

# ОБЗОР ПРОЦЕССНОЙ МОДЕЛИ ASPICE ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

**А.Ю. Шаманин**

*Высшая Инжиниринговая Школа НИЯУ МИФИ*  
Россия, 115409, Москва, Каширское ш., 31  
E-mail: AYShamanin@mephi.ru

**М.В. Лазарев**

Россия, 115409, Москва, Каширское ш., 31  
E-mail: Lazarev\_mv@mail.ru

**Ключевые слова:** ASPICE, процессная модель, внедрение, проблемы.

**Аннотация:** Статья рассматривает проблемы и вызовы, связанные с внедрением стандарта Automotive SPICE (ASPICE) в автомобильной промышленности. Она выделяет основные препятствия, такие как сложность структуры ASPICE, ограничения в ресурсах, устойчивость к изменениям, отсутствие отраслевой стандартизации и интеграция с существующими процессами. Кроме того, статья предлагает ключевые аспекты успешной реализации проектов по улучшению процессов, включая важность участия руководства компании, привлечение специалистов различных областей процесса, проведение аудита качества и управление процессами. Наконец, она подчеркивает необходимость будущих исследований для оценки эффективности применения ASPICE в различных сегментах автомобильной промышленности. В целом, статья представляет собой обзор сложностей и рекомендаций по успешному внедрению ASPICE, выделяя ключевые аспекты, которые следует учитывать при подготовке и реализации проектов по улучшению процессов в автомобильной отрасли.

## 1. Введение

В автомобильной промышленности сложность проектов и изделий постоянно возрастает. С течением времени задачи значительно изменились. Например, все большее значение приобретает разработка систем на базе программного обеспечения [1]. Мы сталкиваемся с растущей и распределенной функциональностью, а также с сокращением циклов разработки, параллельным ведением проектов, аспектами безопасности и растущими требованиями заказчиков [2]. При этом в итоге мы по-прежнему хотим получить высококачественный продукт. Поэтому важно избегать ошибок и работать эффективно. Помочь справиться с такими задачами в данной ситуации могут модели процессов разработки. Одной из таких моделей применительно к автомобилестроению является ASPICE.

Цель данного доклада заключается в формировании обзора и анализа процессной модели ASPICE с целью определения ограничений для практического применения ASPICE на предприятиях автомобильной промышленности.

## 2. Оформление основного текста

### 2.1. Развитие стандарта Automotive SPICE

ASPICE возник в 1990-х годах как европейский проект по гармонизации идей и концепций различных моделей зрелости, изначально не адаптированный к автомобильной тематике. Основная цель заключалась в разработке европейского стандарта, способствующего структурированной разработке программного обеспечения. Первая версия стандарта, известного как ISO/IEC 15504, была представлена в 1998 году в виде технического проекта (TP). Этот проект продолжал развиваться до 2003 года, когда была опубликована первая официальная версия в виде международного стандарта (IS). В это же время автомобильная промышленность начала проявлять интерес к данной модели и приступила к разработке Automotive SPICE - ответвления стандарта, учитывающего специфику автомобильной промышленности. Начиная с 2005 года, Automotive SPICE регулярно пересматривается. С 2012 года немецкая ассоциация автомобильной промышленности (VDA) владеет правами на стандарт, и в настоящее время опубликована актуальная версия 4.0 [3].

### 2.2. Применение ASPICE в автомобилестроении

Приведем ключевые преимущества применения ASPICE в контексте автомобилестроения:

#### **Причина 1:** ASPICE снижает затраты и риски

Эмпирические исследования показали, что раннее обнаружение ошибок на этапе жизненного цикла продукта приводит к значительному снижению затрат на устранение неисправностей [4]. Приведение процессов разработки в соответствие с эталонной моделью процессов ASPICE позволяет организации-разработчику снизить затраты за счет раннего обнаружения и устранения ошибок и отклонений в процессе разработки. В то же время использование процессов, соответствующих ASPICE, повышает вероятность того, что продукт будет реализован правильно с первого раза, что снижает затраты на доработку. Кроме того, с помощью управления рисками, предусмотренного в ASPICE, риски выявляются на ранней стадии, что позволяет организации своевременно инициировать меры по их устранению. Лучшие практики ASPICE также обеспечивают отслеживание определенных и инициированных действий до тех пор, пока риск не будет адекватно устранен и при необходимости адаптирован к ситуации.

#### **Причина 2:** ASPICE позволяет сделать сложность управляемой

Около 90% всех инноваций в автомобильной промышленности сегодня достигается за счет электронных и программно-управляемых элементов в автомобиле. Например, количество блоков управления, установленных в современном автомобиле, за последние десятилетия увеличилось в несколько раз [5]. В процессе все большей автоматизации и цифровизации автомобиля возрастают сложность и требования к качеству разрабатываемых систем. К этому добавляются повышенные требования к соответствию продукции, жесткие сроки и сильное конкурентное давление. ASPICE как проверенная эталонная модель процесса позволяет справиться с этой сложной задачей, обеспечивая основу для объективной оценки процессов и позволяя устранить любые недостатки, обнаруженные в долгосрочной перспективе

**Причина 3:** ASPICE обеспечивает прослеживаемость и эффективное управление знаниями.

При разработке сложных систем очень важно накапливать и сохранять специальные знания внутри организации. Поэтому в ASPICE большое внимание уделяется документированию всей деятельности по разработке, чтобы иметь

возможность передавать знания, накопленные в рамках проекта, в последующие проекты. Эти знания объединяются в различные артефакты в процессе осознанного поиска, анализа и разработки требований, уточняются и документируются в ходе специальных обзоров и проверок согласованности. Благодаря тому, что прослеживаемость каждого отдельного вида деятельности по разработке имеет большое значение, информацию можно быстро найти и сослаться на нее в будущем. Это упрощает не только передачу знаний, но и отслеживание требований или ошибок. В результате информация, необходимая для разработки сложных продуктов, остается в компании в долгосрочной перспективе и при необходимости может быть извлечена из будущих проектов.

**Причина 4:** Качество процесса ведет к качеству продукта.

Исходя из многолетнего опыта различных автопроизводителей, эффективные и тщательно проработанные процессы играют важную роль в обеспечении соответствия разрабатываемых продуктов высоким требованиям заказчиков и действующим стандартам. В рамках ASPICE это достигается через систематические и документированные проверки согласованности и качества, при этом особое внимание уделяется удовлетворению требований заинтересованных сторон. Такой подход гарантирует, что то, что было запрошено заказчиком и другими заинтересованными сторонами, всегда будет реализовано в соответствии с запланированными сроками и согласованной стоимостью. Качество достигается благодаря эффективной разработке продукта, в рамках которой управляемым образом удовлетворяются соответствующие требования.

### 2.3. Процессная модель ASPICE

Процессная модель ASPICE охватывает группы процессов, включая системное инжиниринг (SYS), разработку программного обеспечения (SWE), аппаратное инжиниринг (HWE), приобретение (ACQ), поставку (SPL), поддержку (SUP), управление (MAN), повторное использование (REU), улучшение процессов (PIM), инжиниринг машинного обучения (MLE) и валидацию (VAL). Каждая группа процессов охватывает соответствующие процессы, связанные с управлением, разработкой, тестированием и улучшением в различных областях, таких как системная спецификация, архитектура программного обеспечения, управление требованиями и другие аспекты разработки.

### 2.4. Проблемы в разработке автомобильных систем

Исследовательская и консалтинговая компания Standish Group, специализирующаяся на управлении программными проектами, в ходе анализа более 5000 проектов для «Отчета CHAOS» за 2015 год выяснила, что в целом только 29% проектов завершались успешно [6]. Под "промахом" в данном контексте понимался проект, который значительно превышал бюджет или сроки, либо не мог дать удовлетворительный результат с точки зрения требований заказчика. Часто проекты не удавались из-за того, что не учитывалось взаимодействие всех участников, будь то отдельные люди или целые подразделения.

Даже если в проекте участвовало много специалистов с большим опытом работы в соответствующих областях, успех зависел не только от технических знаний отдельных людей. Простой пример иллюстрирует это и показывает возможные последствия. Поставщик автомобильной техники должен был разработать механическое устройство с необходимым программным обеспечением для OEM-производителя. Менеджер проекта проработал запрос совместно с некоторыми техническими экспертами и пришел к выводу, что проект выполним. Эксперты оформили свое представление о

системе в виде требований, но без явного включения в этот анализ всех дисциплин (программного обеспечения, аппаратных средств, механики) разработки.

На уровне системы была определена примерная архитектура, но она не имела четкой связи с требованиями. Зависимости между программной и мехатронной частями проанализированы лишь в общих чертах. Специалисты по программному, аппаратному и механическому обеспечению в значительной степени независимо друг от друга работали над требованиями и приступали к разработке. При разработке электроники выяснилось, что некоторые функциональные возможности не могли быть реализованы без адаптации конструкции аппаратуры. Использовались другие компоненты, чем планировалось изначально, что приводило к изменению поведения во время работы. Это отражалось и на программном обеспечении. Для корректной работы с изменившимся поведением электроники необходимо было внести изменения в архитектуру и сам код. Однако из-за отсутствия или неполной координации и связи как между специализированными областями программного обеспечения и электроники, так и "сверху" до общего уровня системы, невозможно было четко определить, какие элементы должны быть обработаны в программном обеспечении. Это приводило к дополнительной работе по анализу и риску того, что изменения были реализованы не полностью или некорректно. Кроме того, уже невозможно было с уверенностью сказать, удовлетворяли ли требования к системе в целом (а значит, и требования заказчика) измененные программные и электронные компоненты.

Эта проблема распространялась на всю верификационную деятельность. Не было уверенности в том, что все адаптируемые элементы программного обеспечения и электроники были правильно идентифицированы. По этой причине существовал риск, что существующие тестовые примеры соответствующих уровней тестирования (интеграция ПО, тестирование ПО, интеграция системы, тестирование системы) не гарантировали полного покрытия тестами и даже могли быть некорректными. Здесь также требовались дополнительные усилия для снижения этого риска.

В результате дополнительных усилий, описанных выше, бюджет и график стали несбалансированными, а поставляемый продукт мог иметь недостатки качества. Для того чтобы этого избежать необходимо было иметь четкую координацию и надежную взаимосвязь на всех этапах проекта. Для разработки системы процесс разработки должен был иметь четкие интерфейсы, на которых каждый отдел получал надежные рабочие продукты от других отделов. Под поставкой понималось не только сам продукт, но и совокупность требований на различных уровнях, решения по архитектуре и т.д.

Внедрение этих процессной модели по Automotive SPICE могло бы способствовать более системному и структурированному подходу к разработке автомобильных систем, улучшению управления требованиями, снижению рисков и повышению качества конечного продукта, что в свою очередь помогло бы избежать негативных последствий, подобных тем, которые были описаны в примере.

## 2.4. Проблемы внедрения ASPICE

Хотя ASPICE (Automotive SPICE) является полезной средой для разработки программного обеспечения в автомобильной промышленности, она не лишена проблем. Некоторые из общих проблем, связанных с внедрением ASPICE, включают:

1. Сложность: Платформа ASPICE — это комплексная и подробная структура, которую организациям может быть сложно понять и внедрить. Сложность фреймворка может привести к сопротивлению со стороны членов команды и может увеличить время и ресурсы, необходимые для внедрения фреймворка.

2. Ограничения в ресурсах: Внедрение ASPICE может быть ресурсоемким процессом, требующим значительных инвестиций в обучение, инструменты и процессы. Это может быть особенно сложно для небольших организаций с ограниченными ресурсами.

3. Устойчивость к изменению: Внедрение ASPICE требует значительных изменений в существующих процессах и практиках организации. Сопротивление изменениям со стороны членов команды или заинтересованных сторон может помешать успешной реализации концепции.

4. Интеграция с существующими процессами: ASPICE должен быть интегрирован с существующими в организации процессами, инструментами и методологиями. Это может быть непросто, особенно если организация уже вложила средства в существующие инструменты и процессы, которые могут быть несовместимы со структурой ASPICE.

### 3. Заключение

В заключение хотелось бы выделить три ключевых аспекта успешной реализации проектов по улучшению процессов. Первоочередным инициатором таких проектов должно стать руководство компании. Готовность руководства серьезно воспринимать проект по улучшению является основной предпосылкой для того, чтобы он был воспринят как организационное изменение. Это также подразумевает, что руководство должно регулярно информироваться о ходе работ, что демонстрирует сотрудникам важность и признание их работы.

Внедрение процессов, соответствующих стандарту Automotive SPICE, является задачей не только отдела качества, поскольку стандарт описывает не как делать то или иное действие, а лишь то, что должно быть сделано. Это подразумевает привлечение технических экспертов соответствующих областей процесса, помимо специалистов по качеству, для обеспечения применимости новых процессов в организации или подразделении.

К этому относиться также проведение аудита качества внедренных процессов, основанного на оценке так называемых индикаторов эффективности процесса согласно представленной в ASPICE модели оценки процессов. Аудит позволяет оценить степень внедрения в соответствии с уровнями зрелости и определить дальнейший вектор развития. Проводить процедуру может только аудитор, имеющий соответствующую аккредитацию и опыт работы. Только в этом случае можно гарантировать максимальную эффективность проводимых мероприятий.

Основой для успешного проекта улучшения является адекватное управление процессами. Для эффективного использования ресурсов необходим структурированный подход к разработке согласованного ландшафта процессов. Управление созданием такого ландшафта направлено на определение отдельных элементов и использование синергии между ними.

В заключение, важно отметить, что будущие исследования могут быть направлены на оценку эффективности применения ASPICE в различных сегментах автомобильной промышленности. Это включает в себя анализ влияния ASPICE на общую производительность и качество продукции, а также оценку эффективности внедрения ASPICE в условиях быстро меняющейся технологической среды. Такие исследования могут способствовать разработке более гибких и адаптивных подходов к применению ASPICE, что в свою очередь поможет улучшить процессы разработки в автомобильной отрасли.

Таким образом, внедрение стандарта Automotive SPICE требует широкого вовлечения специалистов различных областей, а также обеспечения соответствия уровней зрелости, что делает этот процесс сложным и многосторонним вызовом для организаций в автомобильной промышленности.

## Список литературы

1. Weber M., Weisbrod J. Requirements engineering in automotive development-experiences and challenges // Proceedings IEEE Joint International Conference on Requirements Engineering. IEEE, 2002. P. 331-340.
2. Antinyan V. Revealing the complexity of automotive software // Proceedings of the 28th acm joint meeting on European software engineering conference and symposium on the foundations of software engineering. 2020. P. 1525-1528.
3. Orecka A., Dawid S., Dzianach R. Best Practices for Achieving Automotive SPICE Capability Level 3 // Software Process Improvement and Capability Determination: 12th International Conference SPICE 2012. Palma, Spain, May 29-31, 2012. Proceedings 12. Berlin, Heidelberg: Springer, 2012. P. 261-264.
4. Khoshkangini R., et al. Early prediction of quality issues in automotive modern industry // Information. 2020. Vol. 11, No. 7. P. 354.
5. Brandt L.S. Architekturgesteuerte Elektrik/Elektronik Baukastenentwicklung im Automobil: дис. Technische Universität München, 2016.
6. Grundlagenartikel: Automotive SPICE für Einsteiger. <https://www.qz-online.de/a/grundlagenartikel/automotive-spice-fuer-einsteiger-312480> (дата обращения 20.12.2023).