Министерство просвещения Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский педагогический государственный университет»

Институт физики, технологии и информационных систем

Тищенко Константин Константинович

Мониторинг технического состояния сетевых устройств в образовательной организации

Код и направление подготовки:
09.03.02 Информационные системы и технологии
Направленность (профиль) образовательной программы:
Информационные технологии в образовании

Выпускная квалификационная работа
(бакалаврская работа)

Научный руководитель –
к.п.н, доц. КТиИС К.Ф. Гусин
Консультант –
ст. преп. Д.С. Горелко

Заведующий кафедрой

Технологических и информационных систем
(наименование кафедры)
Профессор, д.п.н, к.ф-м.н
Нижников А.И.

Проверка на объем заимствований:
74.85% авторского текста

Москва – 2020 год

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой КТиИС

Профессор, д.п.н, к.ф-м.н Нижников А.И.

«16» сентября 2020 г.

ЗАДАНИЕ
на разработку выпускной квалификационной работы

студента ИФТИС
Тищенко Константина Константиновича

Наименование темы: «Мониторинг технического состояния сетевых устройств в образовательной организации»

Тема закреплена приказом ректора от «25» декабря 2019 г. №8438 б

Руководитель: доц. КТиИС, к.п.н. Гусин К.Ф.

«16» сентября 2019 г.

Консультант: ст. преп. Горелко Д.С.

«16» сентября 2019 г.

Целевая установка и основные вопросы, подлежащие разработке при выполнении работы:

Цель работы – внедрение системы комплексного мониторинга сетевого оборудования в существующую инфокоммуникационную сеть образовательной организации.

Вопросы, подлежащие разработке:

1. Проанализировать распространённые системы мониторинга инфокоммуникационных сетей и их компоненты.
2. Составить перечень оборудования и развернутых сервисов в образовательной организации, на примере инфокоммуникационной сети кафедры ТиИС.

3. Развернуть систему мониторинга на выделенном оборудовании. Интегрировать систему мониторинга с имеющейся инфраструктурой инфокоммуникационной сети.

Исходные данные:

Частное сообщение от директора информационных технологий компании ДАП технологии, старшего преподавателя кафедры ТиИС МПГУ, Горелко Д.С, имеющаяся инфокоммуникационная сеть кафедры ТиИС МПГУ.

Предполагаемое содержание и объем дипломной работы:
Введение

Глава 1. Системы мониторинга в инфокоммуникационных сетях.

Глава 2. Внедрение системы мониторинга в инфокоммуникационную сеть образовательной организации.

Заключение

Список литературы

Приложения

Объем работы 40-50 стр.

Основная литература:

1. Эд Уилсон. Мониторинг и анализ сетей. Методы выявления неисправностей. 2012 г.
2. Валерий Бондарев. Анализ защищенности и мониторинг компьютерных сетей. Методы и средства. 2017 год.

Руководитель: доц. КТиИС, к.п.н. Гусин К.Ф.

«16» сентября 2019 г.

Консультант: ст. преп. Горелко Д.С.

«16» сентября 2019 г.

Задание получил: **Тищенко Константин Константинович**

«16» сентября 2019 г.

Реферат

В выпускной квалификационной работе исследованы основные системы мониторинга инфокоммуникационных сетей и их компоненты. В качестве проекта была исследована инфокоммуникационная сеть кафедры технологических и информационных систем МПГУ, установлена и развернута система мониторинга Zabbix в инфокоммуникационной сети КТиИС МПГУ.

Установленная система мониторинга наблюдает за состоянием управляемых коммутаторов, серверов под управлением различных операционных систем и сервисов, размещенных в инфокоммуникационной сети КТиИС МПГУ. Кроме того, она оповещает инженеров, обслуживающих инфокоммуникационную сеть КТиИС МПГУ, о возникающих проблемах в работе инфокоммуникационной сети, серверов и сервисов, что способствует оперативному решению как уже возникших проблем, так и предупреждению их возникновения.

Выпускная квалификационная работа содержит:

печатного текста – 47 стр.;

библиографии – 5 книг, 49 интернет-сайтов;

рисунков – 7;

таблиц – 4

приложений – 3;

Ключевые слова:

базы данных, системы мониторинга, SNMP, Zabbix, инфокоммуникационные сети, сетевое оборудование

Оглавление

Введение

Инфокоммуникационная сеть современной образовательной организации представляет собой комплексную систему [2]. Система мониторинга способствует стабильности работы всех узлов и оконечных устройств. Она позволяет собирать и анализировать собранные с оборудования данные в одном месте. Это позволяет быстро и эффективно определять узкие места в инфокоммуникационной сети, обнаруживать скрытые дефекты, оперативно определять и устранять неисправности оборудования и как следствие поддерживать работоспособность инфокоммуникационной сети на должном уровне. Система мониторинга, развернутая в инфокоммуникационной сети, представляет собой автоматизированный процесс сбора информации различного рода с сетевых устройств, хранения данной информации и предоставление ее пользователю в удобном для него виде. Кроме того, современные системы мониторинга предоставляют возможность оперативного оповещения пользователей и/или инженеров наблюдаемой инфокоммуникационной сети.

Следует отметить, что практически все системы мониторинга, использующиеся для мониторинга инфокоммуникационных сетей, используются и в других областях. Нет принципиального значения откуда именно собирать данные – с сетевого оборудования, с производственных станков, с датчиков умного дома, датчиков транспортного средства или откуда-либо ещё [1].

Если говорить об актуальности данной тематики, то в 2011 году в Германии была разработана концепция развития промышленности «Индустрия 4.0», которую также называют грядущей четвертой промышленной революцией, она подразумевает под собой максимальную автоматизацию производств – интеграцию кибернетических систем в заводские процессы [3]. С 2014 года она активно внедряется на территории всей страны, в первую очередь в тяжелой промышленности: машиностроении и автомобилестроении, являющихся локомотивами немецкой экономики. В 2014 году в Соединенных Штатах Америки был создан консорциум промышленного интернета.

Для Соединенных Штатов Америки автоматизация производственных процессов стала важным национальным приоритетом. В рамках этой концепции государственные органы Соединенных Штатов Америки содействуют возвращению производства американских компаний на территорию страны, способствуют их модернизации и преобразованию в фабрики будущего. В последние годы к этим тенденциям присоединяются и другие ведущие мировые государства: Франция, Япония, Южная Корея, Китай. Уже сегодня отголоски этих процессов можно наблюдать и в повседневной жизни, например, в развитии технологий «Умного дома», трехмерной печати, печатной электроники и пр. [1]

Обращаясь к проблематике автоматизации сбора данных в инфокоммуникационных сетях, то мониторинг сетевого оборудования позволяет в ряде случаев предупредить ошибки и выход оборудования из строя, в ряде случаев, оперативно исправить возникающие проблемы и сократить или вовсе предупредить простой в работе предприятия. Таким образом мониторинг инфокоммуникационной сети позволяет существенно сократить издержки в работе предприятия и уберечь его от репутационных потерь.

Тематика автоматизации процессов в целом и автоматизация сбора данных в инфокоммуникационной сети в частности, является актуальной на сегодняшний день. В следствии этого была выбрана тема данной выпускной квалификационной работы: «Мониторинг технического состояния сетевых устройств в образовательной организации».

В ходе работы необходимо будет решить следующие задачи:

1. Проанализировать распространённые системы мониторинга инфокоммуникационных сетей и их компоненты.
2. Составить перечень оборудования и развернутых сервисов в образовательной организации, на примере инфокоммуникационной сети кафедры ТиИС.

3. Развернуть систему мониторинга на выделенном оборудовании. Интегрировать систему мониторинга с имеющейся инфраструктурой инфокоммуникационной сети.

Глава 1. Системы мониторинга в инфокоммуникационных сетях

1.1 Понятие системы мониторинга и входящих в неё компонентов

Слово «мониторинг» происходит от латинского monitor, что в переводе означает напоминающий, советующий, предостерегающий, надзирающий. В наши дни под мониторингом [1] понимают процесс наблюдения и регистрации данных (метрик) каким-либо способом через заданные промежутки времени.

В свою очередь система мониторинга представляет собой набор из четырёх компонентов:

1) База данных. База данных должна выполнять функцию хранения собираемых данных.
2) Средство сбора и записи метрик в базу данных.
3) Средство для удобного просмотра полученных данных инженером.
4) Средство, анализирующее приходящие метрики и оперативно уведомляющее ответственных лиц о выявляемых проблемах в работе оборудования, программ.

Базы данных.

Выбор базы данных и системы управления базой данных для хранения метрик, представляет собой отдельную задачу. Для систем мониторинга инфокоммуникационных сетей наиболее распространены реляционные базы данных [1]. Учитывая специфику образовательных организаций наиболее всего подходят распространенные системы управления реляционными базами данных, например, такие как MySQL, PostgreSQL, MariaDB, это связано с большой популярностью языка SQL и большим количеством специалистов, умеющих с ним работать. Использование реляционных баз данных позволит обеспечить простоту поддержки системы мониторинга в будущем,

например, при необходимости развития инфокоммуникационной сети и добавлении новых устройств и увеличения количества получаемых метрик.

Однако, следует отметить, что в последнее время [1, 46] среди систем мониторинга инфокоммуникационных сетей набирают популярность базы данных временных рядов (time series database/TSDB). Это базы данных, специально предназначенные для обработки информации, связанных со временем. Реляционные базы данных представляют собой таблицы, где каждая строка определяет отдельную запись. Такие таблицы и строки можно использовать для хранения абсолютно различной информации. Они эффективны в разных областях. Базы данных временных рядов устроены несколько иначе. В отличии от реляционных баз данных, данные в которых многомерны, в базах данных временных рядов данные агрегируются по времени. С течением времени и возрастанием размеров реляционной базы данных скорость приема и записи данных падает, это связано с тем, что при добавлении или удалении записи в реляционную базу данных, система управления базой данных многократно переиндексирует данные, для быстрого и эффективного доступа к ним. В итоге, при росте объемов хранимых данных производительность таких баз данных снижается. Базы временных рядов не имеют этого недостатка. Тем не менее, этот тип баз данных, являющийся довольно перспективным, но на данный момент всё ещё представляет собой новый продукт на рынке и как следствие недостаточно оттестирован и имеет проблемы со стабильностью.

Ряд популярных систем мониторинга, таких как Cacti, Ganglia, Ground Work monitor или NOC network monitoring application в качестве базы данных для хранения метрик используют циклические базы данных (RRD). Это такой тип баз данных, в которых новые записи вытесняют старые, таким образом база данных сохраняет свой объём и не растет со временем. Наибольшее развитие данный тип получил в пакете программного обеспечения RRDtools. Следует отметить, что данный набор программного обеспечения

является свободно распространяемым по лицензии GNU GPL. Успех данного пакета, был обусловлен и тем, что помимо прочих приложений, в его набор входит приложение, для графического отображения собранных данных. Однако, в последнее время, данный набор вытесняется с рынка базами данных временных рядов, которые так же обладают широкими возможностями контроля, занимаемого ими места, но при этом превосходят циклические базы данных по важным параметрам производительности, например, по количеству записи метрик в секунду.

Отдельно стоит рассмотреть такие расширения как TimescaleDB и PipelineDB для системы управления базой данных PostgreSQL. Эти расширения позволяют использовать PostgreSQL вместе с базами данных временных рядов.

Протокол SNMP

SNMP – сетевой протокол для диагностики, мониторинга и управления устройств и программного обеспечения. Его спецификация описана международными стандартами RFC1155, RFC1212, RFC1213, RFC1157 и RFC3411 [34]. SNMP определён IETF (Internet Engineering Task Force) как компонент сетевой модели передачи данных TCP/IP.

SNMP работает на прикладном уровне стека OSI. Данный протокол предоставляет формат сообщения для обмена данными между агентами (управляемых узлов) и диспетчерами (управляющих узлов). Диспетчер может собирать данные от агента SNMP с помощью запроса get и изменять настройки на агенте с помощью запроса set. Кроме того, агенты SNMP могут пересылать информацию непосредственно в систему управления сетями посредством передачи не запрашиваемых диспетчером уведомлений (SNMP-трапов, traps).

Использование SNMP-трапов обусловлено недостатками периодического опроса диспетчером агента, такими как компромисс между частотой опроса и пропускной способностью канала и снижение задержки времени

между событием и его обнаружением. Чтобы избавиться от этих недостатков, агенты SNMP могут создавать и отправлять SNMP-трапы, сообщая диспетчеру о некоторых события немедленно. Примерами таких событий могут быть, смена состояния канала, попытки аутентификации пользователей, отслеживание mac-адресов и другие.

С описанием версий SNMP можно ознакомиться в таблице 1 «Сравнение версий SNMP»

Таблица 1 Сравнение версий SNMP

Модель протокола	**Аутентификация**	**Шифрование**	**Результат**	**Описывающие документы**
SNMPv1	По имени сообщества	Не поддерживается	Использует проверку имени сообщества для проверки подлинности	RFC1157
SNMPv2c	По имени сообщества	Не поддерживается	Использует проверку имени сообщества для проверки подлинности	RFC1901-1908
SNMPv3	По имени пользователя или посредством MD5/SHA	Возможно (DES/AES)	Использует проверку имени пользователя для проверки уровня доступа или обеспечивает аутентификацию на основе алгоритмов HMAC-MD5/HMAC-SHA	RFC2273-2275 RFC3410-3415

В версиях SNMPv1 и SNMPv2c для контроля доступа используется модель строки сообщества (community string). Строка сообщества представляет собой незашифрованный пароль. Существует два типа строк сообщества

1) Только чтение (RO)

2) Чтение и запись (RW)

В связи с тем, что данные версии предоставляют минимальную безопасность, рекомендуется их использование только в режиме RO [32, 33, 34].

Поскольку сбор метрик является однотипной и постоянной задачей, эффективнее использовать метод сбора через SNMP-трапы, настроив агента, чем с некоторой периодичностью опрашивать агента через диспетчера. Таким образом при использовании SNMP-трапов, достаточно с точки зрения безопасности использовать SNMPv2 в режиме «только чтение» и настроить листы доступа на сетевом оборудовании, ограничив таким образом доступ с других устройств.

Мониторинг операционных систем с помощью агентов

Многие системы мониторинга используют агентов для сбора данных. Агент — это процесс, разворачиваемый в операционных системах для мониторинга локальных ресурсов и приложений. Обычно различают два типа агентов – активный и пассивный.

При пассивном агенте средство сбора данных (диспетчер) отправляет запрос на агента с целью получения данных по заданным настройкам и в ответ получает необходимые метрики. Обычно это происходит с определенной периодичностью. При активном агенте он сначала запрашивает у диспетчера список метрик и периодичность передачи данных, а после сам, не получая запросы от диспетчера отправляет на него собираемые данные.

С преимуществами и недостатками обоих подходов можно ознакомиться в таблице 2 «Преимущества и недостатки агентов разных типов».

Таблица 2 Преимущества и недостатки агентов разных типов

	Активный агент	Пассивный агент
Необходимость настройки	Требуется	Чаще всего не требуется
Нагрузка на канал и диспетчер	Ниже	Выше
Возможность работы за NAT (PAT)	Есть	Нет
Автоматическая регистрация узлов	Есть	Нет

Интерактивная панель

Как правило системы мониторинга имеют собственные решения, для визуализации собранных данных. Однако, отдельно в качестве средства для визуализации и анализа получаемых данных стоит рассмотреть продукт сообщества с открытым исходным кодом – Grafana. Данный продукт имеет возможность получать данные как из всех распространённых баз данных, так и напрямую из множества программных продуктов, собирающих метрики и записывающих их в базы данных. Стоит отметить, что он поддерживает все распространённые системы мониторинга и базы данных. Наличие большого количества документации, удобство интерфейса и визуальной составляющей делает его безусловным лидером на рынке, в качестве альтернативы можно рассматривать встроенные во многие системы мониторинга продукты, но большинство из них не обладают всеми возможностями Grafana. Кроме всего прочего Grafana имеет встроенные возможности для настройки триггеров на события и различные варианты оповещения сотрудниках как уже о случившихся сбоях в работе инфокоммуникационной сети, так и о предполагаемых проблемах в будущем.

1.2 Инфокоммуникационные сети в образовательных организациях

Развитие информационных технологий привело к созданию локальных вычислительных сетей и систем, а интеграция информационных технологий и телекоммуникаций привела к появлению нового термина – «инфокоммуникации».

Сам термин «ифокоммуникации» появился лишь в начале 21 века. Инфокоммуникационные сети и технологии являются относительно новой отраслью экономики, получающей интенсивное развитие в последние годы.

Инфокоммуникационная сеть (Infocommunication Network) – это совокупность территориально рассредоточенных информационных, вычислительных ресурсов, программных комплексов управления, размещаемых в

оконечных системах сети и терминальных системах пользователей, взаимодействие между которыми обеспечивается посредством телекоммуникаций, и которые совместно образуют единую мультисервисную платформу [39].

Инфокоммуникационные сети в образовательной организации представляют собой конвергентные сети, объединяющие в себе множество сетей, раньше являющихся раздельными, например, таких как локально-вычислительная сеть, сеть видео наблюдения, телефония, сигнализация и т.д. Объединение множества сетей в одну, хоть и является более прогрессивным решением, однако создает еще больше требований к бесперебойной работоспособности данной инфокоммуникационной сети. Построение системы мониторинга в инфокоммуникационной сети позволяет решить эту задачу.

В последнее время активно осуществляется процесс информатизации образования. Результатом этого процесса стало появление сетей в образовательных организациях. Одной из особенностей сетевой инфраструктуры образовательной организации является большое количество услуг, которые она должна предоставлять. И в связи с тем, что сеть образовательной организации должна носить характер конвергентной сети, компьютерные сети в образовательных организациях эволюционируют в инфокоммуникационные сети.

Новый этап в развитии инфокоммуникационных сетей в образовательных организациях РФ задала Московская Электронная Школа (МЭШ) [9].

Школьный класс в концепции МЭШ должен стать высокотехнологичным пространством – медиа-центром, мастерской, лабораторией, оснащенной современными устройствами и единым хранилищем информации. Бумажные учебники должны уступить место электронным образовательным ресурсам, доступным детям и их родителям в любое время в режиме on-line.

Для учителя МЭШ – это возможность максимально сократить время на подготовку к уроку за счет общедоступной библиотеки методических ре-

сурсов, включающей в себя иллюстрации, учебные видеофрагменты и другие средства повышения наглядности, а также апробированные и качественные сценарии проведения уроков по всем темам школьной программы, разнообразные контрольные задания и тесты [2].

Для того, чтобы все это было возможно, инженерами было решено множество конкретных задач, важнейшие из которых можно объединить в три группы:

1) Формирование необходимой инфраструктуры.
2) Разработка специального программного обеспечения.
3) Создание условий для наполнения библиотеки цифровых электронных ресурсов качественными методическими материалами.

Для мониторинга построенной инфраструктуры используются сразу два решения: «Cisco Prime Infrastructure» и «Zabbix» [9]. Данные решения позволяют собирать и отслеживать все изменения внутри инфокоммуникационных сетей школ и колледжей города Москвы участвующих в программе. Оперативно реагировать на проблемы и предотвращать их возможное появление.

Среди прочих особенностей построения сетей в образовательных организациях, необходимо отметить, что согласно законодательству, в беспроводных сетях должна производится идентификация пользователей, для предотвращения использования данных сетей в противоправных целях, что регламентируется Федеральным законом № 97-ФЗ от 5 мая 2014 г., Постановлением Правительства РФ № 758 от 31 июля 2014 г., Постановлением Правительства РФ № 801 от 12 августа 2014 г. Согласно этим Постановлениям владельцы точек бесплатного Wi-Fi, а в частности: кафе, рестораны, отели, школы, многофункциональные центры, парки, общественный транспорт и другие места с коллективным доступом в Интернет, обязаны идентифицировать личность пользователей [6, 7].

1.3 Анализ существующих систем мониторинга инфокоммуникационных сетей для использования в образовательной организации

В настоящее время на рынке представлено множество программных решений, для построения систем мониторинга в инфокоммуникационных. Кроме программных решений мониторинга, существуют крупные компании, предоставляющие специальное оборудование для данных целей, однако, данные решения используются в подавляющем большинстве случаев в крупных сетях интернет провайдеров и в решениях, предназначенных для крупного бизнеса [1]. Таким образом, покупка данного оборудования для инфокоммуникационных сетей образовательных организаций, а в частности, для построения системы мониторинга на кафедре ТиИС МПГУ изначально является не целесообразной и выходящей за рамки бюджета.

Рассмотрим самые распространённые программные решения систем мониторинга в инфокоммуникационных сетях образовательных организаций.

Zabbix – одна из самых распространенных универсальных систем мониторинга. Активно развивается с 1998 года, с 2001 года распространяется публично под лицензией GNU GPL, для хранения данных использует MySQL, PostgreSQL, SQLite, Oracle DB, IBM DB2. Имеет веб-интерфейс, написанный на языке программирования PHP. Поддерживает различные виды мониторинга, как с помощью агентов, так и без. В связи с сильной распространённостью обладает крупным сообществом разработчиков и как следствие активно развивается. Используется в образовательной сфере в РФ совместно с Cisco Prime Infrastructure для мониторинга и управления оборудованием Московской Электронной Школы.

InfluxData (стэк TICK) – относительно новый, но хорошо зарекомендовавший себя на рынке набор программного обеспечения, написанного на языке программирования Go. Включает в себя такие программные продукты как:

1) Telegraf – собирает метрики временных рядов.
2) InfluxDB – база данных временных рядов. Возможна кластеризация.
3) Chronograf – программное обеспечение позволяющее визуализировать данные из базы данных временных рядов.
4) Kapacitor – отвечает за обработку полученных данных, контролирует отклонения и оповещает инженеров.

Prometheus – комплект программного обеспечения с открытым исходным кодом построенного вокруг базы данных временных – “Prometheus”.

1) TSDB – “Prometheus”
2) Сервер, собирающий метрики и сохраняющий их в TSDB.
3) PROMDASH – программное обеспечение для визуализации данных.
4) AlertManager – менеджер уведомлений.
5) Pushgateway – компонент сбора метрик с короткоживущих процессов.
6) Экспортеры данных из сторонних приложений, а также набор библиотек для различных языков программирования.

Cisco Prime Infrastructure – система мониторинга и управления проводными и беспроводными инфокоммуникационными сетями. Разрабатывается и поддерживается компанией Cisco. Данное программное обеспечение позволяет выполнять мониторинг, резервное копирование и восстановление конфигураций, собирать базовую статистику с оборудования, данных инвентаризации, настраивать оборудование, выполнять контроль работы приложений, выполнять автоматическую установку оборудования без использования консольного доступа, составлять отчеты о сбоях и оперативно оповещать сетевых администраторов сети. Сбор данных с оборудования осуществляется посредством протоколов SNMP и Syslog. Так же отличительной особенностью является наличие приложения для мобильных

устройств, в то время как большинство систем мониторинга используют только веб-интерфейс и доступ через консоль. В образовательной сфере в РФ активно используется при мониторинге Московской Электронной Школы [9]. Одним из основных минусов данной системы мониторинга является стоимость и закрытость исходного кода.

IBM Trivoli Monitoring – Решение от компании IBM с закрытым исходным кодом. Состоит из следующих компонентов:

1) Trivoli Enterprise Monitoring Server (TEMS) – сервер мониторинга, собирает данные с оборудования и записывает их в базу данных.
2) База данных – место хранения накопленных метрик. IBM Trivoli Monitoring допускает использование – DB2, MySQL, Oracle, Derby.
3) Tivoli Enterprise Portal Server (TEPS) – сервер предоставляющий визуальный доступ к собираемым данным.
4) Tivoli Enterprise Management Agent (TEMA) – управляемые системы (агенты), отвечают за накопление метрик с оконечного оборудования и пересылку полученных данных на TEMS. Можно разделить на два подвида: Агенты операционной системы и Агенты приложений.

Сильными сторонами данной системы являются надежность и стабильность работы, возможности масштабирования и поддержки. Слабой – стоимость и закрытость исходного кода, отсутствие поддержки TSDB.

Cacti – открытое программное обеспечение. В основе лежит кольцевая база данных (RRD) основанная на MySQL. В основе визуальной части лежит набор утилит RRDtool. Сбор данных осуществляется по протоколу SNMP. Используется как легковесное решение для маленьких конвергентных сетей, плохо поддается масштабированию не имеет агентов.

Nagios – программное обеспечение с открытым исходным кодом, позволяет наблюдать распространённые сетевые службы, состояние хостов, имеет возможность удаленного мониторинга по средством SSH и SSL. Ис-

пользует агенты(плагины) для сбора данных. Имеет встроенный графический интерфейс. Основным недостатком Nagios является сложность настройки и дальнейшей поддержки – отсутствие web-интерфейса (в бесплатной версии) и большое количество конфигурационных файлов, связь между которыми происходит напрямую, что не позволяет оперативно и просто обнаруживать ошибки при настройке и создает дополнительные трудности в последующей поддержке и при масштабируемости.

Munin – система мониторинга с открытым исходным кодом. Написан на языке программирования Perl, использует библиотеку RRDtools для хранения и отображения собранных данных. Активно развивался с 2003 по 2005 годы, на данный момент поддержка и развитие ограничены. Имеет поддержку пользовательских плагинов. Можно выделить несколько компонентов:

1) Munin-Master – отвечает за сбор данных, запись их в базу.
2) Munin-Node – агент мониторинга, устанавливается на отслеживаемом узле. Имеется возможность использовать агента, написанного на языке программирования Perl так и созданного сообществом на языке программирования C.
3) Munin-Plugin – исполняемый файл, собирающий набор данных с отслеживаемого узла.
4) RRD – база данных для хранения собранных данных.

Icinga 2 – является ответвлением Nagios, унаследовавший основной недостаток системы мониторинга Nagios: сложная изначальная настройка даже самой простой распределенной схемы.

OpenNMS – программная платформа для мониторинга, построенная на событийно-ориентированной архитектуре, не имеет агентов, поддерживает работу с популярной информационной панелью Grafana. Имеет встроенные модули формирования отчетности, поддерживает Linux, Windows, Solaris и OSX. Имеет как собственную настраиваемую информационную панель администратора, так и поддержку такого открытого программного

обеспечения как Grafana. Одним из недостатков является слабая документация и малая распространённость на территории РФ. Слабая популярность данной системы мониторинга среди малого бизнеса вызвана высокой ценой поддержки и «заточенностью» под сети крупных размеров.

На основе проведенного анализа было принято решение для построения системы мониторинга в инфокоммуникационной сети кафедры технологических и информационных систем использовать следующий набор:

В качестве сборщика метрик использовать Zabbix 4.4, с последующим обновлением до Zabbix 5.0, при этом использовать следующие компоненты: заменить веб сервер, используемый по умолчанию (Apache2) на Nginx.
А в качестве базы данных использовать PostgreSQL с расширением TimescaleDB.

Глава 2. Внедрение системы мониторинга в инфокоммуникационную сеть образовательной организации.

2.1 Инфокоммуникационная сеть кафедры ТиИС МПГУ.

Инфокоммуникационная сеть кафедры технологических и информационных систем Московского педагогического государственного университета была создана больше десяти лет назад. Для построения системы мониторинга необходимо изучить оборудование и сервисы, использующиеся в данной инфокоммуникационной сети.

Список оборудования, находящегося в серверной стойке кафедры ТиИС МПГУ можно увидеть в таблице 3 «Оборудование и сервисы инфокоммуникационной сети кафедры ТиИС»

Таблица 3 Оборудование и сервисы в инфокоммуникационной сети кафедры ТиИС

Оборудование	**Сервис**	**Описание**
Сервер Kraftway Express 4EM15	Active Directory	Active Directory («Активный каталог», AD) – решение предоставленное компанией Microsoft объединяющее различные объекты сети в единую систему. AD хранит сведения о пользователях сети кафедры ТиИС, об устройствах введенных в домен, групповых политиках и многое другое (С полным списком возможностей AD, можно ознакомиться на сайте https://docs.microsoft.com/ru-ru/windows-server/identity/ad-ds/active-directory-domain-services).
	Web-server	Обслуживание адресов ftip.ru и elearning.ftip.ru
	Маршрутизатор	В качестве маршрутизатора используется дистрибутив, основанный на FreeBSD – pfSence
	Wi-Fi controller	Контроллер беспроводной сети производит автоматический поиск, централизованную настройку WiFi точек доступа и обновление программного обеспечения подключенных точек доступа.
Сервер Kraftway Express Lite L13	File Server	Данный сервер предназначен для хранения файлов студентов, преподавателей и других сотрудников.
Сервер Kraftway Express Lite L13	FreeNAS	FreeNAS – операционная система на основе FreeBSD. Выполняет роль сетевого хранилища.

Оборудование	Сервис	Описание
Kraftway Express ISP ES15	Hyper-V 1 и 2	Данные сервера служат для развертывания учебных виртуальных машин с помощью программного обеспечения Hyper-V.
	Active Directory 1 и 2	Active Directory («Активный каталог», AD) – решение предоставленное компанией Microsoft объединяющее различные объекты сети в единую систему. AD хранит сведения о пользователях сети кафедры ТиИС, об устройствах введенных в домен, групповых политиках и многое другое (С полным списком возможностей AD, можно ознакомиться на сайте https://docs.microsoft.com/ru-ru/windows-server/identity/ad-ds/active-directory-domain-services).
	Terminal Server	Сервис предоставляющий удаленный доступ к рабочему столу.
Коммутатор Cisco Catalyst 2960G		Сетевое устройство, работающее на втором уровне модели OSI и осуществляющее коммутацию кадров Ethernet на основе MAC-адресов.

Кроме того, в сети кафедры расположены следующие устройства:

1) Сетевой принтер Epson AcuLaser C4000
2) 3 точки доступа UniFi AP служащие для подключения к инфокоммуникационной сети кафедры беспроводных устройств.
3) Коммутатор Cisco 2960, размещенный в 28 аудитории.

Данная сеть разделена на три виртуальные локальные сети для увеличения производительности, улучшения безопасности и сокращения количества устройств в домене широковещательной рассылки.

Стоит отметить, что в серверах в инфокоммуникационной сети кафедры активно используется виртуализация, а на виртуальных машинах располагаются различные операционные системы (Windows, Linux, FreeBSD), что потребует создания и редактирования различных шаблонов, как минимум для каждой из операционных систем.

Топологию инфокоммуникационной сети кафедры ТиИС можно увидеть на рисунке 1.

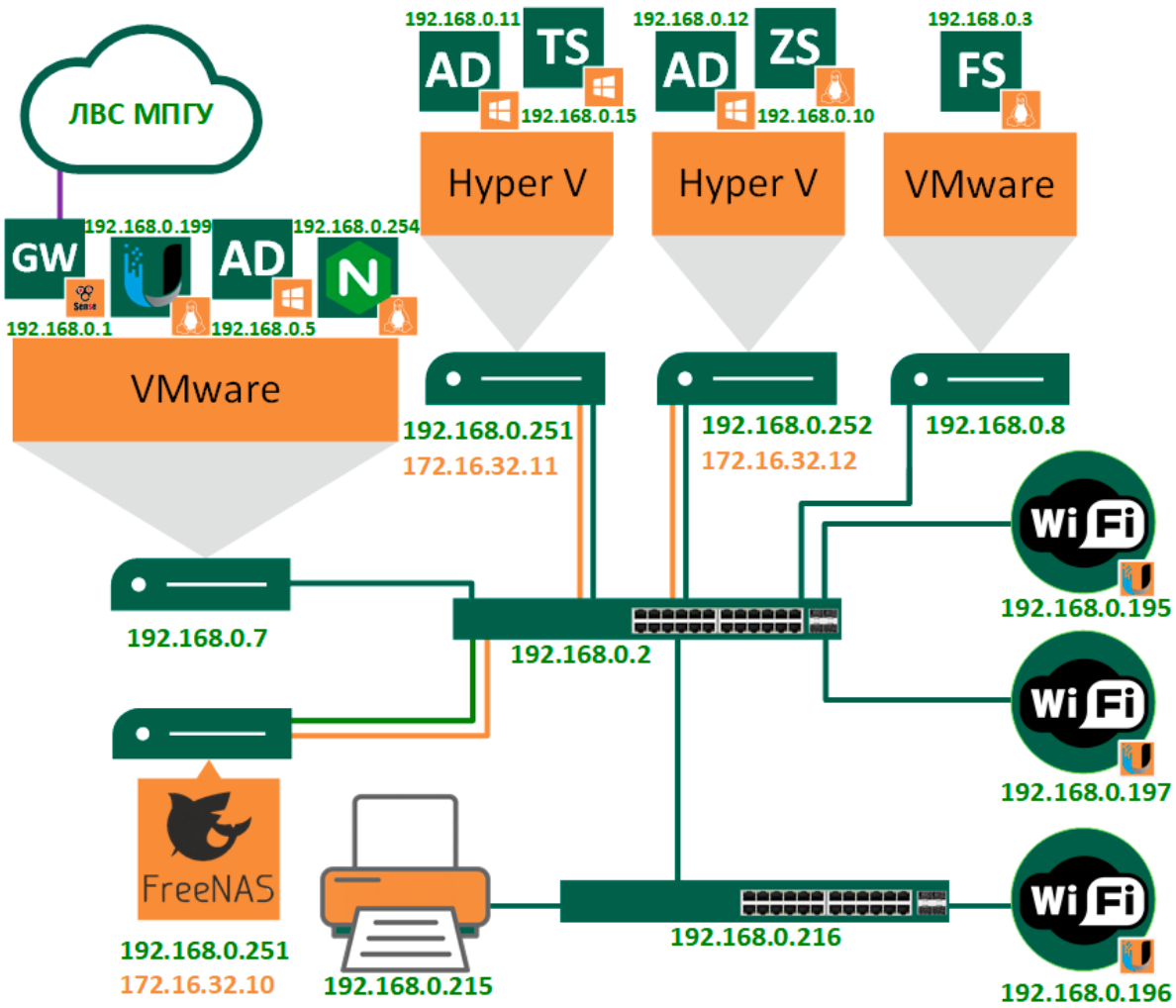


Рисунок 1. Схема сети и сервисов инфокоммуникационной сети кафедры ТиИС

После исследования имеющейся инфокоммуникационной сети была составлена таблица 4 «Сервисы и оборудование к мониторингу» в которой были выделены основные метрики и технологии мониторинга имеющегося оборудования и виртуальных машин.

Таблица 4 Сервисы и оборудование к мониторингу

Оборудование или сервис	**Способ мониторинга**	**Внутренний ip-адрес**	**Необходим сбор данных.**
Коммутаторы cisco 2960	SNMPv2	192.168.0.2 192.168.0.216	Сетевые интерфейсы, состояние коммутатора и ОС
VMware	ICMP ping	192.168.0.7 192.168.0.8	Доступность
Hyper-V	Agent (Windows)	192.168.0.251 192.168.0.252	Состояние ОС, доступность

Оборудование или сервис	Способ мониторинга	Внутренний ip-адрес	Необходим сбор данных.
Gateway	Agent (FreeBSD)	192.168.0.1	Состояние ОС, особое внимание к сетевым интерфейсам
DC сервера	Agent (Windows)	192.168.0.5 192.168.0.11 192.168.0.12	Состояние ОС, доступность
File Server	Agent (Linux)	192.168.0.3	Состояние ОС, особое внимание к заполненности и состоянию дисков
Web Server	Agent (Linux)	192.168.0.254	Состояние ОС, Nginx
Wi-Fi controller	ICMP	192.168.0.199	Доступность
AP UniFi (3шт)	ICMP	192.168.0.195 192.168.0.196 192.168.0.197	Доступность
Terminal Server	Agent (Windows)	192.168.0.15	Состояние ОС, доступность
FreeNAS	ICMP	192.168.0.251	Доступность
Printer	SNMPv1	192.168.0.215	Epson AcuLaser C4000, состояние картриджа.

2.2 Процесс разворачивания системы мониторинга Zabbix.

В качестве операционной системы для системы мониторинга был выбран дистрибутив Ubuntu 18.04 LTS «Bionic Beaver». Выбор данной версии, а не последней, на момент установки (Ubuntu 19.10 «Eoan Ermine») обусловливается длительностью поддержки 5 лет у версии LTS против 9 месяцев у «Eoan Ermine». После выхода Ubuntu 20.04 LTS был осуществлен переход на новую версию.

При разбиении разделов следует учитывать возможность расширения инфокоммуникационной сети, как следствие увеличения количества метрик, предполагаемых к сбору, что приведет к необходимости увеличения

выделяемого пространства под базу данных на диске. Самым простым способом является изначально использовать менеджер логических томов (LVM).

В качестве используемой базы данных для хранения метрик, была выбрана СУБД PostgreSQL с расширением TimescaleDB. Данное сочетание надежности PostgreSQL с высокой скоростью работы баз данных временных рядов, кроме прочего упростит настройку и последующую поддержку, что является не маловажным фактором в условиях работы инфокоммуникационной сети КТиИС.

Вследствие этого в качестве устанавливаемого дистрибутива Zabbix была выбрана версия 4.4. Выбор версии без длительной поддержки (не LTS) был обусловлен тем, что версия 4.4 в отличии от версии 4.0 LTS официально поддерживает расширение TimescaleDB для базы данных PostgreSQL.

Zabbix это целый набор программного обеспечения, одной из составляющих которого является – веб-интерфейс. Для его работы по умолчанию прилагается веб-сервер Apache с преднастроенными конфигурационными файлами, однако начиная с версии 4.4 предоставляется официальная возможность выбора между Nginx и Apache. При имеющейся нагрузке на данный веб-сервер нет принципиального значения какой из веб-серверов выбрать. Однако одной из основных причин более высокой производительности Nginx по сравнению с Apache – это один рабочий процесс на процессор/ядро, каждый из его процессов, может обрабатывать сотни тысяч входящих сетевых подключений. В отличии от Apache ему нет необходимости создавать отдельные потоки или процессы для каждого соединения. Это одна из причин, по которой крупные IT-компании испытывающие большие нагрузки на сервера, например, такие как Facebook, Netflix или Instagram делают выбор в сторону Nginx.

Стоит подчеркнуть наличие ошибок в официальной документации для установки Zabbix 4.4 в связке с Nginx и PostgreSQL. В связи с этим в приложении 2 можно ознакомиться с подробным описанием установки.

Согласно данным, приводимым официальной сетевой академией Cisco, сбор метрик с оборудования производства данной компании, в частности с коммутаторов, расположенных в сети кафедры, рекомендуется посредством SNMP-агента, входящего в комплект операционной системы управляющей коммутатором. Команды для настройки SNMP-агента на коммутаторе Cisco приведены в приложении 1. Согласно документации Zabbix – предполагается использование стороннего приложения для отлова и передачи в Zabbix приходящих SNMP-трапов. В качестве таких приложений были использованы snmptrapd в связке с snmptt. При настройке snmptt нужно учитывать предполагаемых источников SNMP уведомлений и установить необходимые MIB-файлы для расшифровки OID входящих уведомлений. Необходимые данные, можно взять на сайтах производителей оборудования или обратившись техподдержку. В нашем случае были использованы MIB файлы раскодирующие сообщения коммутаторов производства Cisco.

Таким образом была установлена комбинация:

1) База данных временных рядов на базе плагина TimescaleDB для PostgreSQL.
2) В качестве диспетчера, собирающего данные и записывающего их в базу данных, а также оповещающего инженеров при возникающих проблемах используется Zabbix 4.4.
3) В качестве интерактивной панели, предоставляющей визуальный доступ к полученным данным и визуальные средства настройки сборщика – Zabbix 4.4 с веб сервером Nginx.
4) В качестве получателя и транслятора SNMP traps использованы snmptrapd и snmptt.

Удаленный доступ к панели управления сервера системы мониторинга Zabbix по адресу https://zbx.ftip.ru/

2.3 Интеграция Zabbix с инфокоммуникационной сетью кафедры ТиИС МПГУ.

Веб мониторинг.

В инфокоммуникационной сети кафедры ТиИС размещено 3 веб сайта:

1) https://ftip.ru/ – сайт факультета технологии и предпринимательства.
2) https://elearning.ftip.ru/ – портал электронного обучения кафедры технологических и информационных систем ИФТИС МПГУ.
3) https://zbx.ftip.ru/ – панель управления Zabbix.

Одной из задач системы мониторинга является проверка и уведомление инженеров в случае нарушения доступа к данным электронным ресурсам. Для решения этой задачи была создана отдельная группа узлов и в нее были добавлены необходимые узлы – подлежащие мониторингу веб-сайты. Zabbix предполагает два варианта дальнейших действий. Настройка каждого узла отдельно или создание шаблона и последующее прикрепление универсального шаблона к узлам сети. Было принято решение использовать второй способ, поскольку это упростит дальнейшую поддержку в случае масштабирования сети и увеличения количества веб-сайтов для мониторинга. Мной был разработан и настроен универсальный шаблон. Были настроены веб сценарии для проверки доступа к сайтам, созданы графики и написаны триггеры:

Первый триггер реагирует на отсутствие ответа от веб-сервера по заданному адресу с кодом состояния http – 200.

Триггер срабатывает, когда 2 проверки из последних 3 завершились неудачно. Возникшая проблема считается решенной при получении 2 последовательных положительных значений.

Второй триггер реагирует на длительное время отклика веб-сайта.
С написанным кодом триггеров можно ознакомиться на рисунке 2.

```
Проблема: {Web-Monitoring:web.test.fail[{$NAME}].avg(#3)}>=1
Восстановление: {Web-Monitoring:web.test.fail[{$NAME}].avg(#3)}=0

Проблема: {Web-Monitoring:web.test.time[{$NAME},index page,resp].avg(#3)}>{$TIME}
Восстановление: {Web-Monitoring:web.test.time[{$NAME},index page,resp].avg(#3)}<={$TIME}
```

Рисунок 2. Исходный код триггеров

В переменной {$TIME} хранится время отклика, при превышении которого срабатывает триггер, уведомляющий инженеров о возникновении проблемы. При этом сравнение ведется со среднее значение из трех последних.

SNMP traps.

После настройки сервера для отлова и раскодировки SNMP-трапов (SNMP traps) от агентов, было необходимо настроить Zabbix.

Во-первых, было необходимо в конфигурационном файле zabbix_server.conf включить обработку SNMP-трапов и указать путь до них.

Во-вторых, был откорректирован формат времени и даты в стандартном шаблоне Zabbix — Template Net Cisco IOS SNMPv2.

В-третьих, в настройках Zabbix было указано «Журналировать не совпадающие SNMP трапы», для отлова SNMP-трапа от неизвестного устройства или неизвестного интерфейса известного устройства.

Следующим пунктом интеграции является настройка необходимых для инженера, обслуживающего конкретную инфокоммуникационную сеть, графиков и триггеров.

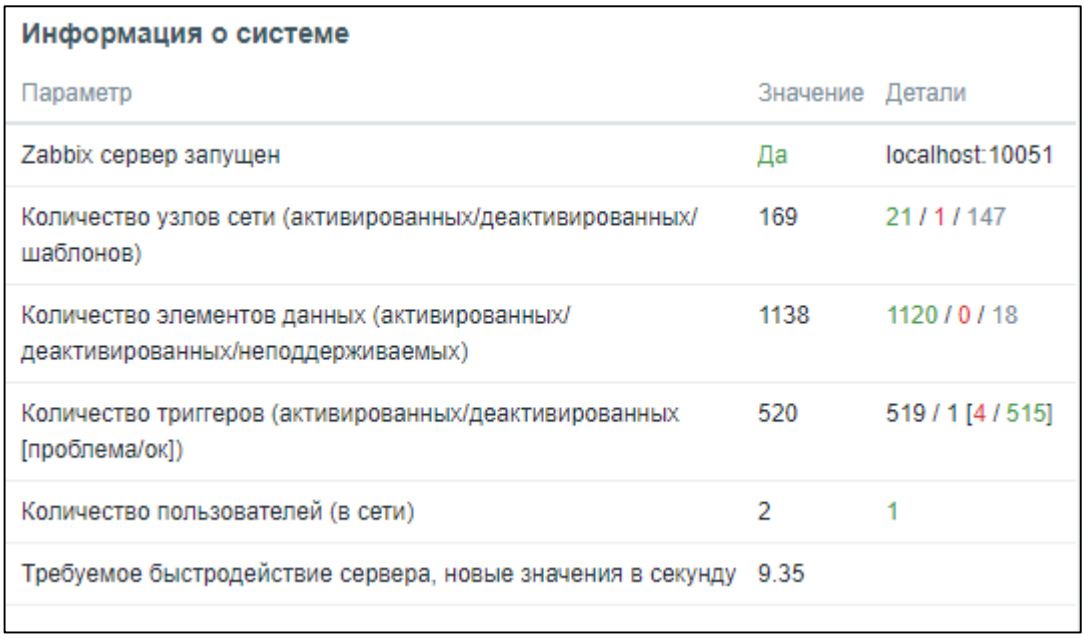
Настройка мониторинга виртуальных машин.

В сети кафедры ТиИС используются виртуальные машины с различными операционными системами (Windows, FreeBSD, Linux и т.д.). Для мониторинга большинства из данных виртуальных машин были использованы агенты Zabbix, предварительно размещенные в операционных системах, собирая данные они передают их на Zabbix сервер.

Настройка необходимых к сбору данных выполняется в шаблонах на Zabbix сервере. Создание шаблона для каждой конкретной операционной системы является высоко затратной по времени задачей, требующей большого количества времени. Для решения этой проблемы и создания возможности быстрого разворачивания системы мониторинга в состав Zabbix были включены стандартные шаблоны для различных операционных систем. Так же одним из преимуществ Zabbix является наличие большого сообщества и большой базы шаблонов, созданных его членами.

Однако, стоит отметить, что стандартные шаблоны порой являются избыточными и не оптимизированными по многим параметрам. Например, в стандартном шаблоне для операционной системы Windows параметр элемента данных vm.memory.size[total] отвечающий за объем установленного на сервере ОЗУ имеет период обновления 1 минуту. Таким образом Zabbix агент каждую минуту проверяет и отсылает на сервер данные о количестве установленного ОЗУ на ЭВМ находящейся на мониторинге, а Zabbix-server в свою очередь, тратит свои ресурсы на запись этих данных в базу и их хранение. В большинстве случаев не имеет смысла собирать многие метрики с настолько большой регулярностью. По этой причине, для экономии места занимаемым базой данных и вычислительных мощностей сервера, было принято решение на основании стандартных шаблонов, создать свои и отредактировать их.

В результате анализа и перенастройки интервалов в шаблонах, предлагаемых Zabbix по умолчанию, получилось сократить, такой показатель Zabbix-сервера как «Требуемое быстродействие сервера, новые значения в секунду» с 14,67 до 9,35.



Информация о системе

Параметр	Значение	Детали
Zabbix сервер запущен	Да	localhost:10051
Количество узлов сети (активированных/деактивированных/ шаблонов)	169	21 / 1 / 147
Количество элементов данных (активированных/ деактивированных/неподдерживаемых)	1138	1120 / 0 / 18
Количество триггеров (активированных/деактивированных [проблема/ок])	520	519 / 1 [4 / 515]
Количество пользователей (в сети)	2	1
Требуемое быстродействие сервера, новые значения в секунду	9.35	

Рисунок 3. Информация о Zabbix-сервере

Построение системы оповещений.

Для уведомления инженеров планировалось использовать два способа доставки информации. Извещение на почту и средствами мессенджера Telegram.

Уведомление на электронную почту в Zabbix было настроено встроенными средствами согласно документации. А вот реализация уведомлений в Telegram было реализовано с помощью скрипта. Стоит отметить, что реализация уведомлений в Telegram возможна без использования отдельных скриптов, используя встроенные возможности Zabbix. Однако в данном решении не реализована отправка графиков вместе с сообщением об ошибке. Поэтому было принято решение использовать рекомендованный сообществом Zabbix скрипт.

Для реализации данного решения, в мессенджере Telegram был создан бот и получен токен для доступа к http api telegram.

Для обеспечения большей безопасности, в Zabbix был создан пользователь, обладающий правами только на чтение информации.

В имеющийся скрипт была добавлена информация для доступа к Telegram и Zabbix, после чего он был размещен на сервере и адрес его расположения был указан в конфигурационном файле zabbix_server.conf.

Далее был создан групповой чат для получения уведомлений и его chat_id был указан в поле получатель сообщений в Zabbix.

Последним пунктом настройки были отредактированы операции действий при создании проблем, в сообщение по умолчанию было добавлено:

Item Graphic: [{ITEM.ID1}] – для передачи графика. И в выражение по восстановлению был добавлен параметр Total time: {EVENT.AGE} – сообщающий время, прошедшее с появления проблемы до её решения.

Пример результата работы можно увидеть на рисунке 4

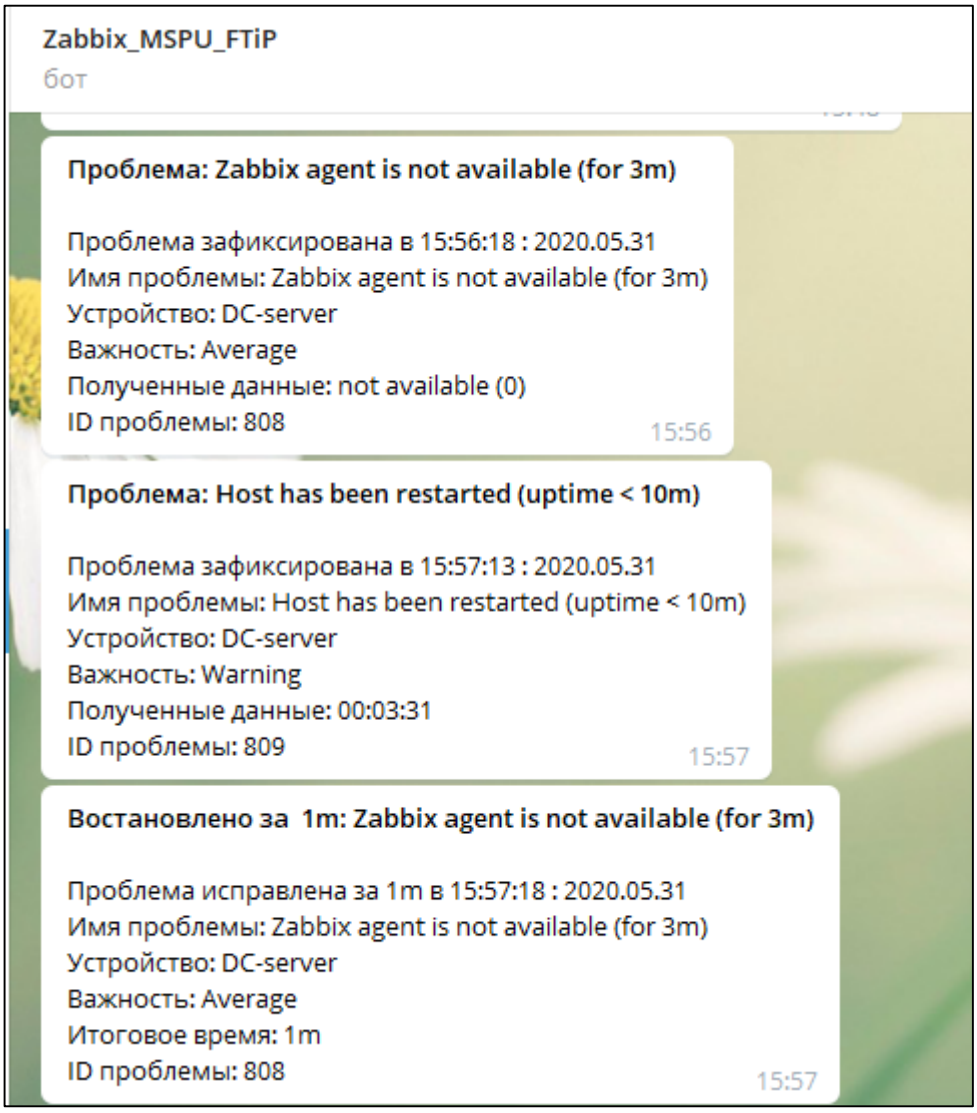


Рисунок 4. Пример оповещений в мессенджере Telegram.

Настроено отправление уведомлений об ошибках на электронную почту с электронного адреса zabbix@ftip.ru. Пример уведомления на почту можно увидеть на рисунке 5.

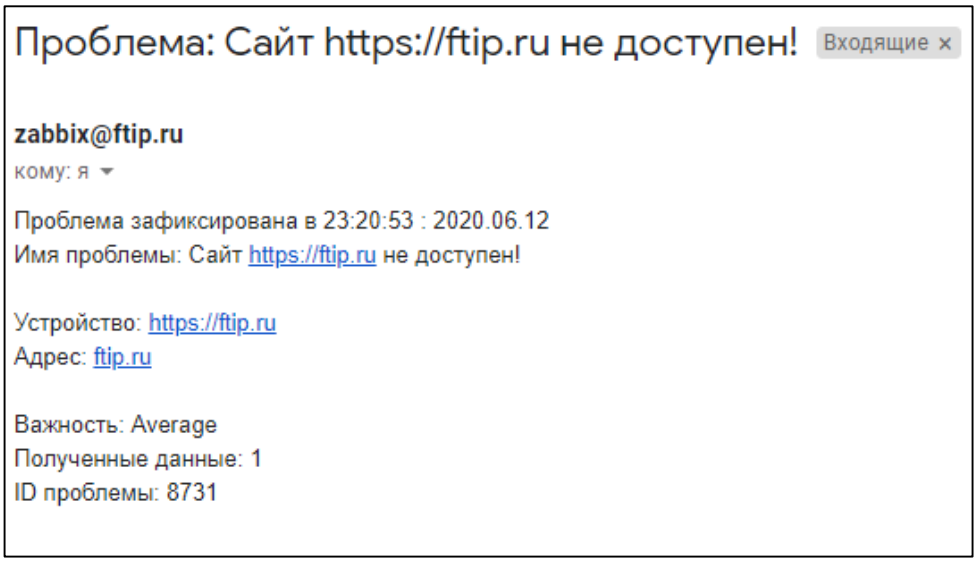


Рисунок 5. Пример уведомлений на электронную почту.

Построение интерактивных карт сети.

Веб интерфейс Zabbix предоставляет возможность настроить интерактивные карты сети, которые удобно использовать, для комплексной оценки ситуации при возникновении множества проблем.

Для этой цели мной была построена карта мониторинга, пример её работы можно увидеть на рисунке 6. Для определения уровня проблемы используется цветовая градация от синего, означающего предупреждение, до багрового, означающего критическую проблему.

Для интерактивного вывода названий узлов сети были использованы переменные {HOST.NAME} – в которой хранится имя узла и {HOST.CONN} – в которой хранится адрес узла.

Также на сервер Zabbix были добавлены недостающие иконки и связаны с имеющимися узлами сети.

Как видно на рисунке 6 в момент создания данного снимка карты сети, в инфокоммуникационной сети кафедры ТиИС была зафиксирована проблема с приоритетом «Важная», заключающаяся в недоступности файл-сервера.

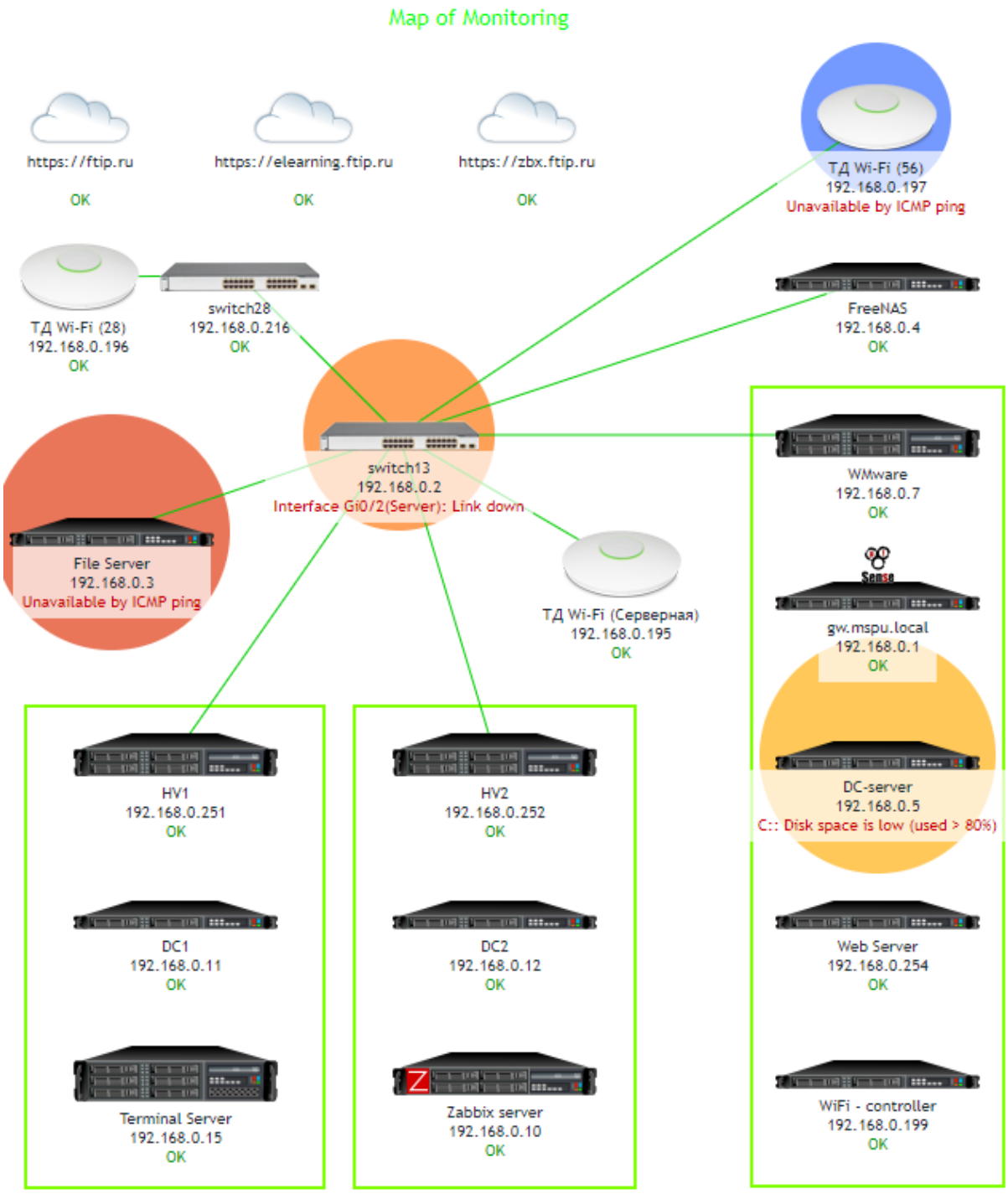


Рисунок 6. Пример построенной карты сети с интерактивным отображением проблем

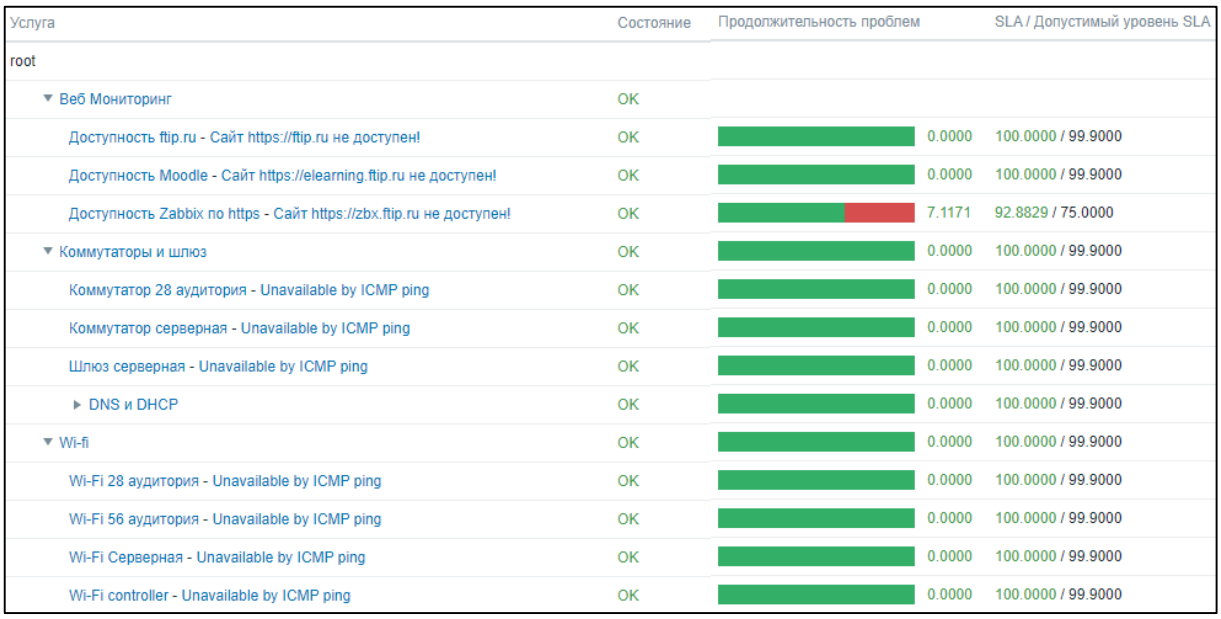
Услуги

Услугами в системах мониторинга, таких как Zabbix, пользуются те, кому необходимо получить данные более высокого уровня. В ряде случаев пользователи системы мониторинга не заинтересованы в низкоуровневых процессах, таких как, например, загрузка канала до сервера. Их интересует именно доступность того или иного сервиса, предоставляемого инженерами

инфокоммуникационной сети, например, веб портала или доступность сети wi-fi. Услуги в Zabbix дают возможность получить данную информацию.

В инфокоммуникационной сети кафедры ТиИС были настроены услуги, считающие уровень соглашения об уровне предоставления услуги (SLA). При настройке расчета SLA в инфокоммуникационной сети кафедры ТиИС, необходимо было учесть, то что нас не интересует доступность сетей Wi-Fi в не рабочее время организации, но при этом возможность доступа до веб-порталов должна осуществляться круглосуточно. Так же необходимо было учесть, что, например, для работоспособности всей инфокоммуникационной сети, достаточно работоспособности хотя бы одного сервера контроллера домена из существующих трех.

Результат отображения настроенных услуг можно увидеть на рисунке 7.



Услуга	Состояние	Продолжительность проблем	SLA / Допустимый уровень SLA
root			
▼ Веб Мониторинг	OK		
Доступность ftip.ru - Сайт https://ftip.ru не доступен!	OK	0.0000	100.0000 / 99.9000
Доступность Moodle - Сайт https://elearning.ftip.ru не доступен!	OK	0.0000	100.0000 / 99.9000
Доступность Zabbix по https - Сайт https://zbx.ftip.ru не доступен!	OK	7.1171	92.8829 / 75.0000
▼ Коммутаторы и шлюз	OK	0.0000	100.0000 / 99.9000
Коммутатор 28 аудитория - Unavailable by ICMP ping	OK	0.0000	100.0000 / 99.9000
Коммутатор серверная - Unavailable by ICMP ping	OK	0.0000	100.0000 / 99.9000
Шлюз серверная - Unavailable by ICMP ping	OK	0.0000	100.0000 / 99.9000
▶ DNS и DHCP	OK	0.0000	100.0000 / 99.9000
▼ Wi-fi	OK	0.0000	100.0000 / 99.9000
Wi-Fi 28 аудитория - Unavailable by ICMP ping	OK	0.0000	100.0000 / 99.9000
Wi-Fi 56 аудитория - Unavailable by ICMP ping	OK	0.0000	100.0000 / 99.9000
Wi-Fi Серверная - Unavailable by ICMP ping	OK	0.0000	100.0000 / 99.9000
Wi-Fi controller - Unavailable by ICMP ping	OK	0.0000	100.0000 / 99.9000

Рисунок 7. Услуги в инфокоммуникационной сети КТиИС

Обновление Zabbix 4.4 до Zabbix 5.0 LTS

В связи с выходом Zabbix версии 5.0 с длительным периодом поддержки, а также с возможностью автоматического сжатия данных была поставлена задача обновления программного обеспечения и перехода на новую версию. Однако стоит отметить, что поддержка сжатия данных в СУБД

PostgreSQL и возможность использования расширенного диапазона числовых значений возможна с СУБД PostgreSQL только начиная с 12 версии, в то время, как с Zabbix 4.4 было рекомендовано использовать PostgreSQL 10 версии, кроме того, на момент установки, 12 версия не имела официальной поддержки TimescaleDB. Вследствие этого возникла необходимость в обновлении PostgreSQL и TimescaleDB до последних версий.

Для этого была установлена и развернута PostgreSQL версии 12 с плагином TimescaleDB и настроен файл конфигурации, на работу с Zabbix и для соответствия конфигурации имеющейся PostgreSQL 10. В имеющейся СУБД PostgreSQL 10, был обновлен плагин TimescaleDB до последней актуальной версии 1.7.0. Таким образом были приведены в соответствие имеющийся и подготавливаемый кластер СУБД Postgres. После чего база данных была скопирована в новый кластер, а изначальный кластер был удален вместе с пакетами PostgreSQL 10.

Последним шагом было использование исправления БД, предлагаемого в документации к Zabbix 5.0 [54]:

```
ALTER TABLE ONLY trends
        ALTER COLUMN value_min TYPE DOUBLE PRECISION,
        ALTER COLUMN value_min SET DEFAULT '0.0000',
        ALTER COLUMN value_avg TYPE DOUBLE PRECISION,
        ALTER COLUMN value_avg SET DEFAULT '0.0000',
        ALTER COLUMN value_max TYPE DOUBLE PRECISION,
        ALTER COLUMN value_max SET DEFAULT '0.0000';
ALTER TABLE ONLY history
        ALTER COLUMN value TYPE DOUBLE PRECISION,
        ALTER COLUMN value SET DEFAULT '0.0000';
```

Однако, стоит отметить, недопустимость данного исправления в конфигурации СУБД PostgreSQL 12 с плагином TimescaleDB. Для корректной работы исправление было отредактировано:

```
ALTER TABLE trends
        ALTER COLUMN value_min TYPE DOUBLE PRECISION,
        ALTER COLUMN value_min SET DEFAULT '0.0000',
        ALTER COLUMN value_avg TYPE DOUBLE PRECISION,
        ALTER COLUMN value_avg SET DEFAULT '0.0000',
        ALTER COLUMN value_max TYPE DOUBLE PRECISION,
        ALTER COLUMN value_max SET DEFAULT '0.0000';
ALTER TABLE history
        ALTER COLUMN value TYPE DOUBLE PRECISION,
        ALTER COLUMN value SET DEFAULT '0.0000';
```

Таким образом база данных и Zabbix сервер был успешно обновлен до новой версии и как следствие была включена возможность архивации старых метрик с целью экономии пространства, потребляемого для хранения данных. Подробно о процессе обновления можно прочитать в приложении 3.

Заключение

В ходе обучения в университете я изучал сетевые технологии в сетевой академии Cisco и системное администрирование в процессе обучения мной были выявлены недостатки и сбои в работе инфокоммуникационной сети кафедры ТиИС. Мы решили, что способствовать решению этой проблемы может помочь разворачивание системы мониторинга в инфокоммуникационной сети кафедры.

Мы выбрали тему ВКР, поскольку развитие инфокоммуникационных сетей, требует быстрого предупреждающего ответа на возникающие в данных сетях проблемы. Системы мониторинга, развернутые в инфокоммуникационных сетях, способствуют решению данной задачи.

В ходе дипломного исследования нам необходимо было решить следующие задачи:

1. Проанализировать распространённые системы мониторинга инфокоммуникационных сетей и их компоненты.
2. Составить перечень оборудования и развернутых сервисов в образовательной организации, на примере инфокоммуникационной сети кафедры ТиИС.
3. Развернуть систему мониторинга на выделенном оборудовании. Интегрировать систему мониторинга с имеющейся инфраструктурой инфокоммуникационной сети.

В ходе моей работы были проанализированы наиболее популярные системы мониторинга. Были выявлены их достоинства и недостатки. Так же была исследована сеть кафедры технологических и информационных систем ИФТИС МПГУ и в данной сети была развернута система мониторинга Zabbix 5.0 LTS с базой данных временных рядов Timescale 1.7.0 под управлением PostgreSQL 12.

Список литературы

1. Актуальность современных систем удаленного мониторинга вычислительных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-sovremennyh-sistem-udalennogo-monitoringa-vychislitelnyh-resursov/viewer. – Актуальность современных систем удаленного мониторинга вычислительных ресурсов. – (Дата обращения: 16.04.2020)

2. Воробиенко, П.П. Инфокоммуникации: термины и определения [Текст] / П.П. Воробиенко, Л.А. Никитюк // Научный журнал «Восточно-Европейский журнал передовых технологий» //. - Харьков: Технологический центр, 2011. - №6/2 (54), с. 4-6.
3. Новая парадигма промышленного развития Германии. Стратегия «Индустрия 4.0» URL: https://cyberleninka.ru/article/n/novaya-paradigma-promyshlennogo-razvitiya-germanii-strategiya-industriya-4-0/viewer (Дата обращения: 16.09.2019)
4. Обзор доменных служб Active Directory | Microsoft Docs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.microsoft.com/ru-ru/windows-server/identity/ad-ds/get-started/virtual-dc/active-directory-domain-services-overview. – Обзор доменных служб Active Directory. –(Дата обращения: 23.12.2019)
5. Полное руководство по Prometheus в 2019 году | Блог компании Southbridge [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://habr.com/ru/company/southbridge/blog/455290/. - Полное руководство по Prometheus в 2019 году. - (Дата обращения: 20.04.2020)
6. Постановление Правительства РФ от 12 августа 2014 г. N 801 "О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации" | Гарант [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://base.garant.ru/70719564/. – Постановление Правительства РФ от 12 августа 2014 г. N 801 "О внесении изменений в некоторые акты

Правительства Российской Федерации". – (Дата обращения:14.03.2020)

7. Постановление Правительства РФ от 31 июля 2014 г. N 758 "О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона "О внесении изменений в Федеральный закон "Об информации, информационных технологиях и о защите информации" | Гарант [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://base.garant.ru/70710076/. – Постановление Правительства РФ от 31 июля 2014 г. N 758 "О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона "О внесении изменений в Федеральный закон "Об информации, информационных технологиях и о защите информации" и отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам упорядочения обмена информацией с использованием информационно-телекоммуникационных сетей". – (Дата обращения: 13.03.2020)
8. Руководство по внедрению IBM Tivoli Monitoring 6.1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/tivoli_monitoring/ch1/ch1.html. – Руководство по внедрению IBM Tivoli Monitoring 6.1. – (Дата обращения: 01.04.2020)
9. Тищенко К.К. Опыт развертывания инфраструктуры МЭШ в школах города Москвы / К.К. Тищенко//Тищенко К.К. Интеграция науки, технологии и образования: ИНТО-2019 Материалы межрегиональной конференции (с международным участием) молодых исследователей, студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учителей, посвящённой 150-летию со дня рождения А. С. Чаплыгина / К.К. Тищенко, Д.С. Горелко. – М. : ИИУ МГОУ, 2019. – С. 79-84 (0,34 п.л.)
10. Тищенко К.К. Опыт организации мониторинга инфокоммуникационной сети образовательной организации/ К.К. Тищенко//Тищенко К.К. Интеграция науки, технологии и образования: ИНТО – 2020: материалы

конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учителей по итогам научно-исследовательской работы в области технологического образования/ К.К. Тищенко, Д.С. Горелко – М.: ИИУ МГОУ, 2020. С. 188-191 (0,16 п.л.)

11. Федеральный закон о внесении изменений в федеральный закон "об информации, информационных технологиях и о защите информации" и отдельные законодательные акты российской федерации по вопросам упорядочения обмена информацией с использованием / КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_162586/. – Федеральный закон "О внесении изменений в Федеральный закон "Об информации, информационных технологиях и о защите информации" и отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам упорядочения обмена информацией с использованием информационно-телекоммуникационных сетей" от 05.05.2014 N 97-ФЗ (последняя редакция). – (Дата обращения: 13.03.2020)
12. An Architecture for Describing Simple Network Management Protocol (SNMP) Management Frameworks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ietf.org/rfc/rfc3411. – An Architecture for Describing Simple Network Management Protocol (SNMP) Management Frameworks. (Дата обращения: 28.04.2020)
13. Architectural Principles of Uniform Resource Name Resolution [Электронный доступ]. – Режим доступа: https://www.ietf.org/rfc/rfc2276. – Architectural Principles of Uniform Resource Name Resolution. – (Дата обращения: 26.04.2020)
14. Cacti – The Complete RRDTool-based Graphing Solution [Электронный ресурс]. –Режим доступа: https://www.cacti.net/. – About Cacti. – (Дата обращения: 28.03.2020)

15. Cisco Application Policy Infrastructure Controller (APIC) - Cisco Application Policy Infrastructure Controller Data Sheet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/cloud-systems-management/application-policy-infrastructure-controller-apic/datasheet-c78-739715.html. – Cisco Application Policy Infrastructure Controller Data Sheet. – (Дата обращения: 27.03.2020)
16. Cisco Networking Academy Builds IT Skills & Education For Future Career [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://netacad.com. – Empowering all people with career possibilities. – (Дата обращения: 26.03.2020)
17. Community – Icinga [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://icinga.com/community/. – The Icinga Community. – (Дата обращения: 06.04.2020)
18. Conformance Statements for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ietf.org/rfc/rfc1904. – Conformance Statements for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2). – (Дата обращения: 27.04.2020)
19. Documentation | Prometheus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://prometheus.io/docs/. – Documentation | Prometheus. – (Дата обращения: 28.03.2020)
20. Grafana documentation | Grafana Labs [Электронный ресурс]. –Режим доступа: https://grafana.com/docs/grafana/latest/. – Grafana documentation. – (Дата обращения: 04.04.2020)
21. Influxdb: Purpose-Built Open Source Time Series Database [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.influxdata.com/. – InfluxDB is the open source time series database. – (Дата обращения:01.04.2020)
22. Introduction and Applicability Statements for Internet Standard Management Framework [Электронный доступ]. – Режим доступа:

https://www.ietf.org/rfc/rfc3410. – Introduction and Applicability Statements for Internet Standard Management Framework. – (Дата обращения: 26.04.2020)

23. Management Information Base for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ietf.org/rfc/rfc1907. – Management Information Base for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2). – (Дата обращения: 28.04.2020)
24. Message Processing and Dispatching for the Simple Network Management Protocol (SNMP) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ietf.org/rfc/rfc3412. – Message Processing and Dispatching for the Simple Network Management Protocol (SNMP). – (Дата обращения: 28.04.2020)
25. Munin [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://munin-monitoring.org/. - About Munin. - (Дата обращения: 01.05.2020)
26. Nagios - The Industry Standard In IT Infrastructure Monitoring [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nagios.org/. – What can Nagios help you do?. – (Дата обращения: 25.03.2020)
27. Nginx [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nginx.org/ru/. – nginx. – (Дата обращения: 10.04.2020)
28. Nginx vs Apache: Which Web Server Is the Best? (2020 Edition) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kinsta.com/blog/nginx-vs-apache/. – Nginx vs Apache: Web Server Showdown. – (Дата обращения: 12.02.2020)
29. Official Ubuntu Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://help.ubuntu.com/. – Official Ubuntu Documentation. – (Дата обращения: 26.03.2020)
30. PostgreSQL: The world's most advanced open source relational database [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.postgresql.org/. –

PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database. – (Дата обращения: 24.03.2020)

31. Protocol Operations for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ietf.org/rfc/rfc1905. – Protocol Operations for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2). – (Дата обращения: 26.04.2020)
32. RFC 1157 - Simple Network Management Protocol (SNMP) [Электронный доступ]. – Режим доступа: https://tools.ietf.org/html/rfc1157. – A Simple Network Management Protocol (SNMP). – (Дата обращения: 26.04.2020)
33. RFC 1901 - Introduction to Community-based SNMPv2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://tools.ietf.org/html/rfc1901. – Introduction to Community-based SNMPv2. – (Дата обращения: 26.04.2020)
34. RFC 1908 - Coexistence between Version 1 and Version 2 of the Internet-standard Network Management Framework [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://tools.ietf.org/html/rfc1908. – Coexistence between Version 1 and Version 2 of the Internet-standard Network Management Framework. – (Дата обращения: 26.04.2020)
35. Simple Network Management Protocol (SNMP) Applications [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ietf.org/rfc/rfc3413. – Simple Network Management Protocol (SNMP) Applications. – (Дата обращения: 28.04.2020)
36. Snmp-12-4t-book.pdf [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/snmp/configuration/12-4t/snmp-12-4t-book.pdf. – SNMP Configuration Guide, Cisco IOS Release 12.4T. – (Дата обращения: 13.04.2020)
37. SNMPTT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.snmptt.org/. – SNMP Trap Translator. – (Дата обращения: 06.04.2020)

38. SNMPv3 Applications [Электронный доступ]. – Режим доступа: https://www.ietf.org/rfc/rfc2273. – SNMPv3 Applications. – (Дата обращения: 26.04.2020)
39. Structure of Management Information for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ietf.org/rfc/rfc1902. – Structure of Management Information for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2). – (Дата обращения: 26.04.2020)
40. Telegram APIs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://core.telegram.org/api. – Telegram APIs. – (Дата обращения: 28.12.2019)
41. Telegram-notify/Zabbix-telegram/sh master Paolo Capelli / Zabbix Git Lab [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://git.cdp.li/polcape/zabbix/-/blob/master/telegram-notify/zabbix-telegram.sh. – zabbix-telegram.sh. –(Дата обращения: 20.04.2020)
42. Textual Conventions for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ietf.org/rfc/rfc1903. – Textual Conventions for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2). – (Дата обращения: 26.04.2020)
43. The OpenNMS Group, Inc. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.opennms.com/. – THE OPENNMS GROUP PRODUCT SUITE. – (Дата обращения: 03.04.2020)
44. Time series-данные в реляционной СУБД | OTUS [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://otus.ru/nest/post/1041/. - Time series-данные в реляционной СУБД. - (Дата обращения: 12.04.2020)
45. Time series данные в реляционной СУБД. Расширения TimescaleDB и PipelineDB для PostgreSQL / Блог компании Конференции Олега Бунина (Онтико) / Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа:https://habr.com/ru/company/oleg-bunin/blog/464303/. Time

series данные в реляционной СУБД. Расширения TimescaleDB и PipelineDB для PostgreSQL. – (Дата обращения: 14.04.2020)
46. Time-series data simplified | Timescale [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.timescale.com/. – All of your time-series data, instantly accessible. – (Дата обращения: 21.03.2020)
47. Transport Mappings for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ietf.org/rfc/rfc1906. – Transport Mappings for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2). – (Дата обращения: 27.04.2020)
48. TUT:Configuring snmptrapd – Net-SNMP Wiki [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://net-snmp.sourceforge.net/wiki/index.php/TUT:Configuring_snmptrapd. – TUT:Configuring snmptrapd. – (Дата обращения: 07.04.2020)
49. User-based Security Model (USM) for version 3 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv3) [Электронный доступ]. – Режим доступа: https://www.ietf.org/rfc/rfc2274. – User-based Security Model (USM) for version 3 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv3). – (Дата обращения: 26.04.2020)
50. User-based Security Model (USM) for version 3 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv3) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ietf.org/rfc/rfc3414. – User-based Security Model (USM) for version 3 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv3). – (Дата обращения: 28.04.2020)
51. View-based Access Control Model (VACM) for the Simple Network Management Protocol (SNMP) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ietf.org/rfc/rfc2275. – View-based Access Control Model (VACM) for the Simple Network Management Protocol (SNMP)
52. View-based Access Control Model (VACM) for the Simple Network Management Protocol (SNMP) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://www.ietf.org/rfc/rfc3415. – View-based Access Control Model (VACM) for the Simple Network Management Protocol (SNMP). – (Дата обращения: 29.04.2020)

53. Welcome! – The Apache HTTP Server Project [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://httpd.apache.org/. – Apache HTTP Server Project. – (Дата обращения: 27.12.2019)
54. Zabbix Manual [Zabbix Documentation 5.0] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.zabbix.com/documentation/current/manual. – Zabbix Documentation 5.0. – (Дата обращения: 20.03.2020)

Приложение 1. Настройка SNMPv2 на оборудовании производства компании Cisco

Настройка оборудования Cisco

1) Настройка строки сообщества и уровень доступа («Только чтение» или «Чтение и запись»):

```
snmp-server community string ro | rw
```

2) Назначьте получателя SNMP-трапов:

```
snmp-server host ip [version{1| 2c | 3 [auth | noauth | priv]}] community-string.
```

3) Включите SNMP-трапы на агенте SNMP

```
snmp-server enable traps notification-types
```

Без указания типа SNMP-трапов – будут отправляться все.
(Примечание. По умолчанию в SNMP не установлены трапы. Без этой команды диспетчеры SNMP должны будут проводить опрос для получения всей существенной информации.)

Дополнительно:

Настройка местоположения устройства:

```
snmp-server location text
```

Зафиксируйте системный контакт:

```
snmp-server contact zabbix@ftip.ru
```

Ограничение доступа по SNMP:

```
ip access-list standard NAME
permit ip
snmp-server community string ro | rw NAME
```

Просмотр настроек:

```
show snmp
show snmp community
```

Приложение 2. Разворачивание Zabbix 4.4 на Ubuntu 18.04 LTS

1. Добавляем репозиторий:

```
sudo wget https://repo.zabbix.com/zabbix/4.4/ubuntu/pool/main/z/zabbix-release/zabbix-release_4.4-1+bionic_all.deb
sudo dpkg -i zabbix-release_4.4-1+bionic_all.deb
sudo apt update
```

2. Устанавливаем необходимые пакеты:

```
sudo apt install zabbix-server-pgsql zabbix-frontend-php
php7.2-pgsql zabbix-nginx-conf zabbix-agent
```

3. Редактируем ошибки в конфигурационых файлах nginx.

```
sudo nano /etc/zabbix/nginx.conf
```

Необходимо расскоментировать:

```
# listen 80;
# server_name example.com;
```

sudo nano /etc/nginx/sites-available/default

Необходимо закомментировать:

```
# listen 80;
# server_name example.com;
```

4. Указываем пароль к базе данных:

```
sudo nano /etc/zabbix/zabbix_server.conf
DBPassword=Пароль
```

5. Указываем часовой пояс.

```
sudo nano /etc/zabbix/php-fpm.conf
php_value[date.timezone] = Europe/Moscow
```

6. Проверяем файлы nginx перезапускаем.

```
sudo nginx -t
sudo systemctl restart nginx
```

7. Подготавливаем базу данных:

```
sudo -u postgres createuser --pwprompt zabbix
```

```
sudo -u postgres createdb -O zabbix -E Unicode -T
template0 zabbix


sudo zcat /usr/share/doc/zabbix-server-pgsql/create.sql.gz
| sudo -u zabbix psql zabbix

sudo echo "deb http://apt.postgresql.org/pub/repos/apt/
$(lsb_release -c -s)-pgdg main" | sudo tee
/etc/apt/sources.list.d/pgdg.list

sudo wget --quiet -O -
https://www.postgresql.org/media/keys/ACCC4CF8.asc | sudo
apt-key add -

sudo apt-get update
```

8. Добавляем и настраиваем плагин базы данных временных рядов.

```
sudo add-apt-repository ppa:timescale/timescaledb-ppa
sudo apt-get update
sudo apt install timescaledb-postgresql-10


sudo systemctl status postgresql
psql --version


sudo timescaledb-tune -pg-version 10
sudo service postgresql restart
sudo echo "CREATE EXTENSION IF NOT EXISTS timescaledb
CASCADE;" | sudo -u postgres psql zabbix
sudo cat /usr/share/doc/zabbix-server-
pgsql/timescaledb.sql | sudo -u zabbix psql zabbix
```

9. Перезапускаем демоны и добавляем в автозагрузку.

```
sudo systemctl restart zabbix-server zabbix-agent nginx
php7.2-fpm
sudo systemctl enable zabbix-server zabbix-agent nginx
php7.2-fpm
```

Приложение 3. Обновление Zabbix 4.4 до версии 5.0 LTS

Обновление Zabbix сервера.

1. Останавливаем Zabbix-server.

```
sudo systemctl stop zabbix-server
```

2. Сделайте резервную копию вашей БД и конфигурационных файлов.

3. Для продолжения обновления удалите текущий и установите новый пакет репозитория Zabbix.

```
sudo rm -Rf /etc/apt/sources.list.d/zabbix.list
sudo wget
https://repo.zabbix.com/zabbix/5.0/ubuntu/pool/main/z/zabb
ix-release/zabbix-release_5.0-1+bionic_all.deb
sudo dpkg -i zabbix-release_5.0-1+bionic_all.deb
sudo apt-get update
```

4. Обновляем составные части Zabbix

```
sudo apt-get install --only-upgrade zabbix-server-pgsql
zabbix-frontend-php zabbix-agent
```

5. Задаем конфигурацию Zabbix-server

```
sudo nano /etc/zabbix/zabbix_server.conf
```

Как минимум необходимо задать:

```
DBPassword=Пароль
SNMPTrapperFile=/var/log/snmptrap/snmptrap.log
StartSNMPTrapper=1
```

Для корректного обновления Nginx, устанавливаем пакет

```
sudo apt-get install zabbix-nginx-conf
```

6. Запускаем Zabbix-server и Zabbix-agent.

```
sudo service zabbix-server start
sudo service zabbix-agent start
```

7. Проверить корректность обновления базы данных можно командой:

```
sudo cat /var/log/zabbix/zabbix_server.log | grep database
```

Обновление PostgreSQL 10 до 12 версии

1. Установка PostreSQL 12 версии и плагина TimesacleDB

```
sudo apt-get install postgresql-12 postgresql-server-dev-
12 timescaledb-postgresql-12
```

2. Настройка TimescaleDB.

```
sudo timescaledb-tune
```

3. Обновление имеющегося плагина TimescaleDB в PostgreSQL 10

```
sudo su postgres
cd
cd 12/
psql --cluster 10/main zabbix
ALTER EXTENSION timescaledb UPDATE;
exit
```

4. Останавливаем службу PostgreSQL

```
sudo systemctl stop postgresql
```

5. Сравниваем кластеры.

```
sudo su postgres
cd
cd 12/

/usr/lib/postgresql/12/bin/pg_upgrade \
  --old-datadir=/var/lib/postgresql/10/main \
  --new-datadir=/var/lib/postgresql/12/main \
  --old-bindir=/usr/lib/postgresql/10/bin \
```

```
  --new-bindir=/usr/lib/postgresql/12/bin \
  --old-options '-c
config_file=/etc/postgresql/10/main/postgresql.conf' \
  --new-options '-c
config_file=/etc/postgresql/12/main/postgresql.conf' \
  --check
```

6. В случае успешного сравнения переносим данные. Не забываем указать ключ -O "-c timescaledb.restoring='on'".

```
/usr/lib/postgresql/12/bin/pg_upgrade   --old-
datadir=/var/lib/postgresql/10/main   --new-
datadir=/var/lib/postgresql/12/main   --old-
bindir=/usr/lib/postgresql/10/bin   --new-
bindir=/usr/lib/postgresql/12/bin   --old-options '-c
config_file=/etc/postgresql/10/main/postgresql.conf'   --
new-options '-c
config_file=/etc/postgresql/12/main/postgresql.conf'   -O
"-c timescaledb.restoring='on'"

exit
```

7. Меняем порты в конфигурациях PostgreSQL 10 и 12

```
sudo nano /etc/postgresql/12/main/postgresql.conf
# ...and change "port = 5433" to "port = 5432"



sudo nano /etc/postgresql/10/main/postgresql.conf
# ...and change "port = 5432" to "port = 5433"
```

8. Запускаем службы и проверяем статус.

```
sudo systemctl start postgresql
sudo systemctl status postgresql
```

9. Проверяем версию и запускаем сгенерированный скрипт. Стоит отметить, что при больших размерах базы данных, данная операция может занять продолжительное время.

```
sudo su postgres
cd
cd 12/
```

```
psql -c "SELECT version();"
./analyze_new_cluster.sh
exit
```

10. Проверяем установленные пакеты старой версии и удаляем.

```
apt list --installed | grep postgresql
```

```
sudo apt-get remove postgresql-10 postgresql-client-10
timescaledb-loader-postgresql-10 timescaledb-postgresql-10
```

11.Удаляем старую конфигурацию

```
sudo rm -rf /etc/postgresql/10/
```

12.Удаляем старый кластер.

```
sudo su postgres
cd
cd 12/

./delete_old_cluster.sh
```

13. Удаляем сгенерированные скрипты.

```
rm ./delete_old_cluster.sh
rm ./analyze_new_cluster.sh
```

Процесс обновления СУБД PostgreSQL и переноса базы данных завершен.

Применение исправления.

1. Перейдем на пользователя postgres

```
sudo su postgres
cd
cd 12/
```

2. Скачаем файл исправлений

```
wget https://git.zabbix.com/projects/ZBX/repos/zabbix/raw/
database/postgresql/double.sql
```

3. Отредактируем файл исправления, для работы с плагином TimescaleDB, для этого откроем его текстовым редактором и удалим флаги «ONLY»

4. Применим исправления:

```
psql zabbix <double.sql
```

5. Отредактируем конфигурацию Zabbix сервера, включив поддержку расширенного диапазона числовых значений

```
sudo nano /etc/zabbix/web/zabbix.conf.php
$DB['DOUBLE_IEEE754'] = 'true';
```

6. Перезагрузим и проверим статус работы Zabbix сервера.

```
sudo systemctl restart zabbix-server.service
sudo systemctl status zabbix-server.service
```

7. Включим сжатие данных в веб интерфейсе Zabbix.

Администрирование – Общие – Очистка истории – Сжатие истории и динамики изменений – Включить сжатие.

Приложение 4. Электронное приложение

Электронное приложение представляет собой компакт-диск с файлами в формате pdf: текст выпускной квалификационной работы и три приложения. Приложения посвящены следующим темам:

1) Настройка SNMPv2 на оборудовании производства компании Cisco.
2) Разворачивание Zabbix 4.4 на Ubuntu 18.04 LTS.
3) Обновление Zabbix 4.4 до версии 5.0 LTS.