

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ КОМПОЗИЦИИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ

И.Г. Мартынчук, С.А. Жмылёв
(Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Научный руководитель - Т.И. Алиев
(Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

В настоящее время широко распространены вычисления в облачных системах, предоставляющих широкий спектр решаемых задач при малом времени обработки пользовательских запросов. Примерами таких систем могут служить различные интернет-сервисы преобразования форматов изображений и медиа файлов, сервисы для выполнения математических расчетов и сервисы для коллективной работы с офисными документами. Ввиду того, что облачные системы, как правило, имеют веб-интерфейс, для работы с ними не требуется иметь специализированное программное обеспечение, поэтому постоянно увеличивается число их пользователей и возрастает суммарная нагрузка на них.

Поскольку реальные нагрузочные процессы не обладают свойством стационарности, широко используемые аналитические методы теории массового обслуживания не подходят для их описания и исследования. Кроме того, процесс поступления пользовательских запросов к крупным облачным приложениям представляет из себя совокупность некоторого числа потоков. Такие потоки могут отличаться не только интенсивностью, но и периодичностью из-за различного географического положения пользователей. Это затрудняет решение задачи проектирования облачной системы. Поэтому возникает необходимость разработки способа описания и моделирования нагрузочных процессов, не обладающих свойством стационарности и представляющими из себя совокупность нескольких потоков с различными параметрами. Процессы, определяющие нагрузку на облачные вычислительные системы, относятся к классу периодических нестационарных процессов, ввиду естественной периодичности нагрузки, создаваемой реальными пользователями таких систем.

В соответствии с этим была сформулирована цель работы: предложить метод композиции нестационарных распределений. Для достижения поставленной цели был определен следующий ряд задач.

1. Предложить способ описания нестационарных распределений в аналитической форме.
2. Составить аналитическую модель композиции нестационарных распределений.
3. На основе полученных аналитических зависимостей предложить метод композиции нестационарных распределений.
4. Проанализировать адекватность предложенных решений.

В ходе работы выявлено, что аналитическое представление нестационарных периодических распределений можно получить с помощью описания функции плотности распределения и зависимости интенсивности поступления заявок в систему от времени.

Для вычисления суммы этих распределений сделано предположение, что функция плотности распределения может быть представлена как свёртка исходных плотностей распределения, а для вычисления их композиции, плотность распределения можно рассчитать как полусумму.

В результате ряда имитационных экспериментов была подтверждена достоверность полученных аналитических результатов. Выявлено, что если сумма средних значений интенсивности не превышает интенсивность обслуживания, то, вне зависимости от суммы максимальных значений интенсивностей, система не перейдет в постоянно перегруженное

состояние. Таким образом, при достаточных емкостях накопителей в таких системах массовых потерь не возникает. Выявленное свойство позволяет делать выводы о целесообразности перераспределения нестационарной нагрузки в облачных системах для решения задачи автоматического масштабирования облака. Однако открытым остаётся вопрос выбора подходящих емкостей накопителей, чтобы система функционировала корректно, без массовых потерь заявок.

С учетом доверительных интервалов с доверительной вероятностью 95% и общепринятой погрешности имитационного моделирования в 5% можно сделать вывод, что при неизменных средних интенсивностях входящих потоков, суммарная интенсивность является их суммой.

По завершении работы достигнуты следующие результаты:

1. Предложено аналитическое представление нестационарных распределений с помощью описания функции плотности распределения и зависимости интенсивности поступления заявок в систему от времени.
2. Составлена аналитическая модель композиции нестационарных распределений.
3. На основе полученных аналитических зависимостей предложен метод композиции нестационарных распределений.