

Разработка платформенной системы управления авторитетным DNS на базе BIND9

Мартынюк А. П.¹

Научный руководитель – аспирант Филянин И. В.¹

¹Университет ИТМО

MartynyukAlexey05@gmail.com

Введение

В условиях развития облачных и контейнерных инфраструктур наблюдается устойчивый переход от ручного администрирования к декларативным моделям управления и подходу Infrastructure as Code [1]. Современные cloud-native среды требуют автоматизации управления инфраструктурными компонентами и их тесной интеграции с системами оркестрации. Одним из таких компонентов является авторитетная служба DNS, обеспечивающая корректное функционирование распределенных сервисов. Традиционные DNS-серверы ориентированы на статическую файловую конфигурацию, что ограничивает их применение в динамических средах. В рамках данного исследования рассматривается задача разработки платформенной системы управления авторитетным DNS, сочетающей проверенную функциональность BIND9 с декларативным управлением и интеграцией с Kubernetes.

Основная часть

В ходе работы проведен анализ существующих реализаций DNS и платформенных решений, включая BIND9, PowerDNS, CoreDNS, ExternalDNS и OpenStack Designate, с целью выявления их архитектурных особенностей и ограничений при использовании в Kubernetes-кластерах. Рассматривались модели хранения конфигурации, способы управления зонами и степень интеграции с декларативными механизмами. Анализ показал, что часть решений ориентирована преимущественно на рекурсивные сценарии, тогда как другие используют собственные модели хранения данных или не обеспечивают полноценной поддержки GitOps-подхода. Традиционная файлово-ориентированная модель конфигурации BIND9 затрудняет его использование в динамических средах без дополнительного слоя автоматизации.

На основании проведенного анализа разработан механизм синхронизации состояния между распределённым хранилищем etcd и авторитетным сервером BIND9 с использованием протокола Dynamic DNS (RFC 2136) [2]. Предложена архитектура kubernetes-native контроллера, реализующего декларативное описание ресурсов через Custom Resource Definitions [3]. Контроллер реализует механизм сходимости, обеспечивая автоматическое приведение фактического состояния BIND9 к состоянию, описанному в Kubernetes API. Предложенный подход обеспечивает формальное разделение уровня декларативного описания ресурсов и уровня их фактической реализации на стороне DNS-сервера.

В рамках исследования выполнено функциональное, интеграционное и нагрузочное тестирование системы. Результаты подтвердили корректность обработки изменений зон и записей, устойчивость механизма синхронизации и приемлемую производительность при увеличении количества управляемых ресурсов.

Выводы.

Разработанная платформенная система позволяет объединить зрелую и надежную функциональность BIND9 с преимуществами cloud-native подходов, включая декларативное управление, автоматическую сходимость состояния и интеграцию с Kubernetes API. Практическая значимость работы заключается в упрощении эксплуатации авторитетного DNS в контейнерных кластерах, повышении отказоустойчивости инфраструктуры и возможности включения управления DNS-зонами в DevOps- и GitOps-процессы. Полученные результаты подтверждают целесообразность использования гибридного подхода, сочетающего классические сетевые сервисы с современными платформенными механизмами управления.

Литература

1. Пал К., Гундуз Н. Г., Сезен О. К., Гамгосар А., Эль Йоини Н. Infrastructure as Code: Technology Review and Research Challenges // Proceedings of the 15th International Conference on Cloud Computing and Services Science (CLOSER 2025). – 2025. – P. 151–158.
2. Vixie P. и др. Dynamic Updates in the Domain Name System (DNS UPDATE) [Электронный ресурс] // Internet Engineering Task Force (IETF). – RFC 2136. – April 1997. – Режим доступа: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc2136>. – Дата обращения: 26.01.2026.
3. Custom Resource Definitions (CRDs) [Электронный ресурс] // Kubernetes Documentation. – Режим доступа: <https://kubernetes.io/docs/concepts/extend-kubernetes/api-extension/custom-resources/>. – Дата обращения: 26.01.2026.