

ТЕСТИРОВАНИЕ В ОБЛАЧНЫХ СРЕДАХ. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ И МЕТОДОВ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ В ОБЛАЧНЫХ СРЕДАХ, ТАКИХ КАК AMAZON WEB SERVICES (AWS), MICROSOFT AZURE И GOOGLE CLOUD PLATFORM

Максим САВЕЛЬЕВ

Департамент Программной Инженерии и Автоматики, Группа TI-217, Факультет Вычислительной Техники и Микроэлектроники, Технический Университет Молдовы, Кишинёв, Республика Молдова

Автор: Максим Савельев, maxim.saveliev@isa.utm.md

Научный руководитель: **Татьяна СКОРОХОДОВА**, ТУМ

***Аннотация:** В статье рассматриваются проблемы и методологии тестирования программного обеспечения в облачных средах Amazon Web Services, Microsoft Azure и Google Cloud Platform. Отмечается важность учитывать уникальные характеристики каждого облачного провайдера, включая уровни отказоустойчивости, географическое распределение данных и реализованные механизмы безопасности.*

***Ключевые слова:** Облачные среды, AWS, Microsoft Azure, Google Cloud Platform, тестирование, безопасность, масштабируемость.*

Введение

Тестирование программного обеспечения, развернутого в облачной инфраструктуре, представляет собой сложную задачу, требующую специализированных подходов. Динамическая природа облачных сред, их масштабируемость и распределенный характер вынуждают пересматривать традиционные методики обеспечения качества. В данной работе исследуются ключевые стратегии и практики, необходимые для всестороннего тестирования облачных приложений на предмет функциональности, производительности, надежности и безопасности.

Особый акцент делается на внедрении автоматизированных наборов тестов, способных гибко адаптироваться к меняющимся условиям виртуализированной среды выполнения при одновременном снижении затрат и повышении эффективности процесса верификации. Рассматриваются механизмы интегрированного мониторинга и сбора данных для выявления проблем в режиме реального времени.

Актуальность облачных сервисов

Облачные вычисления представляют собой модель предоставления вычислительных ресурсов и сервисов через интернет по требованию. Вместо приобретения и обслуживания собственной дорогостоящей инфраструктуры, организации арендуют необходимые мощности у облачных провайдеров.

В облачных вычислениях различают несколько видов сервисов [1, 2]:

- Инфраструктура как сервис (IaaS) - предоставление виртуализированных вычислительных ресурсов, таких как серверы, сетевое оборудование и хранилища данных.
- Платформа как сервис (PaaS) - среда для разработки, тестирования и развертывания приложений, включая операционные системы, базы данных и инструменты разработки.

- Программное обеспечение как сервис (SaaS) - готовые к использованию приложения, доступные через Интернет на основе подписки.

Ведущими облачными провайдерами являются Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure и Google Cloud Platform (GCP). Эти гиганты обеспечивают глобальную доступность и широкий спектр услуг, упрощающих миграцию в облако. На рисунке 1 приведен тренд доли рынка облачных провайдеров.

Впечатляющий рост данных сервисов обусловлен многочисленными преимуществами облачных технологий, включая масштабируемость, экономию ресурсов, высокую доступность и ускорение цифровой трансформации предприятий.

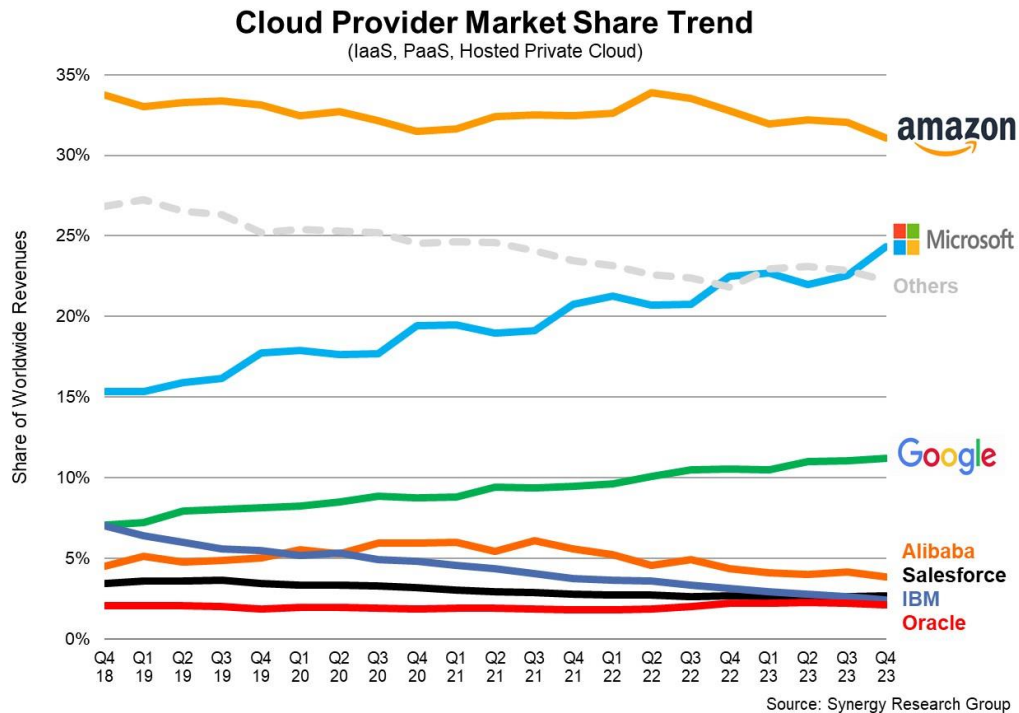


Рисунок 1. Тренд доли рынка облачных провайдеров (2018-2023) [3]

Облачные гиганты

Рынок облачных вычислений на сегодняшний день представлен тремя доминирующими игроками - Amazon Web Services, Microsoft Azure и Google Cloud Platform. Эти технологические гиганты предлагают обширные портфели облачных сервисов, стремясь обеспечить всестороннее решение для самых разнообразных требований клиентов.

Amazon Web Services (AWS) [4]

AWS, запущенный в 2006 году, является пионером в области облачных вычислений. Эта платформа предлагает более 200 полнофункциональных сервисов, охватывающих практически все потребности в области IaaS, PaaS и SaaS. От вычислительных мощностей и хранения данных до аналитики, машинного обучения и Интернета вещей - AWS обеспечивает широчайший выбор возможностей.

Ключевые сервисы AWS включают EC2 (Elastic Compute Cloud) для виртуальных машин, S3 (Simple Storage Service) для объектных хранилищ данных, а также облачную платформу для контейнеров и микросервисов AWS Fargate. AWS располагает обширной сетью региональных центров обработки данных по всему миру.

Microsoft Azure [5]

Облачная платформа Azure от Microsoft, запущенная в 2010 году, стремительно набирает популярность. Она предлагает широкий спектр облачных сервисов, включая

виртуальные машины, контейнеризацию, хранение данных, базы данных, аналитику и искусственный интеллект.

Ключевыми преимуществами Azure являются тесная интеграция с другими продуктами Microsoft, такими как Windows Server и .NET, а также гибридные облачные возможности для соединения локальной инфраструктуры с облачными ресурсами. Популярные сервисы Azure включают Virtual Machines, Azure Kubernetes Service и Azure Cosmos DB.

Google Cloud Platform (GCP) [6]

Выйдя на рынок облачных услуг в 2011 году, GCP быстро превратилась в серьезного конкурента AWS и Azure. Эта платформа опирается на масштабную инфраструктуру Google и предлагает передовые сервисы для искусственного интеллекта, машинного обучения, больших данных и аналитики.

Среди ключевых сервисов GCP можно выделить Compute Engine для виртуальных машин, Kubernetes Engine для контейнеризации, BigQuery для обработки больших данных, а также CloudML и TensorFlow для задач машинного обучения. GCP также предоставляет облачные игровые сервисы и облачную платформу для обработки геопространственных данных.

Все три гиганта постоянно развивают свои облачные предложения, внедряя инновационные сервисы и технологии. Выбор конкретного провайдера часто определяется существующей инфраструктурой, техническими требованиями, а также необходимыми функциональными возможностями и ценовой политикой.

Организации процесса тестирования в облачной среде

В облачной среде рекомендуется придерживаться следующих практик для организации процесса тестирования:

- a) определение требований и целей тестирования;
- b) выбор и настройка облачной среды тестирования;
- c) разработка и реализация тестовых сценариев;
- d) выполнение тестов;
- e) анализ результатов тестирования и отчетность;
- f) оптимизация и улучшение процесса тестирования;
- g) повторное тестирование и мониторинг.

Следование данным практикам позволит создать эффективный процесс тестирования, хорошо интегрированный с облачной средой и DevOps-подходом, что обеспечит высокое качество, быструю доставку приложений и соответствие современным стандартам разработки программного обеспечения.

Ключевые аспекты тестирования облачных приложений

В облачных средах можно реализовать несколько типов тестирования, которые позволяют проверить каждый аспект системы и создать качественный продукт [7].

Функциональное тестирование

В облачных средах функциональное тестирование приобретает дополнительную сложность из-за распределенной природы приложений и многочисленных взаимодействий между компонентами. Необходимо тщательно проверять работоспособность всех функций, а также интеграцию с различными облачными сервисами, такими как хранилища данных, очереди сообщений и API. Автоматизированные тесты с применением методологий поведенческого тестирования (Behavior Driven Development) могут значительно повысить эффективность функционального тестирования.

Тестирование производительности и нагрузочное тестирование

Масштабируемость является одним из ключевых преимуществ облачных решений. Поэтому критически важно проводить нагрузочное тестирование для имитации высоких

нагрузок и оценки производительности приложения в разных сценариях. Следует учитывать особенности облачной инфраструктуры, такие как автоматическое масштабирование ресурсов и балансировка нагрузки между несколькими узлами. Инструменты Apache JMeter и Gatling могут использоваться для создания нагрузочных тестов.

Проверка надежности и отказоустойчивости

Облачные приложения должны быть способны восстанавливаться после сбоев и продолжать работать даже при отказе отдельных компонентов. Тестирование надежности и отказоустойчивости предполагает моделирование различных сценариев отказов, таких как сбой сети, недоступность сервисов или выход из строя виртуальных машин. Необходимо проверять реакцию системы, механизмы автоматического восстановления и сохранность данных.

Регрессионное тестирование

Регулярные обновления облачной инфраструктуры и сервисов могут привести к непредвиденным последствиям для развернутых приложений. Регрессионное тестирование помогает выявить нарушения в ранее работающей функциональности, вызванные изменениями. Использование автоматизированных тестов крайне важно для эффективного регрессионного тестирования в облачных средах.

Тестирование безопасности и соответствия нормативным требованиям

Безопасность является одной из ключевых проблем при использовании общедоступных облачных сервисов. Необходимо проводить тестирование на предмет уязвимостей, таких как незащищенные конечные точки API, недостаточная авторизация и аутентификация, а также утечки данных. Также важно обеспечить соответствие облачных приложений отраслевым стандартам и нормативным требованиям, например, GDPR или HIPAA в сфере здравоохранения.

Автоматизированное тестирование в облаке

Динамическая природа облачных сред и постоянное развитие облачных технологий требуют пересмотра традиционных подходов к тестированию программного обеспечения. Ручное тестирование становится все более трудоемким и неэффективным по мере роста сложности приложений. В этом контексте автоматизация процессов тестирования приобретает критическую важность для обеспечения качества облачных решений.

Ключевым преимуществом автоматизированного тестирования в облаке является его масштабируемость. Благодаря возможности динамического выделения вычислительных ресурсов, автоматизированные тесты могут параллельно выполняться на множестве виртуальных машин или контейнеров, значительно сокращая общее время тестирования.

Для реализации автоматизированного тестирования в облаке используются различные инструменты и фреймворки, охватывающие все виды тестирования - от модульного до нагрузочного. Среди популярных инструментов можно выделить Selenium для автоматизации веб-приложений, Appium для мобильного тестирования, JMeter для нагрузочного тестирования, а также фреймворки для разработки тестов на основе поведения (Behavior Driven Development), такие как Cucumber и SpecFlow. Кроме того, ведущие облачные провайдеры предлагают специализированные сервисы для тестирования, например, AWS Device Farm для тестирования мобильных приложений.

Эффективная интеграция автоматизированного тестирования в процесс разработки облачных приложений является ключом к обеспечению высокого качества программного обеспечения, соответствия требованиям и своевременной доставки новых версий продукта.

Сервисы тестирования для основных облачных провайдеров

В современных облачных технологиях лидерами рынка являются Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure и Google Cloud Platform (GCP). Эти провайдеры завоевали доверие миллионов организаций по всему миру, предлагая обширные портфолио сервисов и инструментов для создания масштабируемых и надежных облачных решений. На рисунке 2 представлено корпоративное использование поставщиков общедоступных облаков.

Enterprise use of public cloud providers

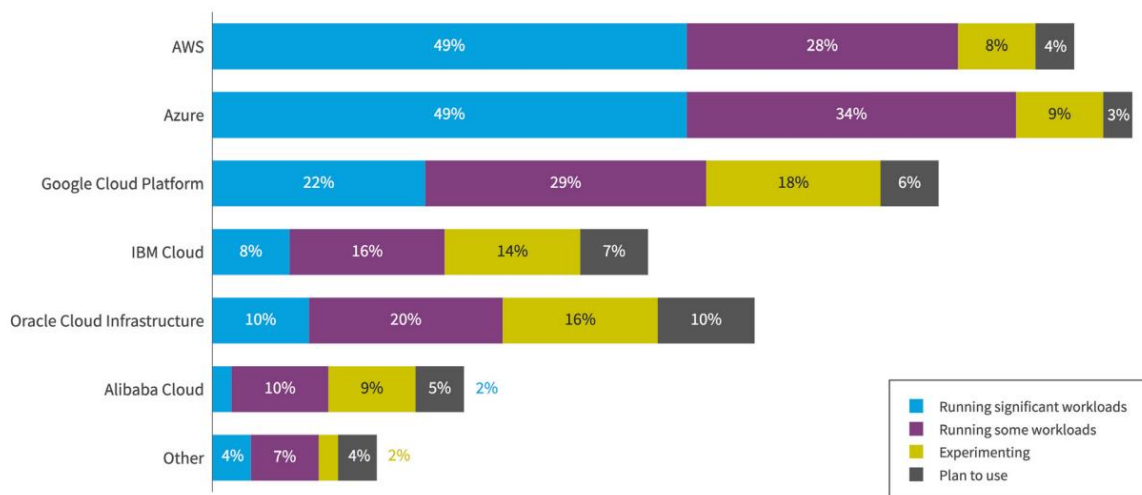


Рисунок 2. Корпоративное использование поставщиков общедоступных облаков [8]

Несмотря на общие принципы тестирования облачных приложений, подходы могут существенно различаться в зависимости от используемой облачной платформы. Ведущие провайдеры, такие как AWS, Azure и GCP, предлагают собственные наборы инструментов и сервисов для тестирования, оптимизированных под их специфические возможности и архитектуру.

В таблице 1 представлены типы тестирования и соответствующие инструменты для трех облачных гигантов.

Проанализировав данные, представленные в таблице 1, можно сделать вывод, что Google Cloud Platform и AWS имеют преимущества благодаря масштабируемости и производительности для функционального тестирования, тестирования производительности и нагрузочного тестирования. Microsoft Azure выделяется инструментами для имитации сбоев и быстрого восстановления, что делает ее предпочтительной для проверки надежности и отказоустойчивости. AWS CodeBuild и CodePipeline обеспечивают интеграцию с множеством сервисов, что может дать преимущество для регрессионного тестирования. AWS Security Hub интегрируется с партнерскими решениями безопасности, что может сделать AWS предпочтительным выбором для комплексного тестирования безопасности и соответствия требованиям.

Помимо выбора подходящих инструментов при тестировании в конкретной облачной среде необходимо учитывать особенности уровней доступности сервисов, географического распределения данных и реализованных механизмов безопасности. Уровни доступности сервисов в облаке варьируются от одной зоны доступности до нескольких зон в пределах одного региона или даже объединения нескольких географически распределенных регионов. Например, для обеспечения соответствия требованиям по отказоустойчивости следует тестировать приложение в разных регионах и зонах доступности, имитируя сбои и проверяя, как приложение справляется с автоматическим переключением на резервные ресурсы.

Таблица 1.

Облачные сервисы для различных типов тестирования

Вид тестирования	Amazon Web Services (AWS)	Microsoft Azure	Google Cloud Platform (GCP)
Функциональное тестирование	AWS Device Farm - поддерживает более 200 реальных физических устройств, AWS Lambda - допускает до 1000 одновременных исполнений	Azure Test Plans - интегрируется с более чем 50 типами тестов, Azure DevOps - масштабируется до 50 000 пользователей	Cloud Functions - масштабируется до 1 миллиона экземпляров с автоматической балансировкой нагрузки
Тестирование производительности и нагрузочное тестирование	AWS CloudWatch - собирает и обрабатывает миллионы метрик ежесекундно, AWS Auto Scaling - масштабируется от одной до сотен виртуальных машин	Azure Load Testing - обеспечивает до 5 миллионов виртуальных пользователей, Azure Monitor - поддерживает до 500 метрик на каждый указанный ресурс	Cloud Monitoring - обрабатывает миллионы операций записи в секунду, Cloud Load Testing - поддерживает синхронную отладку до 8 контейнеров одновременно
Проверка надежности и отказоустойчивости	AWS Fault Injection Simulator - поддерживает более 25 типов сбоев, Amazon ECS - обеспечивает среднее время безотказной работы более 99,99%	Azure Chaos Studio - может генерировать комбинации из более чем 30 различных типов сбоев, Azure Service Fabric - предоставляет среднее время восстановления менее 30 секунд	Cloud Chaos Mesh - поддерживает более 20 видов ошибок, Cloud Operations - обеспечивает защиту от простоя через автоматическое восстановление
Регрессионное тестирование	AWS CodeBuild - масштабируется до десятков тысяч параллельных задач сборки, AWS CodePipeline - интегрируется с десятками сервисов развертывания	Azure Pipelines - поддерживает до 1 миллиона задач в месяц в самом высокотарифном плане, Azure Test Plans - может выполнять миллионы тестовых кейсов	Cloud Build - может масштабироваться до 120 000 виртуальных машин в течение 15 минут при максимальной нагрузке, Cloud Code - поддерживает тестирование на виртуальных машинах Google Compute Engine
Тестирование безопасности и соответствия требованиям	AWS Security Hub - интегрируется с десятками партнерских решений безопасности, AWS Config - проверяет миллионы ресурсов облака на соответствие	Azure Security Center - анализирует триллионы событий облака ежедневно, Azure Policy - автоматизирует управление более чем 1000 встроенных политик соответствия	Cloud Security Command Center - охватывает активы по нескольким облачным проектам, папкам и организациям, Cloud Asset Inventory - осуществляет мониторинг активов в режиме реального времени

Географическое распределение данных в облаке зависит от нормативных требований, производительности и предпочтений клиентов. Данные могут храниться в определенных регионах или реплицироваться между несколькими локациями. При тестировании необходимо оценить, как приложение работает с распределенными данными, проверить задержки, производительность и корректность репликации. Безопасность облачных решений должна проверяться с учетом применяемых провайдером мер защиты данных и контроля доступа. Облачные провайдеры предлагают различные механизмы безопасности, такие как шифрование данных, брандмауэры, контроль доступа на основе ролей, средства обнаружения вторжений. Тестирование должно включать проверку того, как приложение взаимодействует с этими механизмами, а также имитацию различных сценариев атак и попыток несанкционированного доступа.

Выбор наиболее подходящей стратегии тестирования часто зависит от имеющегося опыта работы с конкретным облачным провайдером, существующих ограничений и целевых показателей качества для разрабатываемого приложения.

Заключение

В эпоху стремительного роста облачных вычислений и повсеместного перехода организаций к использованию облачных сервисов вопросы обеспечения качества и надежности облачных приложений становятся критически важными. В данной статье исследованы ключевые проблемы и передовые методологии тестирования программного обеспечения, развернутого в облачных средах таких ведущих провайдеров, как Amazon Web Services, Microsoft Azure и Google Cloud Platform.

Был проведен анализ облачных сервисов для различных типов тестирования. Анализ показал, что для эффективной верификации облачных решений необходим комплексный подход, охватывающий функциональное и нагрузочное тестирования, тестирование безопасности и отказоустойчивости с акцентом на автоматизацию процессов. Использование гибких автоматизированных наборов тестов, интегрированных с механизмами мониторинга и выявления проблем в реальном времени, позволяет обеспечить высокое качество и своевременную доставку приложений в динамичных облачных средах.

По мере дальнейшего развития облачных технологий и расширения их использования в критически важных системах потребность в передовых подходах к тестированию облачных решений будет только возрастать. Результаты исследования могут послужить основой для разработки более совершенных методологий и инструментов, обеспечивающих высочайший уровень качества и отказоустойчивости приложений в облачных средах.

Библиография:

- [1] QA_Bible [электронный ресурс]. Режим доступа: https://vladislaverev.gitbook.io/qa_bible/testirovanie-v-raznykh-sferakh-oblastyakh-testing-different-domains/testirovanie-oblachnykh-reshenii-cloud-testing
- [2] IBM - [электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.ibm.com/blog/public-cloud-use-cases/>
- [3] Synergy Research Group [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.srgresearch.com/articles/cloud-market-gets-its-mojo-back-q4-increase-in-cloud-spending-reaches-new-highs>

- [4] Amazon Web Services (AWS) [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://aws.amazon.com/>
- [5] Microsoft Azure [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://azure.microsoft.com/>
- [6] Google Cloud Platform (GCP) [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cloud.google.com/>
- [7] Guru 99 [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.guru99.com/cloud-testing-tutorial-with-saas-testing-primer.html>
- [8] Flexera [электронный ресурс]. Режим доступа: https://info.flexera.com/CM-REPORT-State-of-the-Cloud?lead_source=Organic%20Search