

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»

Высшая школа электроники и компьютерных наук  
Кафедра «Электронные вычислительные машины»

## Исследование эффективности платформ управления вычислительными сервисами при организации туманных вычислений

Научный руководитель:  
канд. физ.-мат.наук, доцент  
Радченко Глеб Игоревич

Автор:  
студент кафедры ЭВМ  
Асташов Андрей Алексеевич

# Актуальность

Несмотря на успешное применение технологии контейнеризации, до сих пор облачные вычисления **не обеспечивают должного соответствия критериям** технологий интернета вещей.

Таким образом, исследование эффективности платформ контейнерной оркестрации при организации туманных вычислений является актуальной задачей развития концепции туманных вычислений.

# Задачи исследования

В ходе проведения исследования необходимо выполнить следующие задачи:

- 1) произвести подбор литературы, научных публикаций и интернет статей, необходимых для проведения исследования;
- 2) выполнить обзор платформ контейнерной оркестрации;
- 3) определить ключевые требования и критерии проведения исследования;
- 4) спроектировать и реализовать утилиту автоматического проведения испытаний;
- 5) выполнить исследование эффективности платформ контейнерной оркестрации при организации туманных вычислений;
- 6) проанализировать полученные результаты и сделать сопутствующие выводы.

# Цели исследования

Целью данной работы является исследование эффективности платформ оркестрации контейнеризированных вычислительных систем при организации туманных вычислений.

В данном исследовании будут проведены следующие испытания для платформы оркестрации контейнеризованных приложений Docker Swarm:

- 1) измерение времени развертывания одного контейнера в кластере;
- 2) измерение времени развертывания группы контейнеров в кластере;
- 3) измерение времени горизонтального масштабирования существующих контейнеров;
- 4) измерение временных задержек между сервисами в кластере.

# Определение требований

Для достоверного проведения исследования для разных инструментов контейнерной оркестрации необходимо создать идентичные условия выполнения тестирований и провести ряд повторений каждого испытания для достижения достоверных результатов. Для этого воспользуемся предоставляемыми Amazon Web Services виртуальными машинами.

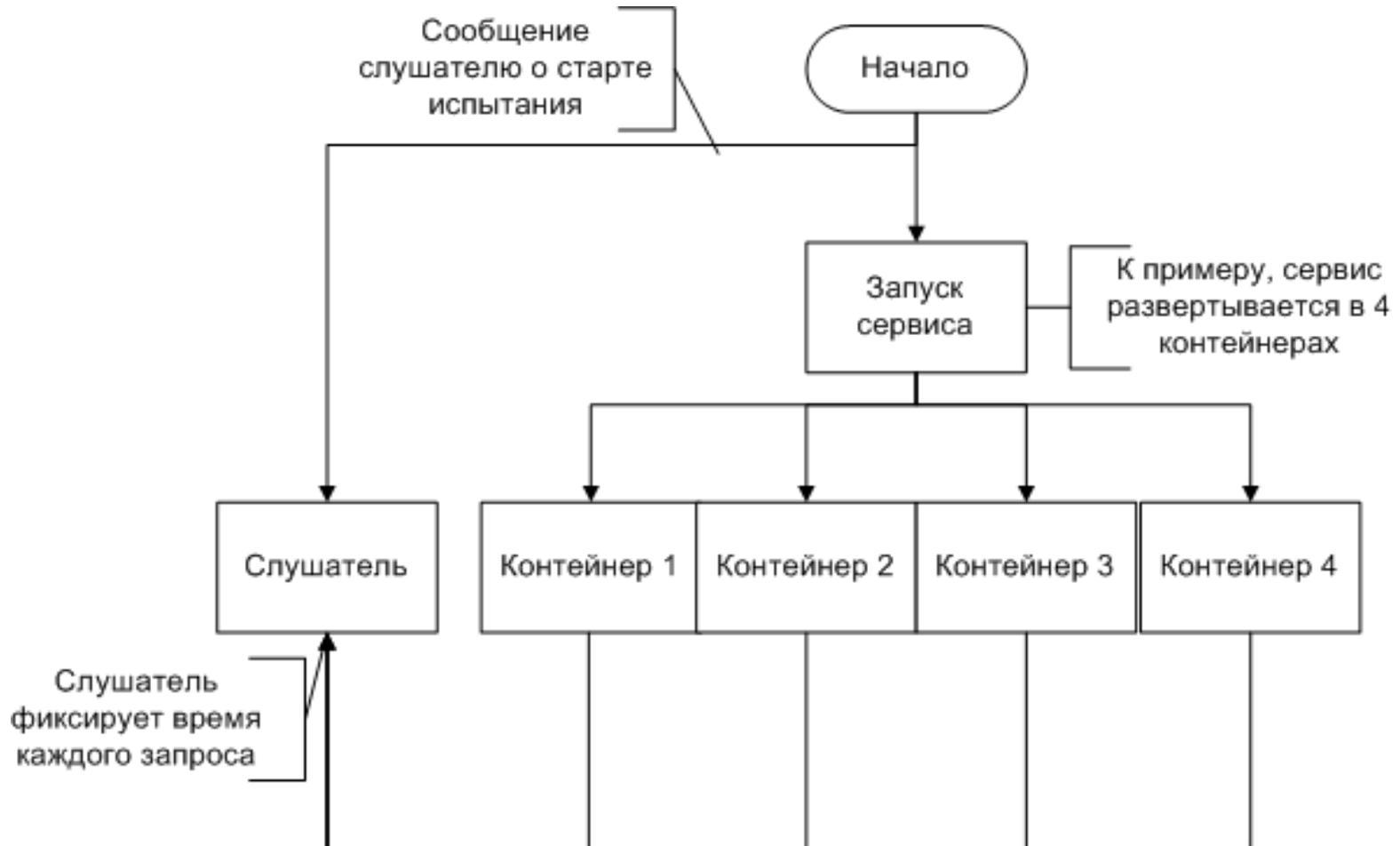
Перечислим значимые характеристики:

- 1) количество виртуальных машин: 3;
- 2) предустановленная операционная система: Linux Ubuntu Server 16.04 LTS x64;
- 3) количество процессорных ядер каждой виртуальной машины: 2;
- 4) объем оперативной памяти каждой виртуальной машины: 4 Гб.

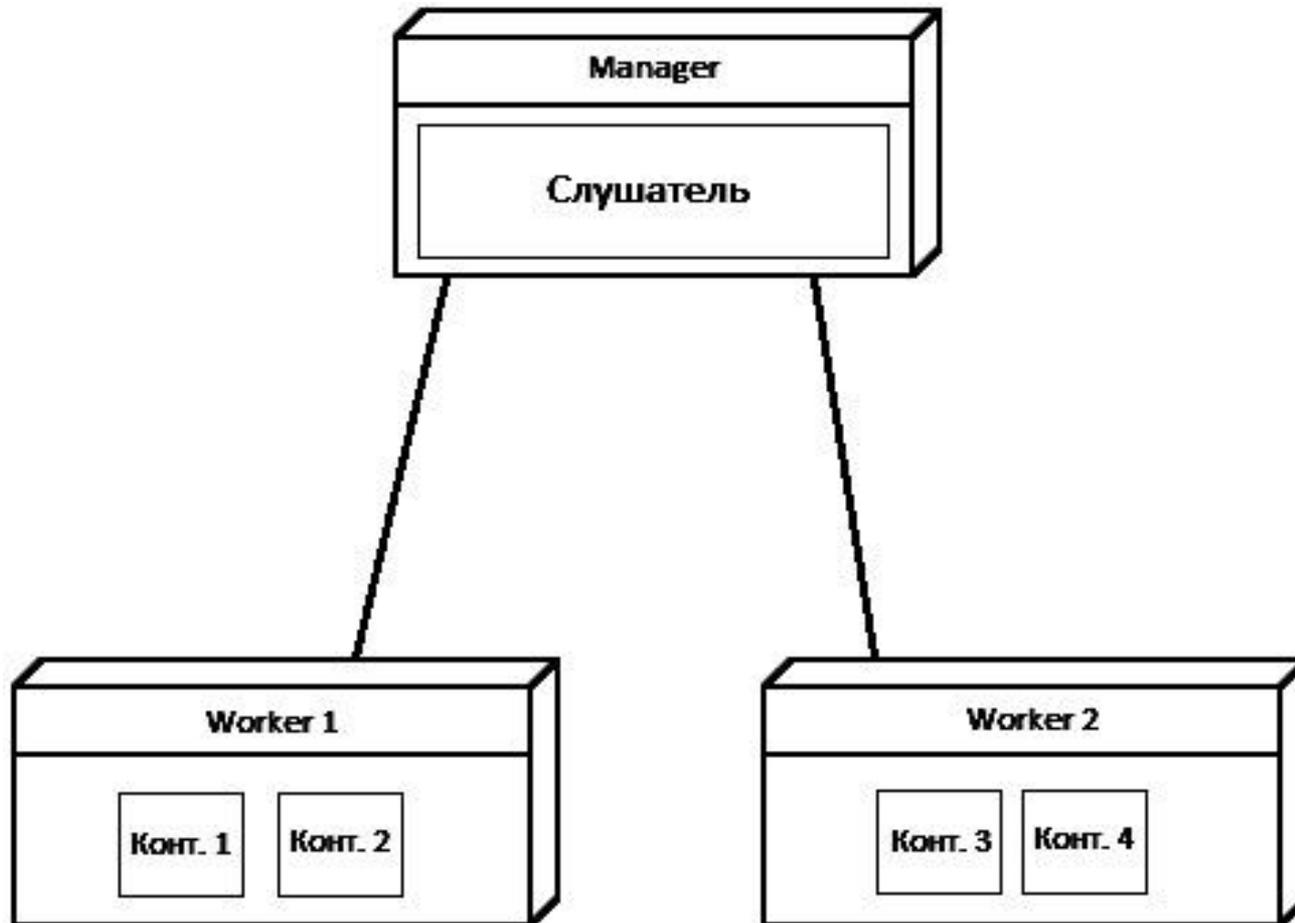
# Система проведения испытаний



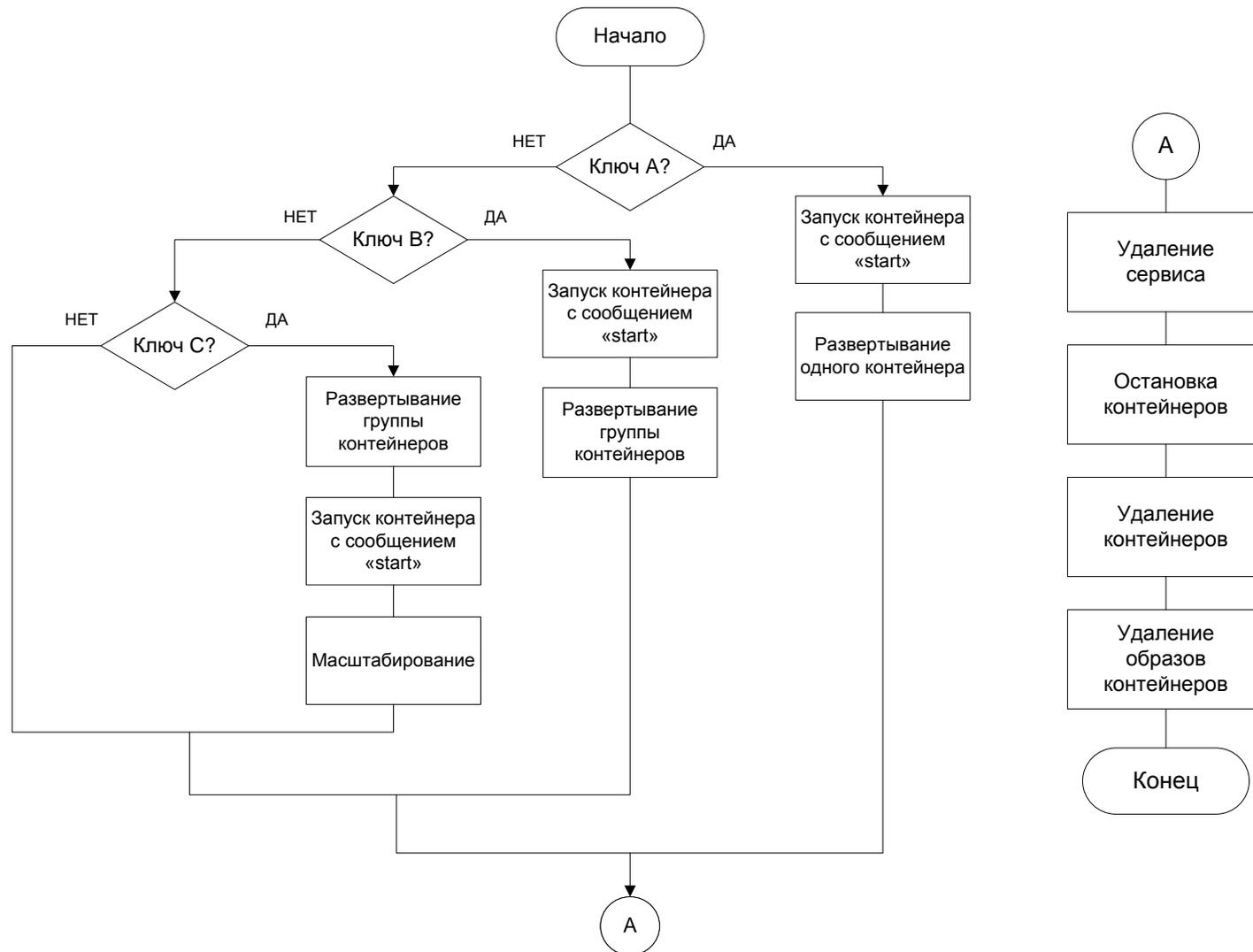
# Метод оценки времени выполнения испытания



# Диаграмма развертывания



# Разработка утилиты автоматизации испытаний



# Настройка хостов в AWS

Для проведения исследования был выбран Amazon Web Service в качестве сервиса, предлагающего услуги использования вычислительных мощностей.

Для проведения испытаний нам понадобятся виртуальные машины уровня t2.medium (vCPU: 2, RAM: 4 Гб) в количестве 3 экземпляров с предустановленной операционной системой Ubuntu Server 16.04 LTS.

<input type="checkbox"/>	Manager	i-069d5e8c7553faa1f	t2.medium	us-east-1f	 running
<input type="checkbox"/>	Worker	i-0b193f189808f2a40	t2.medium	us-east-1f	 running
<input checked="" type="checkbox"/>	Worker	i-0ba5e08c1a28a7ab6	t2.medium	us-east-1f	 running

# Проведение испытаний

## Испытание «Один контейнер»

N	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>	t <sub>7</sub>	t <sub>8</sub>	t <sub>9</sub>	t <sub>10</sub>
1	1852	1260	1866	2480	1072	1773	1130	2496	1857	2216

## Испытание «Группа контейнеров»

N	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>	t <sub>7</sub>	t <sub>8</sub>	t <sub>9</sub>	t <sub>10</sub>
2	1814	1793	1797	2384	2009	1800	1761	1139	1904	2168
4	1921	2386	2069	1914	1829	2875	1785	1822	2350	1736
8	2624	3385	2585	2531	3317	2575	2226	2960	2771	2538
16	4805	3728	5300	4217	3719	3906	4251	3973	4219	4793
32	6026	6288	6429	6191	6511	6813	6938	5894	6103	7178
48	8442	9132	7911	8437	8628	8071	7822	8365	7681	8411
64	9693	9903	10774	9766	10535	9943	10811	9836	9678	10234
128	18759	19690	19318	19266	19306	19416	18939	18859	19400	19056
150	23761	23284	23616	22577	23173	23256	23902	22913	23553	23640

## Испытание «Горизонтальное масштабирование»

N-M	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>	t <sub>7</sub>	t <sub>8</sub>	t <sub>9</sub>	t <sub>10</sub>
1-16	4043	4028	3073	3922	3914	3693	4388	3089	3338	3590
16-64	7525	6972	7770	7636	7837	7079	8734	6912	6772	6279

## Испытание «Latency»

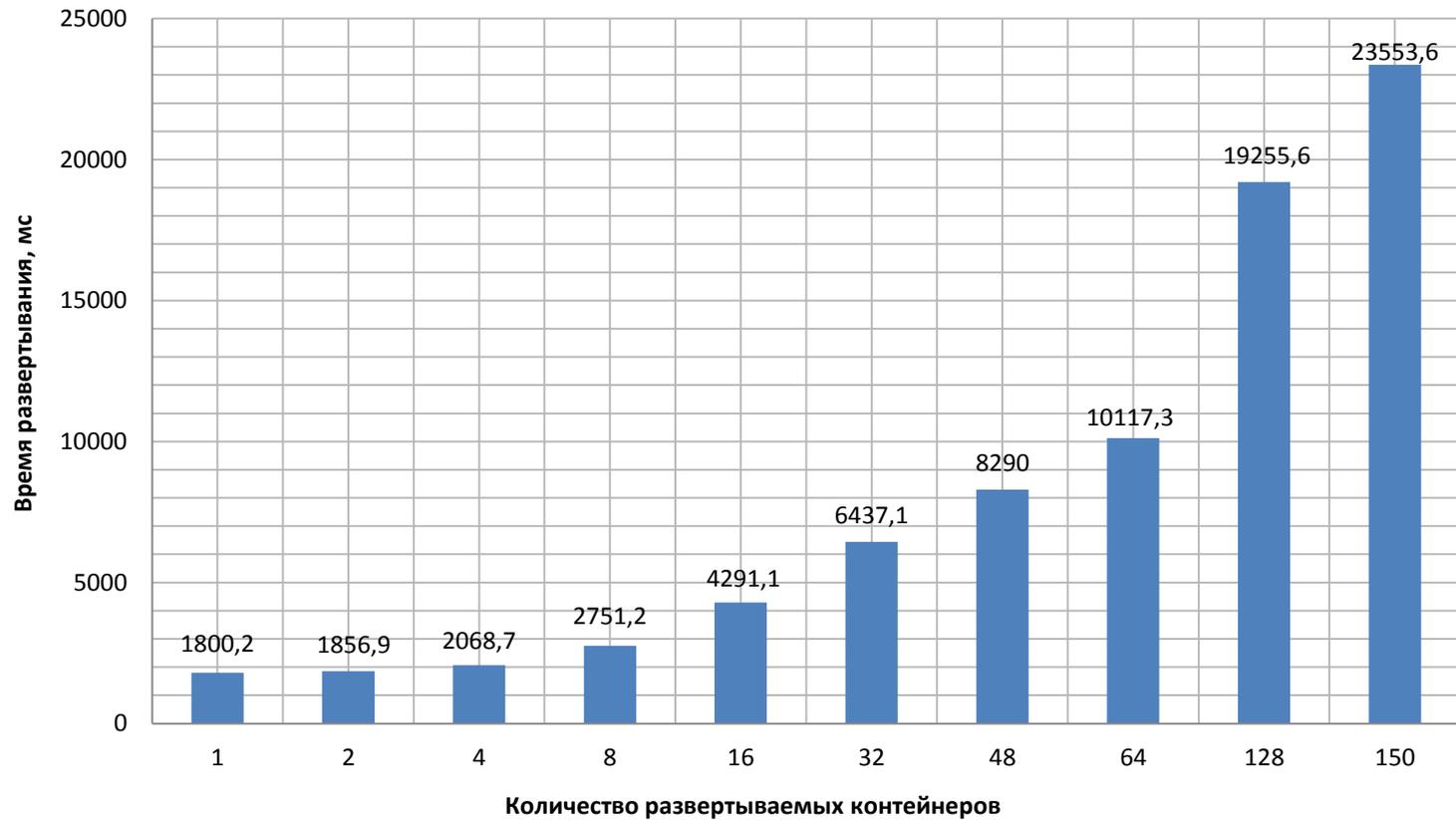
N	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>	t <sub>7</sub>	t <sub>8</sub>	t <sub>9</sub>	t <sub>10</sub>
10	0.127	0.112	0.108	0.096	0.109	0.109	0.111	0.110	0.108	0.110

# Итоговые результаты

Наименование испытаний	N	Среднее время, мс	Среднее время развертывания одного контейнера, мс
Время развертывания одного контейнера в кластере	1	1 800,2	1 800,20
Время развертывания группы контейнеров в кластере	2	1 856,9	928,45
	4	2 068,7	517,18
	8	2 751,2	343,90
	16	4 291,1	268,19
	32	6 437,1	201,16
	48	8 290,0	172,71
	64	10 117,3	158,08
	128	19 255,6	150,43
	150	23 533,6	157,02
	180	N/A	N/A
Время горизонтального масштабирования существующих контейнеров	1-16	3 707,8	247,19
	16-64	7 351,6	153,16
Временные задержки на передачу сообщений между хостами в кластере	10	0,11	N/A

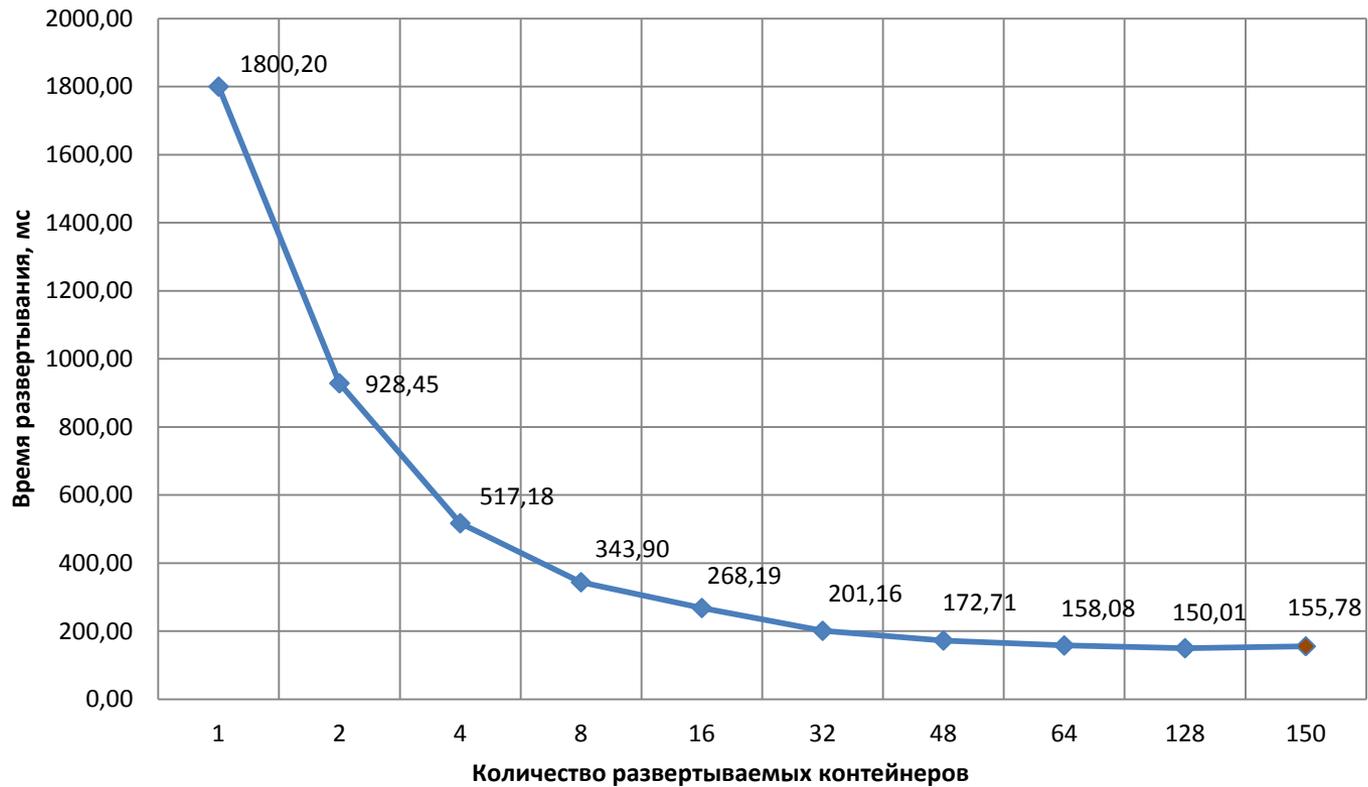
# Анализ данных

## Среднее время развертывания



# Анализ данных

## Среднее время развертывания одного контейнера



# Выводы

- 1) при увеличении количества контейнеров – время развертывания увеличивается;
- 2) при увеличении числа контейнеров среднее время развертывания одного контейнера уменьшается за счет распараллеливания процессов развертывания;
- 3) среднее время разведывания одного контейнера имеет точку насыщения;
- 4) масштабировать выгоднее, чем развертывать с нуля;
- 5) количество развертываемых контейнеров ограничено вычислительными мощностями кластера;
- 6) Docker Swarm обеспечивает беспрепятственное взаимодействие с Docker-контейнерами, прост в развертывании и освоении.

Данное исследование проводится в рамках разработки проекта:

Разработка моделей, методов и алгоритмов планирования контейнеризированных вычислительных ресурсов при исполнении потоковых приложений в рамках концепции цифрового предприятия РФФИ 18-07-01224



Участие в 73 студенческой научной конференции ЮУрГУ