/или программного продукта, представляемые органу сертификации, заявителю и руководству проверяемого предприятия.

Предъявляемые на сертификацию программный продукт или система качества предприятия должны представляться в комплекте с соответствующей документацией. Перечень и приблизительное содержание групп этих документов ориентированы на общий случай проверки систем качества предприятий, обеспечивающих жизненный цикл крупных программных продуктов. Комплект документов может сокращаться и адаптироваться по согласованию между заявителем, сертифицирующим и руководством проверяемого предприятия в соответствии с характеристиками проектов программных средств. Некоторые документы могут объединяться в интегрированные отчеты с четкой ответственностью определенных специалистов за их выполнение.

Базовые документы системы качества предприятия и жизненного цикла программного средства

1. Концепция, терминология, требования и руководство по улучшению деятельности — системы менеджмента качества — **ISO 9000:2000** или версия модели зрелости **CMMI**.
2. Адаптированные версии или перечень разделов и рекомендаций стандартов **ISO 12207**, **ISO 15504**, их изменений и руководств по

применению, выделенных при адаптации и обязательных для использования в системе качества конкретного предприятия или проекта программного продукта.

3. Адаптированная версия или перечень разделов и рекомендаций стандарта **ISO 900003**, выделенных при адаптации и обязательных для применения в системе качества предприятия, выпускающего программный продукт.
4. Базовые характеристики и атрибуты качества проекта ПС, выделенные, адаптированные и конкретизированные на основе стандартов **ISO 12182**, **ISO 9126**, **ISO 14598**, **ISO 25000**.
5. Адаптированная версия и утвержденная редакция руководства по сопровождению и конфигурационному управлению основе рекомендаций стандартов **ISO 14764**, **ISO 10007**, **ISO 15846**.
6. Комплект должностных инструкций, определяющих ответственность, полномочия и порядок взаимодействия всего руководящего, выполняющего и проверяющего работу персонала, участвующего в процедурах системы качества предприятия для конкретного проекта ПС.

Исходные документы, отражающие особенности жизненного цикла конкретного программного средства

1. Описание характеристик программных продуктов, создаваемых на предприятии, системы и внешней среды их жизненного цикла, необходимых для адаптации и подготовки рабочих версий стандартов и требований проекта ПС и системы качества предприятия в соответствии с рекомендациями стандартов **ISO 12207**, **ISO 15504**, **ISO 90003** и **ISO 9126**.
2. Описание целей, требований и обязательств предприятия-разработчика в области системы качества, критериев качества процессов и продуктов разработки, поставки и поддержки всего жизненного цикла ПС.
3. Комплект эксплуатационных документов, поставляемых заказчику и пользователям для обеспечения ЖЦ и применения конкретной версии программного продукта на основе адаптированных стандартов **ISO 9294**, **ISO 15910**, **ISO 18019**.
4. Документация и средства автоматизации проектирования, разработки, модифика-

ции, контроля и испытаний, используемых для обеспечения жизненного цикла программного продукта.

5. Планы и методики испытаний применения и оценки эффективности процессов системы качества предприятия и программного продукта.
6. Методики сопровождения, идентификации компонентов программного продукта и документации, анализа и утверждения версий комплексов программ и данных.
7. Методика конфигурационного управления, утверждения, хранения, защиты, копирования версий программного продукта и сопровождающих документов, а также накопления и хранения, зарегистрированных в архиве предприятия данных о характеристиках качества в течение жизненного цикла версий программного продукта.

Результирующие документы испытаний – сертификации системы качества предприятия и/или программного продукта

1. Отчет о наличии, актуальности и систематичности оформления документации, адаптированной к требованиям и положениям системы качества предприятия, обеспечивающей интегрированный процесс гарантии качества на протяжении всего жизненного цикла программного продукта.
2. Результаты контроля и испытаний состояния и применения системы качества, проводимых периодически для определения ее пригодности и эффективности.
3. Отчет о наличии и поддержании в рабочем состоянии методик проведения проверок и документально оформленных отчетов о результатах достигнутого качества выполнения требований договора на сертификацию с заказчиком.
4. Результаты регистрации достигнутых характеристик качества комплекса программ: идентификация, накопление, хранение зарегистрированных данных о характеристиках и атрибутах качества программного продукта и его компонентов.
5. Результаты реализации плана разработки, документально оформленных входных и выходных данных этапов разработки и про-

токолов проверки реализации жизненного цикла ПС.

6. Результаты практического выполнения программы качества и осуществления регламентированной деятельности в области качества на всех этапах жизненного цикла ПС.
7. Результаты аттестации имитаторов внешней среды и генераторов тестов, а также оценка их достаточности для выполнения сертификационных испытаний программного продукта.
8. Результаты анализа выполнения планов и методик проведения испытаний, протоколы испытаний, оценки соответствия результатов испытаний предъявляемым требованиям, а также результаты испытаний, утвержденные представителями заявителя, заказчика и поставщика.
9. Акт результатов проверок реальных характеристик жизненного цикла ПС и системы качества предприятия, выводы о их соответствии требованиям к сертификации производства программного продукта.
10. Сертификат системы качества предприятия и/или программного продукта и обеспечения его жизненного цикла, лицензия на применение знаков соответствия.

Литература

1. Липаев В.В. Профили стандартов жизненного цикла программных средств. Jet Info, Информационный бюллетень. № 12. 2005.
2. Мильман К., Мильман С. CMMI – шаг в будущее. Открытые системы. № 5-6. 2005 ... №2. 2006.
3. Оценка и аттестация зрелости процессов создания и сопровождения программных средств и информационных систем ISO IEC TR 15504-CMMI. Пер. с англ. – М.: Книга и бизнес. 2001.
4. Липаев В.В. Процессы и стандарты жизненного цикла сложных программных средств. Справочник. – М.: СИНТЕГ. 2006.
5. Липаев В.В. Методы обеспечения качества крупномасштабных программных средств. – М.: РФФИ. СИНТЕГ. 2003.