

# Методы статистического анализа потока задач большого суперкомпьютерного комплекса

Мамаева Арина Алексеевна, Воеводин Вадим Владимирович  
(Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова)

Суперкомпьютерные дни в России, 25.09.2017

# Актуальность задачи

- Большинство пользователей используют суперкомпьютеры недостаточно эффективно.
- Большой процент вычислительных ресурсов постоянно простаивает.
- Для того чтобы решить данную проблему, необходимо получать исчерпывающую картину происходящего на вычислительной установке в целом и ее компонентах, что позволит обнаруживать особенности:
  - поведения отдельных задач,
  - активности пользователей,
  - использования разделов.
- На основе этой информации изучать эффективность общего потока задач.

# Предлагаемый подход к решению этой задачи

- Получаем входные данные – информацию от системы мониторинга;
- Сохраняем их в MySQL БД;
- Выполняем разносторонний анализ статистики, полученной на основе этих данных ;
- Визуализируем полученные результаты на сайте, доступном системным администраторам;
- *(в планах)* Составляем и отправляем администраторам системы еженедельный отчет с основными найденными результатами анализа.

# Исходные данные

Набор динамических характеристик:

- число промахов в кэш-память 1 и 3 уровня в секунду;
- число операций чтения/записи в память в секунду;
- загрузка процессора (CPU user load);
- показатель load average;
- использование коммуникационной сети.

База данных, которая используется в исследовании, хранит информацию по каждой задаче:

- имя пользователя;
- время начала и завершения;
- число выделенных ядер;
- по каждой динамической характеристике: медиана, минимум, максимум.

# Разработанные методы анализа

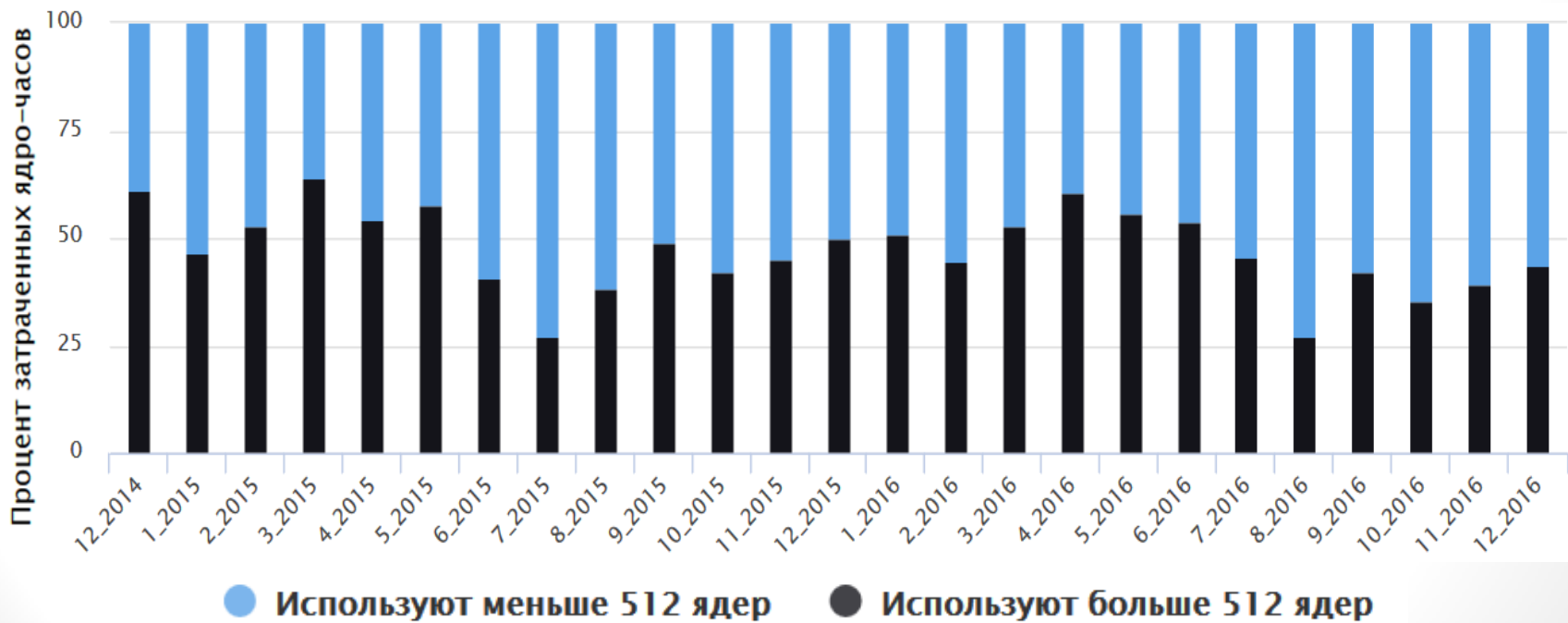
- Изучение распределения значений динамических характеристик во всем потоке задач;
- Исследование корреляции динамических характеристик на основе сравнения данных по каждой задаче;
- Изучение списка пользователей с максимальными значениями (топ пользователей);

# Разработанные методы анализа

- Сравнение различных типов приложений;
- Сравнение показателей по разделам;
- Сравнение значений динамических характеристик в зависимости от дня недели или месяца запуска приложения;
- Исследование динамики изменения показателей.

# Анализ потребления вычислительных ресурсов

Распределение затраченных ядро-часов между различными по количеству выделенных ядер задачами в зависимости от месяца запуска приложений  
(Суперкомпьютер «Ломоносов»)



# Анализ потребления вычислительных ресурсов

По задачам:

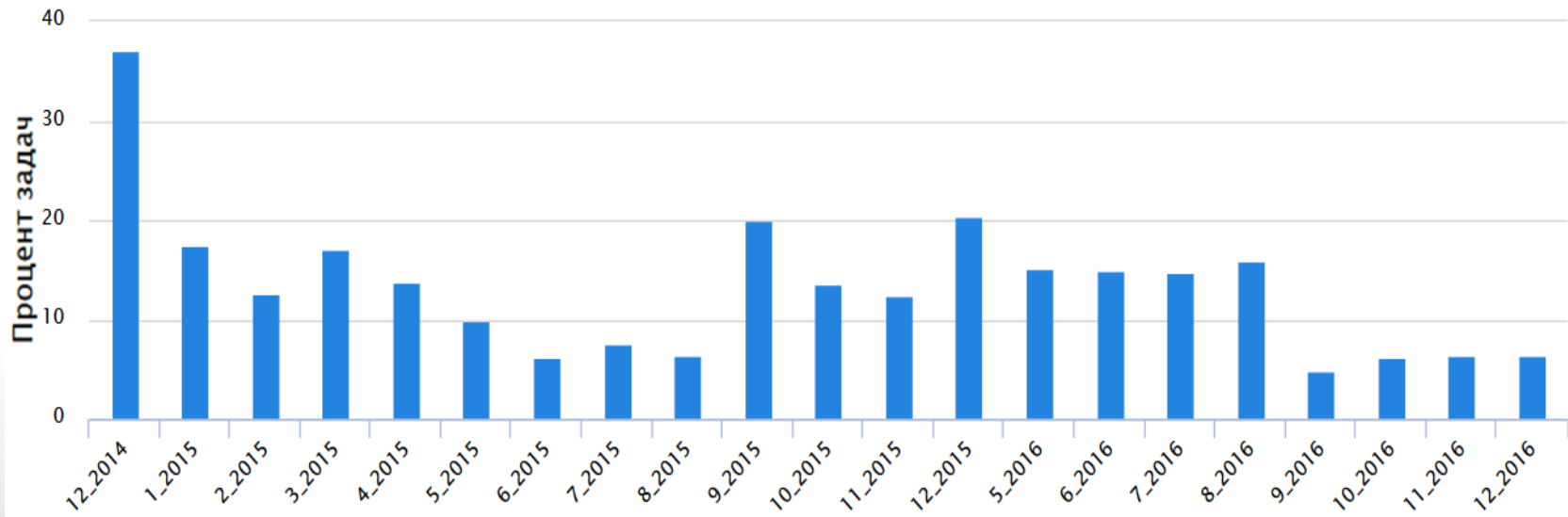
- Первый 1% задач из списка задач по затраченным ядро-часам составляет 33.177% всех ядро-часов за все время



# Анализ потребления вычислительных ресурсов

По задачам:

- Первый 1% задач из списка задач по затраченным ядро-часам составляет 33.177% всех ядро-часов за все время
- Первые 12.04% задач из списка задач по затраченным ядро-часам составляют 90% всех ядро-часов за все время



# Анализ потребления вычислительных ресурсов

## По задачам:

- Первый 1% задач из списка задач по затраченным ядро-часам составляет 33.177% всех ядро-часов за все время
- Первые 12.04% задач из списка задач по затраченным ядро-часам составляют 90% всех ядро-часов за все время

## По пользователям:

- Самые большие суммарные значения затраченных ядро-часов за все время имеют 2 пользователя, затратившие 6.881% и 6.213% всех ядро-часов

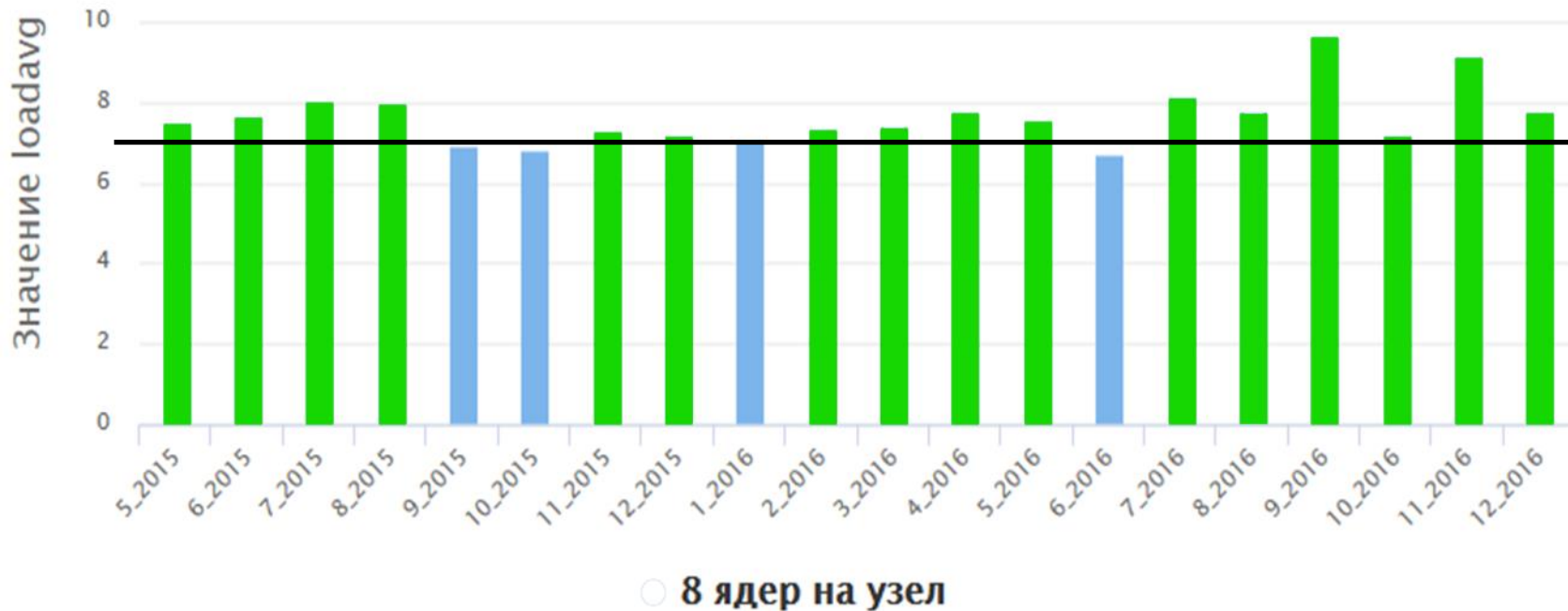
# Изучение средней загрузки системы (Load Average)

- 11.78% (87 из 739) рассмотренных пользователей имеют средневзвешенное значение  $\text{loadavg} < 1$  по всем их задачам
- Но они суммарно затрачивают только 0.48% всех ядро-часов (Суперкомпьютер «Ломоносов»)

|   | Количество ядро-часов | Средневзвешенное значение $\text{loadavg}$ |
|---|-----------------------|--|
| 1 | 394 839               | 0.0705                                     |
| 2 | 325 393               | 0.2558                                     |
| 3 | 148 221               | 0.6104                                     |
| 4 | 180 754               | 0.7541                                     |

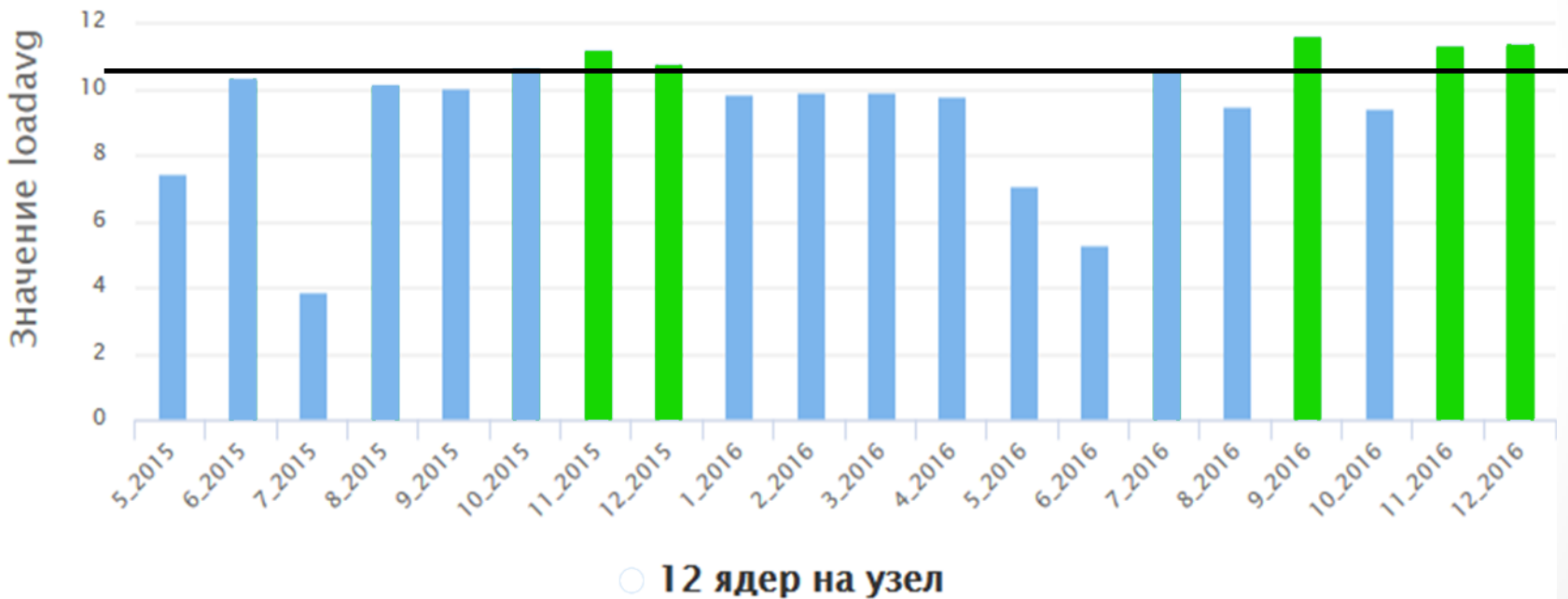
# Анализ средней загрузки системы на различных видах узлов

$loadavg = a * (\text{число ядер на узле})$ , где  $0.9 < a < 2$   
(Суперкомпьютер «Ломоносов»)



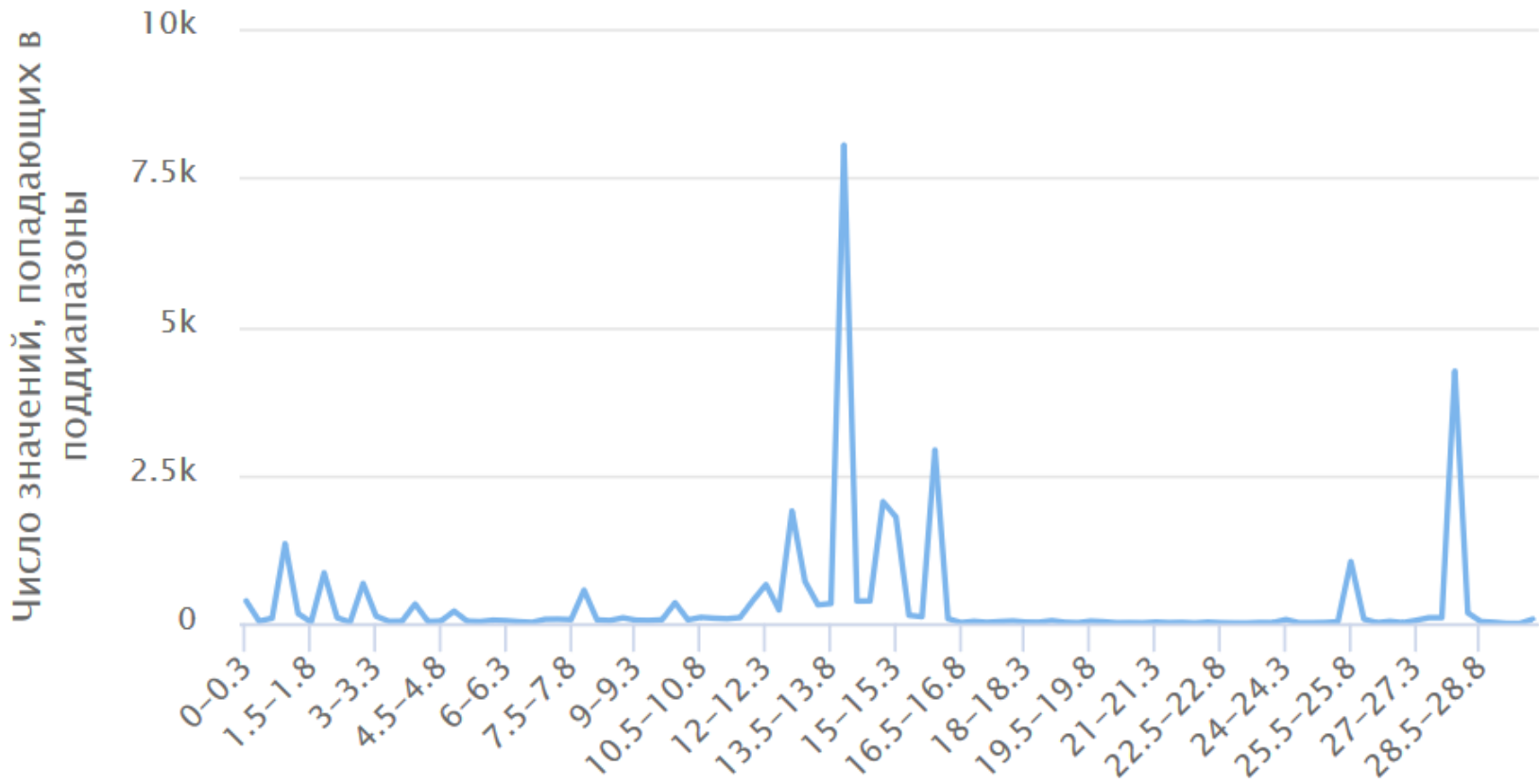
# Анализ средней загрузки системы на различных видах узлов

$loadavg = a * (\text{число ядер на узле})$ , где  $0.9 < a < 2$   
(Суперкомпьютер «Ломоносов»)



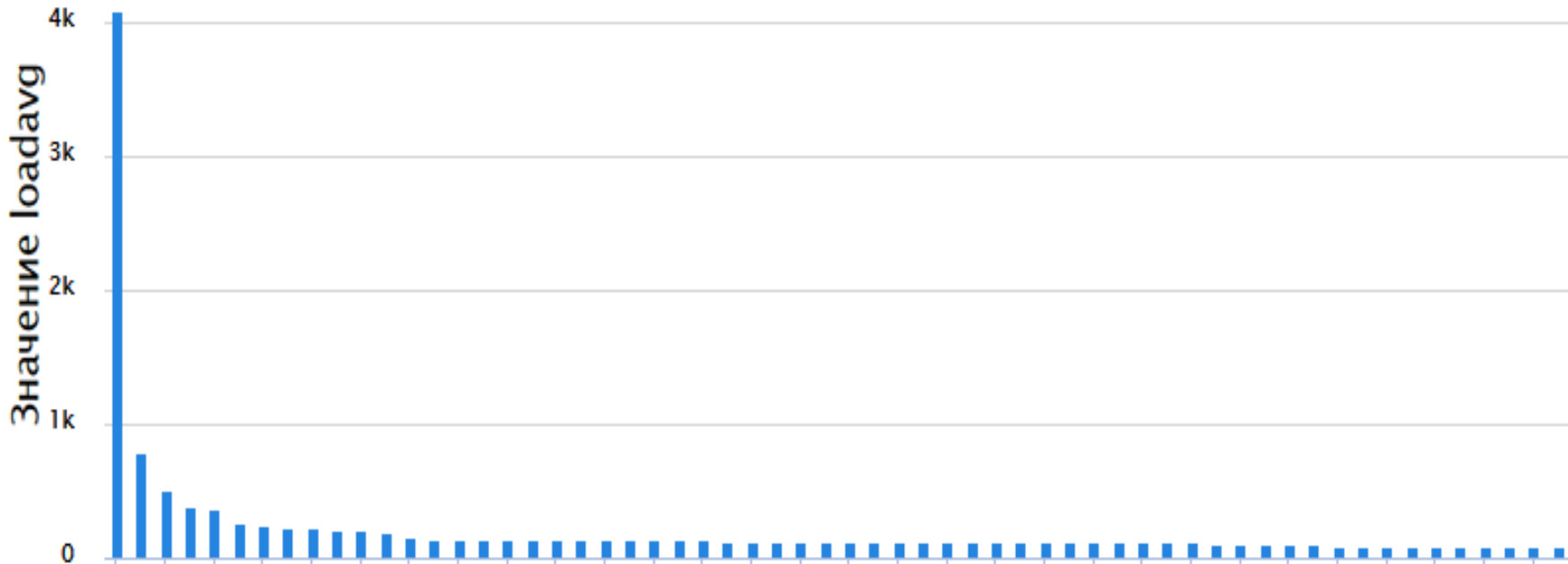
# Изучение распределения значений динамических характеристик

Распределение значений loadavg во всем потоке задач (Суперкомпьютер «Ломоносов 2»)



# Обнаружение аномальных значений динамических характеристик

Список пользователей по значению load average на узле, внутри задачи и по всем задачам пользователя взяты максимумы (Суперкомпьютер «Ломоносов»)



Пользователь 1: 8 задач со значением loadavg более 1000

# Обнаружение аномальных значений динамических характеристик

Список пользователей по значению load average на узле, внутри задачи и по всем задачам пользователя взяты максимумы (Суперкомпьютер «Ломоносов»)



Пользователь 1: 8 задач со значением loadavg более 1000

В каждом из этих запусков значение удерживалось от 1 часа до 3



# Планы на будущее

- Автоматизация проведения анализа для оперативного оповещения администраторов системы о наиболее важных полученных результатах;
- Исследование нелинейной зависимости между динамическими характеристиками;
- Применение методов машинного обучения для поиска аномалий;
- Применение разработанных методов на других вычислительных системах.

# Спасибо за внимание!

Мамаева Арина Алексеевна, [moslikt@gmail.com](mailto:moslikt@gmail.com)

Суперкомпьютерные дни в России, 25.09.2017

# Вклад в среднее значение характеристики отдельных задач

Для подсчета среднего значения динамической характеристики по всему потоку приложений используем средневзвешенное согласно затраченным ядро-часам значение:

$$\text{avg} = \frac{\sum_i (X_i Y_i)}{\sum_i Y_i}$$

$X_i$  – медиана характеристики  $X$  по каждой отдельной задаче,  
 $Y_i$  – число ядро-часов, затраченных данной задачей