



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Высшая школа бизнеса
ОП «Бизнес-информатика»

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОНИТОРИНГА, АНАЛИЗА АНОМАЛИЙ И СВОЕВРЕМЕННОГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ IT КОМПАНИЙ

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 38.03.05
Бизнес-информатика

Москва, 2021

Студент группы ББИ 174
Волков Андрей Андреевич

Научный руководитель
к.т.н, доцент Ефремов Сергей Геннадьевич



1 Необходимость в
повышении
отказоустойчивости
высоконагруженных
сервисов ИТ компаний

2 Потребность в постоянном
наблюдении за ключевыми
бизнес-показателями работы
сервиса, техническим
состоянием приложений

3 Своевременное
реагирование на
потенциальные и текущие
сбои в системе на
техническом и бизнес уровнях

Мониторинг – сбор, обработка, агрегирование и отображение в реальном времени количественных показателей системы. Например, общее число и тип запросов, количество ошибок и их типы, время обработки запросов и время функционирования серверов.



ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Высшая школа бизнеса
ОП «Бизнес-информатика»



Цель работы – разработка системы для построения мониторинга, анализа аномалий и своевременного предупреждения.



Задачи работы:

- Исследовать предметную область мониторинга бизнес-приложений;
- Исследовать существующие подходы к реализации мониторинга в приложениях и существующие инфраструктурные решения;
- Определить требования к системе для построения мониторинга со стороны конфигурации метрик, анализа аномалий, пользовательского интерфейса, инфраструктуры;
- Разработать API для написания и конфигурации метрик;
- Развернуть инфраструктуру для экспорта, сбора и отображения метрик в режиме реального времени;



ЗАДАЧИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА

Высшая школа бизнеса
ОП «Бизнес-информатика»

- **Анализ долгосрочных тенденций.** Мониторинг позволяет оценивать тренды в долгосрочной перспективе.
- **Сравнение с предыдущими версиями или экспериментальными группами.** Сравнение производительности разных версий приложения позволит отдать предпочтение той или иной технологии / методу.
- **Оповещение.** Наблюдение за ключевыми метриками доступности приложения может сообщить о сбое или о его предпосылках, что позволит вовремя оповестить инженеров о неисправности и спровоцировать реакцию на инцидент.
- **Создание информационных панелей.** Информационная панель содержит ответы на главные вопросы о работе сервиса.
- **Ретроспективный анализ различного назначения.** Выявление причинно-следственных связей между различного рода событиями.



Метрика – наблюдаемая количественная характеристика приложения.

```
# HELP response_time_seconds Response time from external API call
# TYPE response_time_seconds summary
response_time_seconds{application="nile-application",status="SUCCESS",quantile="0.5",} 0.318242816
response_time_seconds{application="nile-application",status="SUCCESS",quantile="0.75",} 0.402128896
response_time_seconds{application="nile-application",status="SUCCESS",quantile="0.9",} 0.452460544
response_time_seconds{application="nile-application",status="SUCCESS",quantile="0.95",} 0.46923776
response_time_seconds{application="nile-application",status="SUCCESS",quantile="0.99",} 0.486014976
response_time_seconds_count{application="nile-application",status="SUCCESS",} 20.0
response_time_seconds_sum{application="nile-application",status="SUCCESS",} 6.0401129
# HELP response_time_seconds_max Response time from external API call
# TYPE response_time_seconds_max gauge
response_time_seconds_max{application="nile-application",status="SUCCESS",} 0.4828223
```

Рисунок 1. Метрика времени ответа сервиса



Аномалия – отклонение от нормы наблюдаемой количественной характеристики приложения.

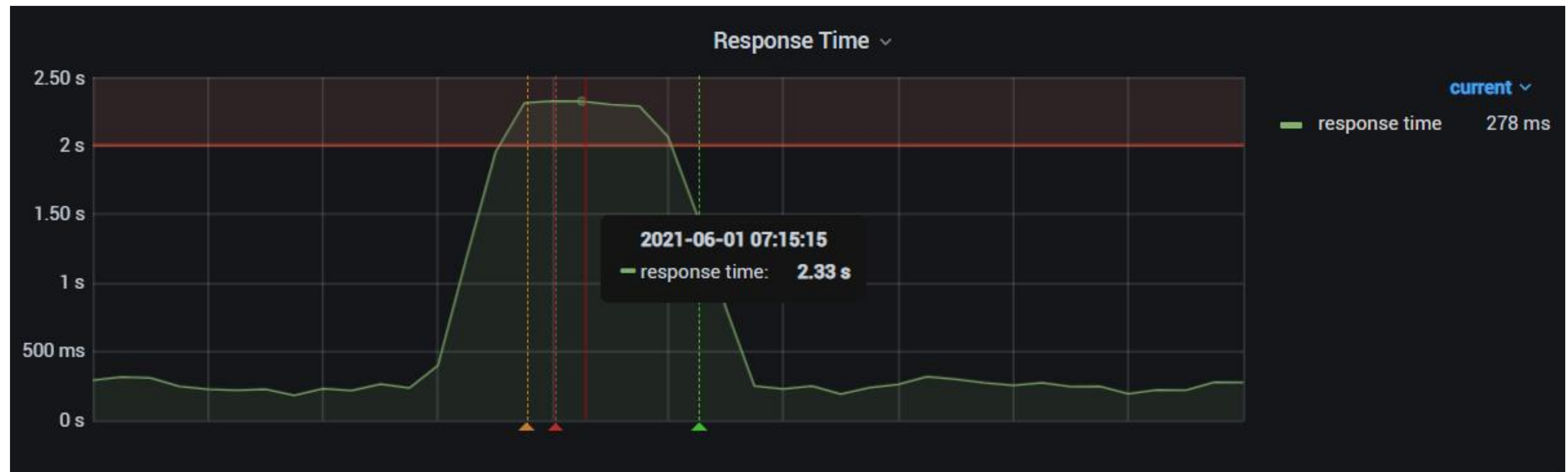


Рисунок 2. Аномальное поведение метрики времени ответа сервиса



СУЩЕСТВУЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Высшая школа бизнеса
ОП «Бизнес-информатика»

- **Nagios.** Мониторинг операционных систем, сетевых протоколов, приложений, веб-сайтов, веб-серверов и т. д. Система обладает возможностью добавления собственного плагина для интеграции с любым типов стороннего программного обеспечения.
- **Zabbix.** Система мониторинга служб и состояний компьютерной сети, предназначенное для мониторинга производительности, доступности серверов, сетевого оборудования, веб-приложений, баз данных.
- **Anturis.** Облачная платформа, предназначенная для внешнего мониторинга веб-сервисов и внутреннего мониторинга ИТ-инфраструктуры.
- **Instrumental.** Система мониторинга инфраструктуры и приложений, обладающая возможностью самостоятельно создавать информационные панели, графики, оповещения.



НЕДОСТАТКИ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ

Высшая школа бизнеса
ОП «Бизнес-информатика»

- ❶ Системы имеют строгие требования к развертыванию и поддержке;
- ❷ Настройка метрик сосредоточена в самой системе мониторинга;
- ❸ Добавление бизнес-метрик либо невозможно, либо требует больших усилий со стороны разработчика;
- ❹ Конфигурация панелей для визуализации обладает узкой функциональностью;



ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА

Высшая школа бизнеса
ОП «Бизнес-информатика»

Инструмент для работы с метриками:

- Измерение времени обработки входящих и исходящих запросов;
- Построение метрик времени выполнения для отдельных участков кода;
- Построение метрик для экспорта конкретных значений, времени выполнения (включая перцентили), счетчика;
- Запуск сбора метрик по заданному расписанию;
- Удобный API для построения и настройки всех типов метрик;

Инструмент для отображения метрик:

- Удобный пользовательский интерфейс для построения и отображения панелей с графиками;
- Построение разных типов графиков (графы, таблицы, счетчики) с поддержкой разных единиц измерения (проценты, мегабайты, секунды);
- Система оповещения при сбоях в популярные мессенджеры;
- Построение графиков с панелями из кода приложения через DSL;

Инструмент для анализа аномалий:

- Анализ временных рядов на наличие аномалий с использованием разных методов;
- Возможность анализировать временной ряд для любых типов метрик (конкретные значения, время выполнения, счетчики);



ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА

Высшая школа бизнеса
ОП «Бизнес-информатика»

Инфраструктура:

- Timeseries база данных;
- Сервис для сбора метрик;
- Сервис для отображения метрик;
- СУБД для долгосрочного хранения метрик;
- Сервис для перемещения метрик в долгосрочное хранилище;
- Сервис для предоставления доступа к метрикам через API;

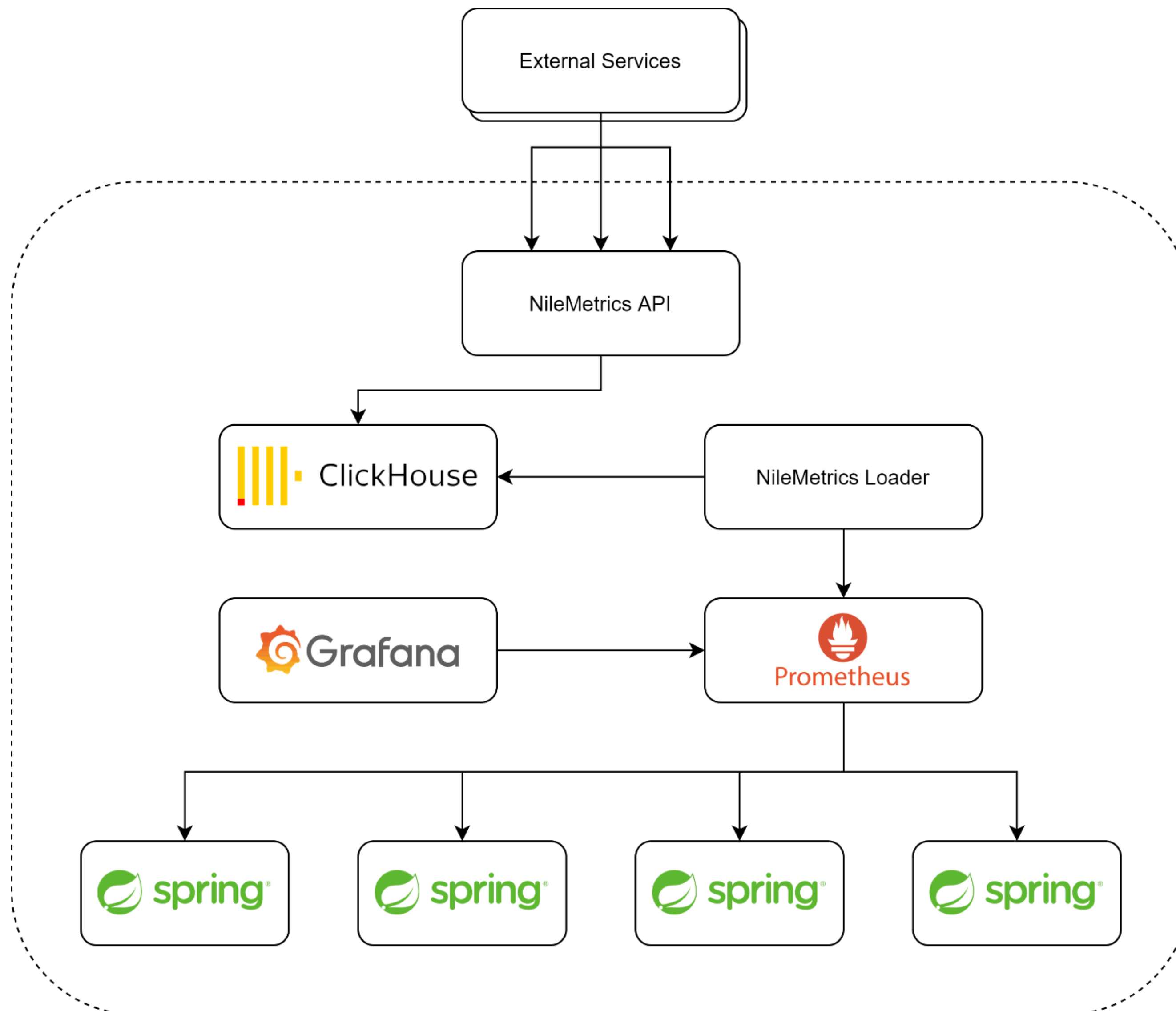


Рисунок 3. Схема инфраструктуры системы мониторинга

- **Spring приложения.** Набор приложений, которые выполняют бизнес-логику и используют библиотеки micrometer, anomaly, grafana.
- **Prometheus.** Система для сбора и краткосрочного хранения метрик приложений. Данная система обращается к наблюдаемым приложениям, собирает с них метрики и сохраняет в базу данных временных рядов.
- **Grafana.** Сервис для построения графиков с метриками. Данный сервис выполняет запросы к Prometheus с целью отображения графиков в реальном времени.
- **ClickHouse.** Колоночная аналитическая СУБД для долгосрочного хранения метрик.
- **NileMetrics Loader.** Разработанное приложение для перемещения метрик из Prometheus в ClickHouse.
- **NileMetrics API.** Разработанное приложение для предоставления API внешним системам.
- **External Services.** Внешние системы, выполняющие запросы к API для получения сведений о метриках за долгосрочный период.



РАЗРАБОТКА

Высшая школа бизнеса
ОП «Бизнес-информатика»

| Технология | Тип | Обоснование |
|------------------|--|---|
| Kotlin | Язык программирования | <ul style="list-style-type: none">удобный DSL для написания функционального кода;возможность использовать сопрограммы (англ. coroutines) для асинхронного сбора метрик;полная совместимость с Java (на Java написано большинство промышленных приложений) |
| Spring Framework | Фреймворк для Java платформы | <ul style="list-style-type: none">возможности для внедрения зависимостейвозможности для автоконфигурации библиотекиподдержка большинства промышленных приложений |
| Junit | Библиотека для модульного тестирования Java | <ul style="list-style-type: none">параллельный запуск тестовподготовка тестовых данныхинтеграция с Spring Framework |
| Docker | Программное обеспечение для контейнеризации приложений | <ul style="list-style-type: none">возможности для контейнеризации приложенийпростота конфигурациибыстрое развертывание |
| ClickHouse | Система управления базами данных | <ul style="list-style-type: none">колоночная аналитическая СУБДдвижок для хранения временных рядовэффективные алгоритмы сжатия |
| Prometheus | Система для сбора метрик | <ul style="list-style-type: none">удобство развертывания и поддержкибольшое сообщество по всему мируподдержка внутренней базы данных временных рядов |
| Grafana | Система для визуализации метрик | <ul style="list-style-type: none">удобство развертывания и поддержкиподдержка продвинутых инструментов для визуализациивнутренняя система предупреждения |





ДЕМО: НАПИСАНИЕ МЕТРИК

Высшая школа бизнеса
ОП «Бизнес-информатика»

```
@Configuration
class WeatherMonitoringConfiguration(
    private val openWeatherProperties: OpenWeatherProperties,
    private val weatherService: WeatherService
) {

    @NileScheduledMetric
    fun temperature() = nileScheduled(
        name = "weather",
        scrapeInterval = Duration.ofSeconds( seconds: 5)
    ) {
        openWeatherProperties.cities
            .map { weatherService.getCurrentWeather(it) }
            .forEach { it: CityWeather
                nileGauge(
                    name = "temperature",
                    description = "Celsius temperatures in cities all around the world",
                    tags = mapOf("city" to it.name),
                    block = { it.main.temp }
                )

                nileGauge(name = "temperature_max", tags = mapOf("city" to it.name)) { it.main.tempMax }

                nileGauge(name = "pressure", tags = mapOf("city" to it.name)) { it.main.pressure.toDouble() }
                nileGauge(
                    name = "humidity",
                    description = "Humidity for particular city in percents",
                    tags = mapOf("city" to it.name),
                    block = { it.main.humidity.toDouble() }
                )
            }
    }
}
```



ДЕМО: НАПИСАНИЕ МЕТРИК

Высшая школа бизнеса
ОП «Бизнес-информатика»

```
# HELP temperature Celsius temperatures in cities all around the world
# TYPE temperature gauge
temperature{application="nile-application",city="Paris",status="SUCCESS",} 12.84
temperature{application="nile-application",city="Moscow",status="SUCCESS",} 17.26
temperature{application="nile-application",city="Rome",status="SUCCESS",} 28.02
temperature{application="nile-application",city="Ottawa",status="SUCCESS",} 27.11
temperature{application="nile-application",city="Barcelona",status="SUCCESS",} 16.99
temperature{application="nile-application",city="Canberra",status="SUCCESS",} 0.66
temperature{application="nile-application",city="Beijing",status="SUCCESS",} 18.67
temperature{application="nile-application",city="Washington",status="SUCCESS",} 16.61
temperature{application="nile-application",city="London",status="SUCCESS",} 12.77
temperature{application="nile-application",city="Berlin",status="SUCCESS",} 13.12
```



ДЕМО: ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Высшая школа бизнеса
ОП «Бизнес-информатика»

```
@Configuration
class NileGrafanaConfiguration {

    @NileGrafanaConfiguration
    fun nileGrafana() = grafana { this: DashboardContext

        dashboard { this: Dashboard
            title = "Whether Monitoring Dashboard"
        }

        variable { this: Variable
            name = "city"
            query = "label_values(temperature, city)"
        }

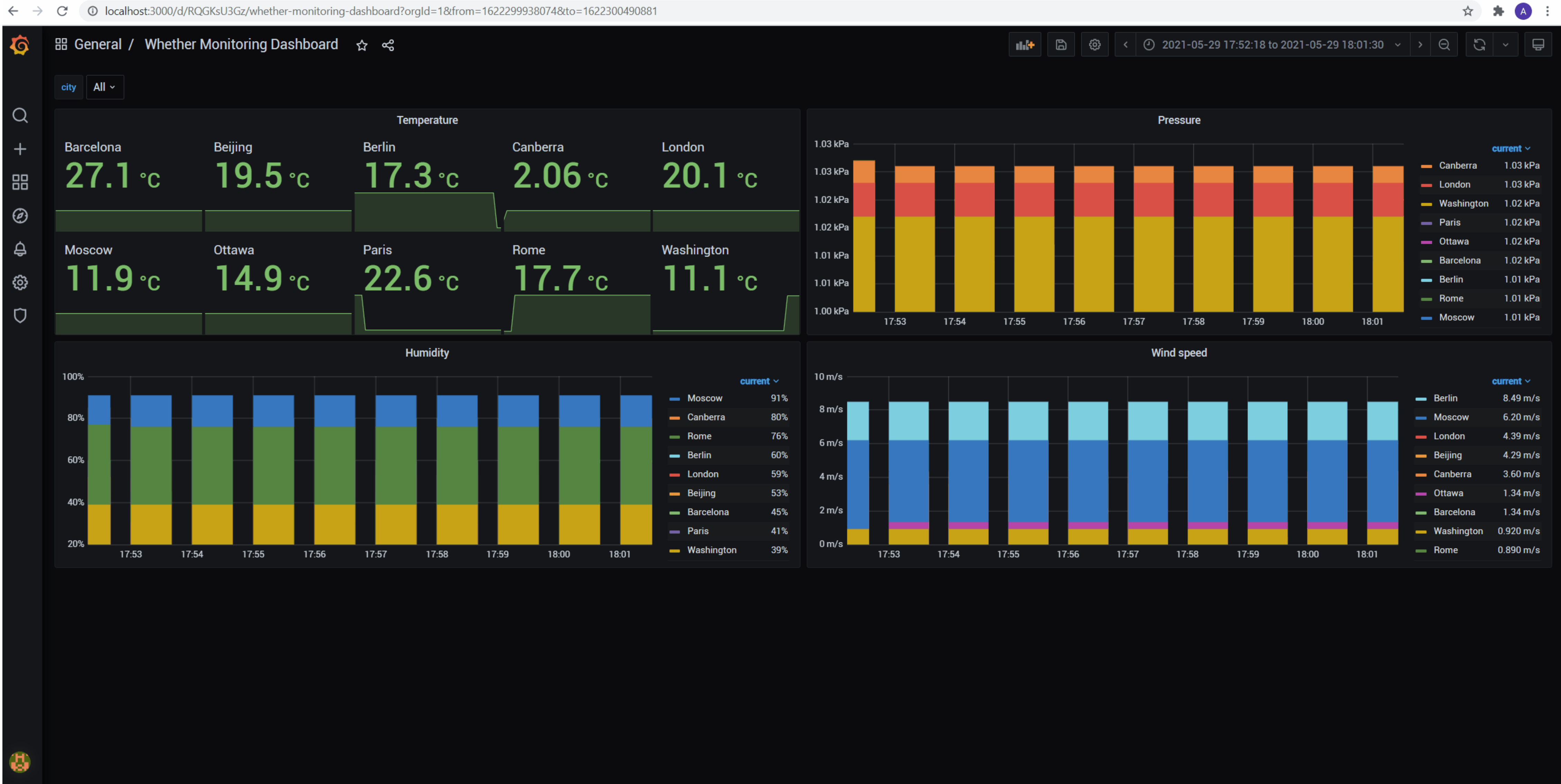
        panel { this: Panel
            title = ""
            expression = "sum(temperature{city=~\\\\"$city\\"\\}) by (city)"
            legendFormat = ""
            type = PanelType.STAT
            unit = Unit.CELSIUS
            grid = Grid(x = 0, y = 0)
        }

        panel { this: Panel
            title = "Pressure"
            expression = "sum(pressure{city=~\\\\"$city\\"\\}) by (city)"
            legendFormat = "{{city}}"
            type = PanelType.GRAPH
            unit = Unit.PRESSURE_PA
            grid = Grid(x = 12, y = 0)
        }
    }
}
```



ДЕМО: ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Высшая школа бизнеса
ОП «Бизнес-информатика»





ДЕМО: АНОМАЛИИ

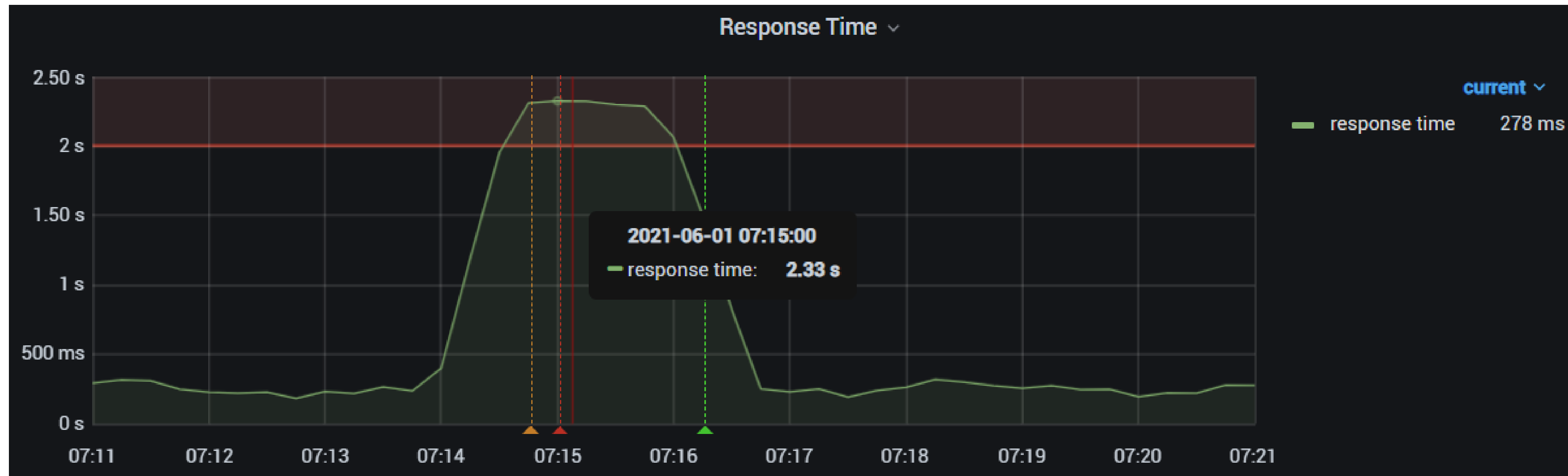
Высшая школа бизнеса
ОП «Бизнес-информатика»

```
panel { this: Panel
  title = "Response Time"
  expression = "sum(increase(response_time_seconds_sum[1m]))/sum(increase(response_time_seconds_count[1m]))"
  legendFormat = "response time"
  type = PanelType.GRAPH
  unit = Unit.SHORT
  grid = Grid(x = 0, y = 16)
  lines = true
  bars = false
  minStep = "15s"
  alert = Alert(
    name = "Response Time",
    above = 2.0,
    offset = "15s",
    evaluateEvery = "15s",
    evaluateFor = "15s"
  )
}
```



ДЕМО: АНОМАЛИИ

Высшая школа бизнеса
ОП «Бизнес-информатика»



nile_alerts

[Alerting] Response Time Alert

State: Response Time Alert

Message:

URL: <http://localhost:3000/d/RQGKsU3Gz/whether-monitoring-dashboard?tab=alert&viewPanel=939153&orgId=1>

Metrics:

response time: 2.320

7:15

[OK] Response Time Alert

State: Response Time Alert

Message:

URL: <http://localhost:3000/d/RQGKsU3Gz/whether-monitoring-dashboard?tab=alert&viewPanel=939153&orgId=1>

7:16

N



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высшая школа бизнеса
ОП «Бизнес-информатика»

В данной работе была достигнута поставленная цель: **была разработана система** для построения мониторинга, анализа аномалий и своевременного предупреждения. Были решены все поставленные задачи.

В данной работе **была предложена альтернативная архитектура системы мониторинга**, состоящая из нескольких компонентов, удобных для развертывания и поддержки, а также API для написания и конфигурации метрик приложения. Подробная документация и код разработанной системы мониторинга доступны в открытом доступе в репозитории на Github – [VolkovTech/nile](https://github.com/VolkovTech/nile).

Результатами данной работы могут пользоваться разработчики и компании по всему миру. В дальнейшем данную систему мониторинга планируется поддерживать с помощью сообщества разработчиков, добавляя новую функциональность и исправляя возможные ошибки.



ДОСТИЖЕНИЯ

Высшая школа бизнеса
ОП «Бизнес-информатика»

- **Призер II степени олимпиады для студентов и выпускников «Высшая лига» по направлению «Бизнес-информатика»**
- **Участник студенческой научно-практической конференции ФКН CoCoS'2021 «Возможности колоночной аналитической СУБД Clickhouse»**
- **Участник студенческой научно-практической конференции ФКН CoCoS'2021 «Распределенная микросервисная архитектура приложений в оркестраторе контейнеров Kubernetes»**



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Email: aavolkov_3@edu.hse.ru