

Санкт-Петербургский государственный университет

Кафедра Системного программирования

Группа 22.Б10-мм

# Расширение функциональности Mimeter: внедрение поддержки VLAN

*Писарев Никита Павлович*

Отчёт по учебной практике  
в форме «Производственное задание»

Научный руководитель:  
старший преподаватель кафедры системного программирования, И. В. Зеленчук

Санкт-Петербург  
2024

# Оглавление

Введение	3
1. Постановка задачи	5
2. Обзор	6
3. Метод	8
4. Эксперимент	11
Заключение	12
Список литературы	13

# Введение

В сфере информационных технологий, особенно в области компьютерных сетей, обучение и практический опыт играют ключевую роль в формировании квалифицированных специалистов. В рамках курса «Компьютерные сети» на Математико-механическом факультете Санкт-Петербургского государственного университета важно предоставить студентам инструменты для понимания теоретических и практических аспектов сетевых технологий. Miminet [4], веб-эмулятор компьютерных сетей, служит образовательным инструментом, демонстрирующим студентам ключевые аспекты функционирования сетей.

Несмотря на наличие широкого спектра функций в Miminet, отсутствует демонстрация возможностей VLAN<sup>1</sup> (аббр. от англ. Virtual Local Area Network), которая преподается на курсе. Виртуальная локальная сеть (VLAN) — это группа узлов сети, которые могут общаться друг с другом на уровне данных, как если бы они находились в одной физической локальной сети, несмотря на то, что физически они могут быть разбросаны по разным сегментам сети. Это достигается путем настройки сетевого оборудования, такого как коммутаторы, которые используют теги VLAN для различения трафика. Тег VLAN — это метка, добавляемая к сетевым пакетам, определяющая принадлежность пакета к определенной VLAN. В зависимости от настройки, порты на коммутаторе могут функционировать в режиме “Trunk” для передачи трафика множества VLAN с тегами или в режиме “Access” для прямого соединения устройств с конкретной VLAN без тегирования. Это обеспечивает гибкость и повышает безопасность, позволяя разделять и изолировать сетевой трафик в соответствии с разными требованиями и политиками безопасности.

Таким образом, необходима разработка и интеграция VLAN в Miminet. Предполагается, что это улучшит понимание студентами принципов виртуальной сегментации сети, ее преимуществ и особенностей настройки. Внедрение данной функциональности предоставит студен-

---

<sup>1</sup><https://standards.ieee.org/ieee/802.1Q/6844/> [Дата обращения: 15 2023 г.].

там возможность не только теоретически изучать VLAN, но и наблюдать их работу в практической, интерактивной среде.

Для достижения этой цели будет разработан интерфейс для работы с VLAN в Mimirnet, включающий в себя управление VLAN. Также будет осуществлена настройка конфигурации VLAN на серверной части приложения, используя утилиты операционной системы Linux.

# 1. Постановка задачи

Целью работы является расширение функциональности Miminet путём внедрения поддержки VLAN. Для её выполнения были поставлены следующие задачи:

1. выполнить обзор существующих технологий, реализующих VLAN;
2. спроектировать пользовательский интерфейс для конфигурации VLAN;
3. реализовать верстку модального окна управления VLAN;
4. доработать серверную часть приложения для поддержки VLAN;
5. протестировать реализованную функциональность.

## 2. Обзор

Были рассмотрены наиболее популярные сетевые эмуляторы с поддержкой VLAN и проанализированы исходя из требований проекта. К основным требованиям проекта, исходя из ее направленности — обучения, можно отнести полную и удобную конфигурацию VLAN, которая включает в себя указания идентификатора VLAN и тип подключения.

- Cisco Packet Tracer [1]: Это известный эмулятор сети, широко используемый в образовательных целях, особенно в программах Cisco Networking Academy. Cisco Packet Tracer предлагает обширные возможности для настройки VLAN, включая выбор создание VLAN и назначение портов к VLAN. Кроме того, доступны функции для настройки тэгированного VLAN (trunk ports), который может передавать трафик для всех VLAN, что важно для понимания технологии VLAN. Но настройка полностью происходит через консоль, с помощью не малого количества команд, что может отпугнуть обучающего или пройти через большое количество ошибок, перед тем как продемонстрировать работу VLAN.
- CORE (Common Open Research Emulator) [2]: Это сетевой эмулятор с открытым исходным кодом, который позволяет детально настраивать и управлять сетевыми сценариями. CORE обеспечивает гибкие возможности для настройки VLAN, включая различные режимы работы портов. Это позволяет пользователям не только освоить базовые принципы работы VLAN, но и применять более сложные сценарии, которые могут встретиться в реальных сетевых средах. Также CORE предлагает графический интерфейс пользователя, но в рамках VLAN он останавливается только на визуальном разделении подсетей, конфигурация все также происходит через консоль.
- GNS3 [3]: Это современный эмулятор, отличающийся своей гибкостью и способностью работать с реальными образами IOS от

Cisco<sup>2</sup>. GNS3 предоставляет обширные возможности для настройки VLAN, включая создание и управление множеством VLAN, настройку тегирования VLAN для trunk-портов, а также назначение портов в режиме access. Однако он еще сложнее в настройке и требует больше технических знаний.

В заключении анализа сетевых эмуляторов с поддержкой VLAN выявлено, что большинство из них требуют сложных консольных настроек, что затрудняет их использование в обучении. В связи с отсутствием удобного графического интерфейса было решено разработать новый интерфейс с нуля.

---

<sup>2</sup>Cisco IOS. <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ios-nx-os-software/ios-software-releases-110/13178-15.html> [Дата обращения: 15 декабря 2023 г.].

### 3. Метод

Для реализации пользовательского интерфейса, поддерживающего VLAN в веб-эмуляторе, было важно спроектировать удобный интерфейс управления VLAN. Процесс проектирования осуществлялся с использованием инструмента Figma<sup>3</sup>. Основное внимание уделялось разработке элементов управления, таких как кнопки активации VLAN, таблицы для отображения подключенных устройств и визуализации конфигурации VLAN (представлено на Рис. 1–3). В процессе проектирования прошли три итерации, в ходе которых команда давала обратную связь и вносились необходимые корректировки в дизайн.

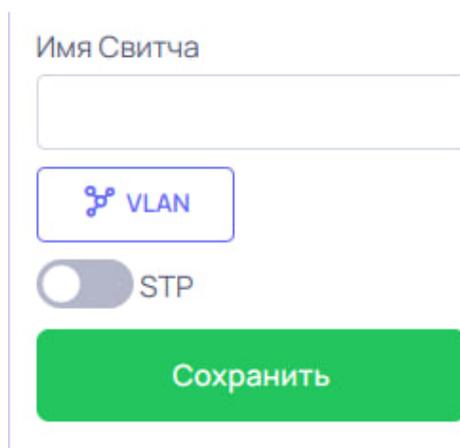


Рис. 1: Активированная кнопка VLAN

При реализации пользовательского интерфейса были использованы технологии JavaScript, jQuery и Bootstrap, уже интегрированные в проект. В ходе работы была реализована кнопка конфигурации VLAN на всех коммутаторах. При её нажатии открывается модальное окно, демонстрирующее данные о всех устройствах, подключенных к данному коммутатору, и представленные в удобной для восприятия таблице, с полями «Имя устройства», «VLAN» и «Тип подключения». Пользователь имеет возможность настроить VLAN для входящего трафика через коммутатор, выбирая между режимами “Access” (нетегированный VLAN) и “Trunk” (тегированный VLAN), что значительно расширяет функциональные возможности эмулятора.

<sup>3</sup>Figma. <https://www.figma.com> [Дата обращения: 15 декабря 2023 г.].

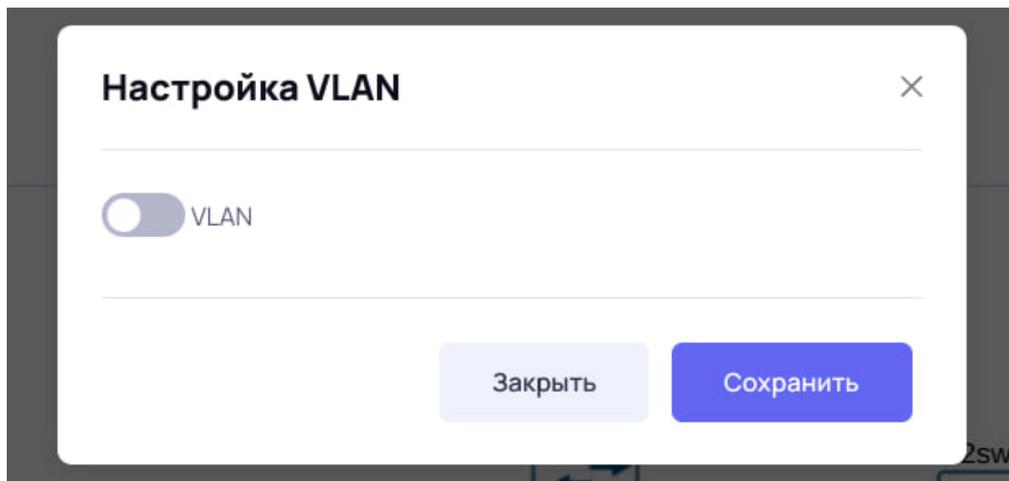


Рис. 2: Модальное окно конфигурации VLAN

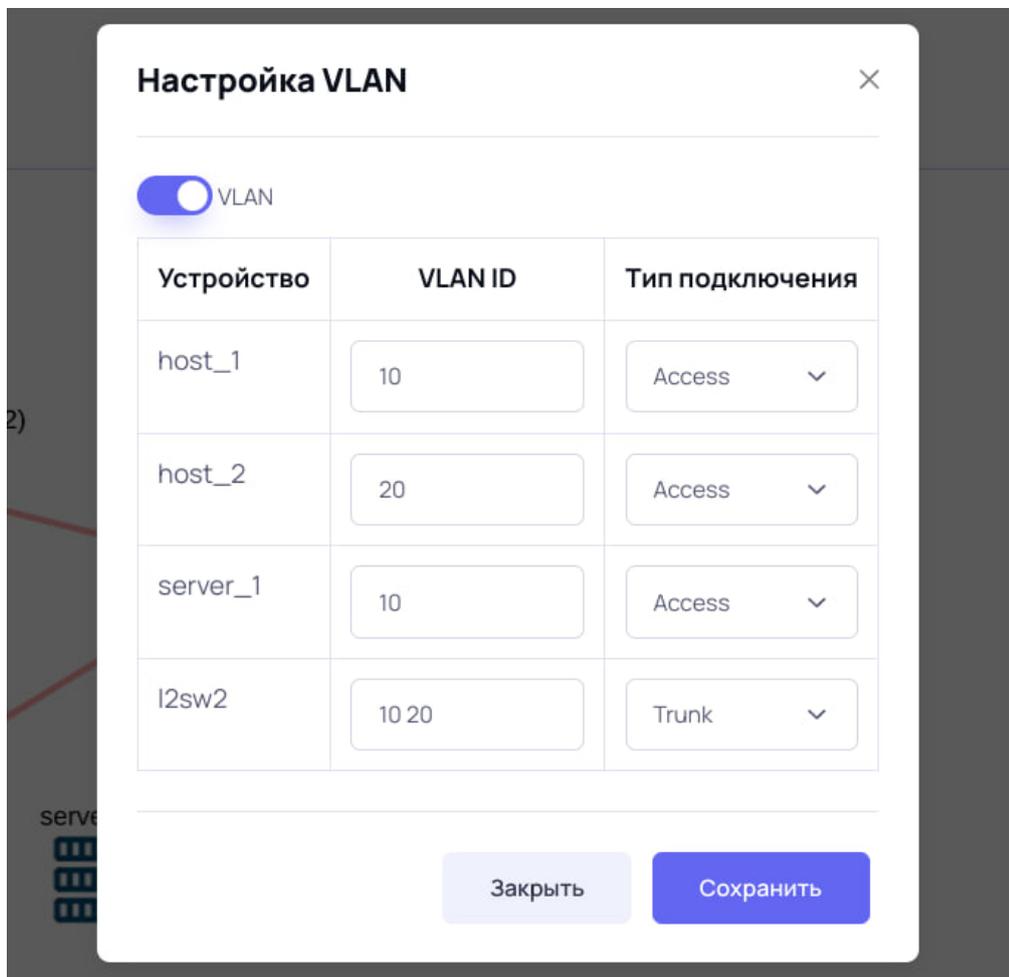


Рис. 3: Таблица подключенных устройств

В процессе реализации логики на серверной части приложения первоначально был рассмотрен модуль `vlan`<sup>4</sup> для Linux, который мог успеш-

<sup>4</sup><https://wiki.ubuntu.com/vlan> [Дата обращения: 15 декабря 2023 г.].

но настраивать VLAN сегментацию на сетевых устройствах, но был отвергнут из-за недоступности настраивать способ реализации: тегированный или нетегированный VLAN. Затем был проведен анализ различных технологий, включая очень популярных Open V Switch [7] и Linux Bridge [5]. Они оба отлично справлялись с настройкой VLAN, включая способ реализации. В итоге выбор был сделан в пользу Linux Bridge из-за его совместимости с модулем ipmininet [6], являющимся основой проекта, и расширенными возможностями управления VLAN. Рабочий процесс включает получение топологии сети из базы данных и ее воспроизведение с соответствующими настройками. Далее настраивается Linux Bridge на всех коммутаторах, включается фильтрация VLAN ID и настраивается каждый порт коммутатора в режиме Access или Trunk в соответствии с конфигурацией от пользователя, также присваивается соответствующий номер VLAN. После завершения эмуляции, Bridge удаляется с каждого коммутатора, обеспечивая корректное завершение процесса.

## 4. Эксперимент

Для обеспечения качества разработанной функциональности были проведены unit-тесты с использованием библиотеки Pytest<sup>5</sup>. Эти тесты охватывают различные сценарии использования, обеспечивая проверку новой функциональности. Помимо этого, команда разработчиков регулярно проводила встречи для ручного тестирования новых функций интерфейса. Такой подход позволял не только демонстрировать прогресс, но и эффективно обнаруживать и устранять возможные недочеты, улучшая общее качество и работоспособность проекта.

---

<sup>5</sup>Pytest - фреймворк для тестирования Python-приложений <https://docs.pytest.org/en/7.4.x>  
[Дата обращения: 15 декабря 2023 г.].

# Заключение

В ходе выполнения курсовой работы были достигнуты следующие результаты:

- Проведен анализ популярных эмуляторов сетей, с акцентом на возможности управления VLAN.
- Разработан макет интерфейса управления VLAN.
- Реализован пользовательский интерфейс для управления VLAN.
- Доработана серверная часть для поддержки VLAN, с интеграцией Linux Bridge.
- Проведено тестирование реализованных функций управления VLAN, подтверждено их корректное функционирование.

Код доступен в репозитории GitHub.<sup>6</sup>

Функциональность уже доступна на сайте Miminet.<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup><https://github.com/mimi-net/miminet/pull/35> [Дата обращения: 5 января 2024 г.].

<sup>7</sup><https://miminet.ru> [Дата обращения: 5 января 2024 г.].

## Список литературы

- [1] Cisco Packet Tracer. — URL: <https://www.netacad.com/courses/packet-tracer> (дата обращения: 15 декабря 2023 г.).
- [2] Common Open Research Emulator. — URL: <https://coreemu.github.io/core/index.html> (дата обращения: 15 декабря 2023 г.).
- [3] Graphical Network Simulator-3. — URL: <https://www.gns3.com> (дата обращения: 15 декабря 2023 г.).
- [4] IPmininet. — URL: <https://ipmininet.readthedocs.io/en/latest> (дата обращения: 14 декабря 2023 г.).
- [5] Linux Bridge. — URL: [https://wiki.archlinux.org/title/network\\_bridge](https://wiki.archlinux.org/title/network_bridge) (дата обращения: 15 декабря 2023 г.).
- [6] Miminet. — URL: <https://miminet.ru> (дата обращения: 14 декабря 2023 г.).
- [7] Open vSwitch. — URL: <https://www.openvswitch.org> (дата обращения: 15 декабря 2023 г.).