

## АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К АВТОМАТИЧЕСКОМУ УПРАВЛЕНИЮ И РАСПРЕДЕЛЕНИЮ КОМПОНЕНТОВ ЭЛАСТИЧНЫХ СИСТЕМ

Мартынчук И.Г. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – д.т.н., профессор Алиев Т.И.  
(Университет ИТМО)

Несмотря на постоянное в течение последних трёх лет развитие алгоритмов автоматического управления ресурсами эластичных систем, их использование в условиях характерной для реальных нагрузочных процессов неоднородности характеризуется недостаточной точностью, что часто приводит к отказам в обслуживании, избыточному резервированию системных ресурсов, увеличению затрат на обслуживание и планирование вычислительной мощности системы. В рамках работы предложен способ измерения степени эластичности вычислительных систем, а также сформулирован подход к управлению вычислительными ресурсами таких систем с помощью комбинации аналитического моделирования и методов статистики и машинного обучения.

**Введение.** В настоящее время все большее количество приложений развёртывается на вычислительных ресурсах эластичных систем. Яркими примерами таких систем являются облачные платформы и системы контейнерной кластеризации, одним из основных свойств которых выступает горизонтальная масштабируемость. Из-за возрастающей сложности архитектуры современных приложений нагрузка на них приобретает всё большую неоднородность, так как распределяется по компонентам с разной функциональностью и временем обработки. Несмотря на постоянное в течение последних трёх лет развитие алгоритмов автоматического управления ресурсами эластичных систем, их использование в условиях характерной для реальных нагрузочных процессов неоднородности характеризуется недостаточной точностью, что часто приводит к отказам в обслуживании, избыточному резервированию системных ресурсов, увеличению затрат на обслуживание и планирование вычислительной мощности системы.

**Основная часть.** Целью работы является обеспечение возможности прогнозирования влияния неоднородных нагрузочных процессов на характеристики функционирования эластичных систем. Для достижения поставленной цели определен следующий ряд задач:

1. Предложить подход к измерению степени эластичности вычислительных систем.
2. Провести анализ типовых подходов к прогнозированию нагрузочных процессов в сфере облачных технологий и определить модели и методы статистики и машинного обучения, не удовлетворяющие требованиям быстродействия при работе в окружениях эластичных систем.
3. Сформулировать подход к управлению вычислительными ресурсами эластичных систем с помощью комбинации аналитического моделирования и методов статистики и машинного обучения.

В рамках исследования осуществляется разработка компонента управления с заложенной функциональностью по прогнозированию нагрузки на систему с помощью как аналитических методов теории массового обслуживания, так и численных методов статистики и машинного обучения. Данный подход позволит формировать рекомендации по использованию тех или иных методов в зависимости от характера создаваемой пользователями нагрузки.

В теории массового обслуживания вычислительные системы в большинстве случаев представляются в виде систем с очередями. Входящий поток запросов в систему задается с помощью некоторого распределения. Одним из важнейших параметров потока поступающих заявок является интенсивность. Однако при моделировании и расчете характеристик функционирования систем используются распределения со стационарными параметрами и,

соответственно, неизменной интенсивностью входящих потоков во времени. Процессы в реальных системах не обладают постоянной интенсивностью, являясь, таким образом нестационарными. Такие процессы имеют низкую степень теоретической проработанности с точки зрения аналитических методов теории массового обслуживания. Для обеспечения возможности исследования и прогнозирования процессов, протекающих в реальных системах, в работе предложено аналитическое представление нестационарных распределений с помощью описания функции плотности распределения, зависимости параметра распределения от времени, а также параллельной и последовательной композиции распределений.

Полученные аналитические модели позволяют оперативно оценить характер нагрузочного процесса в конкретный момент времени в условиях нескольких потоков пользовательских запросов.

Однако в случае появления сложных зависимостей параметра распределения от времени возникает проблема непосредственного получения функции изменения этого параметра.

Для решения данной проблемы было решено провести анализ моделей и численных методов прогнозирования процессов в сфере облачных технологий. По результатам анализа всех найденных открытых источников составлена классификация типовых подходов к прогнозированию нагрузочных процессов в сфере облачных технологий с помощью моделей и методов статистики и машинного обучения. В ходе проведения исследования выявлено, что точность прогноза того или иного подхода сильно зависит от характера нагрузочного процесса. Таким образом, подтверждается необходимость создания системы рекомендаций по использованию различных моделей и методов прогнозирования в тех или иных условиях. Из дальнейшей проработки было решено исключить ряд подходов, не удовлетворяющих требованиям быстродействия при работе в окружениях эластичных систем. Линейные методы статистики обладают низкой степенью адаптивности, таким образом требуя существенных вычислительных затрат на перерасчет необходимых коэффициентов при изменении характера нагрузочного процесса. Марковские модели, ровно как и генетические алгоритмы, обладают наибольшим временем обучения в виду высокой вычислительной сложности соответствующих методов.

**Выводы.** Основные результаты работы:

1. Предложен подход к измерению степени эластичности вычислительных систем.
2. По результатам анализа типовых подходов к прогнозированию нагрузочных процессов в сфере облачных технологий определены модели и методы статистики и машинного обучения, не удовлетворяющие требованиям быстродействия при работе в окружениях эластичных систем.
3. Сформулирован подход к управлению вычислительными ресурсами эластичных систем с помощью комбинации аналитического моделирования и методов статистики и машинного обучения.