

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ТЕСТИРОВАНИЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕПРЕРЫВНОЙ ДОСТАВКИ

А.А. Наумов¹, О.А. Авилова¹, А.С. Ягодкин¹, В.А. Головин¹

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматриваются современные методологии тестирования программного обеспечения в контексте трансформации процессов разработки от традиционных водопадных моделей к практикам непрерывной доставки. Показана эволюция тестирования от изолированного этапа верификации к интегрированной компоненте жизненного цикла разработки, обеспечивающей немедленную обратную связь о качестве при каждом изменении кода. Представлен анализ классификации методов тестирования по уровням, техникам и типам, а также обоснована эффективность стратегии «сдвига влево» для снижения стоимости исправления дефектов. Особое внимание уделено роли автоматизации и интеграции тестовых проверок в конвейеры непрерывной интеграции и доставки.

Ключевые слова: тестирование программного обеспечения, непрерывное тестирование, автоматизация тестирования, стратегия сдвига влево, DevOps, качество ПО.

MODERN APPROACHES TO SOFTWARE TESTING IN CONTINUOUS DELIVERY ENVIRONMENTS

A.A. Naumov¹, O.A. Avilova¹, A.S. Yagodkin¹, V.A. Golovin¹

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper examines contemporary software testing methodologies in the context of development process transformation from traditional waterfall models to continuous delivery practices. The evolution of testing from an isolated verification stage to an integrated component of the development lifecycle is demonstrated, providing immediate quality feedback for every code change. The analysis covers classification of testing methods by levels, techniques, and types, with justification of the shift-left strategy effectiveness for reducing defect correction costs. Special attention is given to the role of test automation and integration of verification checks into continuous integration and delivery pipelines.

Keywords: software testing, continuous testing, test automation, shift-left strategy, DevOps, software quality.

Современная разработка программного обеспечения характеризуется радикальным сокращением циклов выпуска и переходом от последовательных водопадных моделей к итеративным практикам непрерывной доставки. В этих условиях традиционное представление о тестировании как финальном этапе жизненного цикла утратило актуальность. Тестирование трансформировалось в непрерывный процесс верификации качества, интегрированный во все фазы создания продукта – от анализа требований до мониторинга в эксплуатации. Данная трансформация обусловлена экономическими факторами: по данным исследований, стоимость исправления дефекта на этапе производства в 100 раз превышает затраты на его устранение на стадии проектирования, что делает позднее тестирование экономически неэффективным.

Классификация методов тестирования формирует многоуровневую систему, где каждый критерий выделяет специфический аспект верификации. По уровням выделяют модульное (юнит) тестирование отдельных компонентов, интеграционное – проверку взаимодействия модулей, системное – верификацию приложения как единого целого и приёмочное – подтверждение готовности к эксплуатации. Оптимальное распределение усилий описывается концепцией «пирамиды тестирования»: 70% усилий направляется на модульные тесты, 20% – на интеграционные и 10% – на системные и приёмочные проверки. По техникам тест-дизайна различают методы «чёрного ящика» (анализ поведения без знания внутренней структуры), «белого ящика» (использование информации о коде для проектирования тестов) и гибридные подходы «серого ящика». По типам выделяют функциональное тестирование соответствия требованиям, нефункциональное (производительность, безопасность, отказоустойчивость) и регрессионное – проверку отсутствия побочных эффектов после изменений.

Стратегия «сдвига влево» (shift-left testing) представляет собой перенос тестовых активностей на ранние этапы жизненного цикла с целью снижения стоимости обнаружения и исправления дефектов. Практическая реализация включает тестирование требований на этапе анализа, применение разработки через тестирование (TDD), статический анализ кода ещё до компиляции и раннее вовлечение тестировщиков в планирование спринтов. Экономический эффект подтвержда-

ется эмпирическими данными: перенос обнаружения дефектов на этапы проектирования и разработки снижает общие затраты на обеспечение качества на 40–60% и сокращает цикл разработки на 25–35%.

Непрерывное тестирование в среде DevOps интегрирует автоматизированные проверки качества на всех этапах конвейера доставки. Многоуровневая архитектура включает: проверку при коммите (модульные тесты и статический анализ), сборку и интеграцию (тесты API и контрактов), развёртывание в тестовую среду (сквозные сценарии и нагрузочные проверки) и мониторинг в продакшене (анализ метрик и сапай-релизы). Ключевой принцип – фокус на бизнес-рисках: тесты ранжируются по потенциальному ущербу от сбоя, а не по технической сложности. Оценка зрелости практик основывается на метриках: время обратной связи (целевой показатель – менее 10 минут), процент нестабильных тестов (менее 1%), покрытие критических сценариев (100%) и скорость восстановления после сбоев (менее 1 часа).

Автоматизация тестирования экономически оправдана при системном подходе к отбору сценариев. Критерии выбора включают высокую частоту выполнения, стабильность требований, критичность для бизнеса, трудоёмкость ручной проверки и подверженность человеческой ошибке. Архитектурные принципы зрелых решений – паттерн Page Object для инкапсуляции элементов интерфейса, структурированное проектирование с разделением на уровни сценариев, бизнес-логики и взаимодействия с интерфейсом, а также изолированное управление тестовыми данными. Ключевой показатель зрелости – соотношение времени поддержки к времени разработки не превышает 1:3.

Таким образом, современное тестирование программного обеспечения представляет собой стратегический компонент системы непрерывной доставки ценности, а не изолированный этап верификации. Успешная стратегия требует многоуровневого подхода с оптимальным распределением усилий по пирамиде тестирования, системной автоматизации критических сценариев и интеграции проверок качества на всех этапах конвейера доставки. Стратегия «сдвига влево» обеспечивает наибольший экономический эффект за счёт переноса тестовых активностей на ранние этапы жизненного цикла. Перспективы развития связаны с дальнейшей интеграцией интеллектуальных технологий для оптимизации тестовых наборов и адаптацией практик к новым архитектурным парадигмам, однако фундаментальная роль остаётся за формированием культуры качества как общей ответственности всей команды разработки.

Список литературы

1. Подситков, М. А. Решение проблем качества обеспечения процесса и ресурсов компании ООО Папирус-Столица / М. А. Подситков // Славянский форум. 2025. № 4 (50). С. 279-289.
2. Цехановский, В. В. Проектирование информационных систем: структуры и платформы : учебное пособие / В. В. Цехановский, А. И. Водяхо. – Москва, 2023.
3. Системная инженерия в проблемах национальной безопасности / Анищенко А.В., Артемьев В.Б., Бондарева М.К., Будзко В.И., Бурмака А.А., Бычков И.В., Васильев В.И., Вульфин А.М., Гаденин М.М., Гарбук С.В., Гедзюн В.С., Головин С.А., Емельянов С.Г., Жуков А.О., Зацаринный А.А., Зорин А.В., Игнатьев А.Г., Капустин А.Я., Климов С.М., Козлов С.В. и др. Тематический блок «Национальная безопасность». – Москва, 2025.

References

1. Podsitkov, M. A. Addressing Quality Issues in Process and Resource Support at Papyrus Stolitsa LLC / M. A. Podsitkov // Slavic Forum. 2025. No. 4 (50). pp. 279-289.
2. Tsekhanovsky, V. V. Designing Information Systems: Structures and Platforms Study Guide / V. V. Tsekhanovsky, A. I. Vodyakho. – Moscow, 2023.
3. Systems Engineering in National Security Issues / Anishchenko A.V., Artemyev V.B., Bondareva M.K., Budzko V.I., Burmaka A.A., Bychkov I.V., Vasiliev V.I., Vulfin A.M., Gadenin M.M., Garbuk S.V., Gedzyn V.S., Golovin S.A., Emelyanov S.G., Zhukov A.O., Zatsarinny A.A., Zorin A.V., Ignatiev A.G., Kapustin A.Ya., Klimov S.M., Kozlov S.V. and others. Thematic block “National Security”. – Moscow, 2025.