# 18. В чем основная проблема при сравнении альтернативных конфигураций систем? Перечислите проблемы обеспечения синхронизации случайных чисел.

**Основная проблема** заключается в том, что каждый раз, когда выполняется моделирование какой-нибудь системы с использованием случайных чисел, выходные характеристики будут отличаться от прогона к прогону даже при неизменной конфигурации системы. То есть, возникает вопрос, как сравнивать разные конфигурации системы, если даже для одинаковых конфигураций результат моделирования может обладать серьезным разбросом.

**Проблемы обеспечения синхронизации случайных чисел:**

1. Необходимость задавать свой уникальный поток случайных чисел для каждого элемента системы, который использует случайные числа. Например, если в системе массового обслуживания случайные числа берутся из одной и той же последовательности для генерирования интервалов времени между прибытиями требований и для генерирования времени обслуживания на каждом из устройств, то при добавлении еще одного устройства обслуживания или при изменении длительности обслуживания, те случайные числа, которые использовались для генерирования интервалов между поступлениями, будут использоваться для генерирования длительности обслуживания, и наоборот, рис. 13.3. Другими словами произойдет рассинхронизация случайных чисел, интервалы между прибытиями будут отличаться от интервалов между прибытиями при моделировании двух разных конфигураций, также и длительность обслуживания будет отличаться. На рисунке 13.З(а) для генерации интервалов поступления используется 1-ое, 4-ое случайное число, а на рис. 13.3(б) уже 1-ое и 5-ое.

Изображение выглядит как снимок экрана

Автоматически созданное описание

1. Следующей проблемой может быть использование другого закона распределения или другого алгоритма преобразования случайных чисел в одном из элементов, использующих случайные числа, при сравнении двух разных систем. Так, например, если в первой системе длительность обслуживания задавалась экспоненциальном законом распределения, а во второй системе нормальным законом распределения, то для генерации одного значения нормального закона распределения вместо одного базового случайного числа (для экспоненциального закона распределения) будет необходимо два базовых случайных числа методом Бокса — Мюллера или заранее неизвестное число базовых случайных чисел по методом полярных координат. Другим примером может быть изменение закона распределения длительности обслуживания с экспоненциального на равномерный, в этом случае, если в формуле для экспоненциального распределения была произведена замена 1-U на U, то получится что, когда длительность равномерной случайной величины больше средней, длительность экспоненциальной меньше средней, и наоборот, что приведет лишь к отрицательной корреляции случайных величин.

В таких условиях, когда изменяется алгоритм преобразования базовых случайных чисел, придется обеспечить механизм, позволяющий сохранить положительную корреляцию случайных чисел. То есть в этом примере, когда

равномерная случайная величина принимает большое значение, то и экспоненциальная и нормальная случайная величина должна также принимать большие соответствующие значения.

Вообще по возможности при моделировании законов распределения следует всегда использовать метод обратной функции, который на одно значение по заданному закону распределения всегда требует лишь одну базовую

случайную величину. Более того, так как функция распределения всегда возрастающая, то увеличение базовой случайной величины всегда сопровождается увеличением заданной случайной величины.

1. Другая проблема, которую желательно обойти, это ограниченность случайных чисел в каждом из потоков. При длительном моделировании случайные числа могут закончиться в некоторых потоках, следует предусмотреть достаточное расстояние между начальными позициями таких потоков, чтобы потоки не пересекались. Простым выходом из ситуации является следующее, вместо потоков 1, 2 и 3, использовать потоки 1, 3 и 5, т.е. используются потоки удвоенной длины.

Похожая проблема возникает при повторных прогонах, когда хочется оценить среднее значение для разницы между двумя системами. Новый прогон систем надо начинать выполнять с новыми случайными числами. Для этого удобно использовать следующий подход: при первом прогоне для обеих систем используются потоки 1, 2 и 3, во втором прогоне потоки 4, 5 и 6, в третьем 7, 8, и 9, и так далее. Тогда выходные характеристики будут каждый раз разные, но при этом условия для сравнения альтернативных систем будут одинаковыми.

Самое главное, на что нацелен метод общих случайных чисел, это обеспечение одинаковых условий во время сравнения систем. В зависимости от моделей, случайные числа могут быть использованы в любой части моде-

ли. А сравнивая разные конфигурации систем иногда надо потратить немало усилий на то, чтобы обеспечить одинаковые условия для сравнения. Тем не менее, все эти усилия полностью окупаются полученными преимущества-

ми от использования такого подхода.

Крайне неправильно сравнивать какие-либо системы лишь по одному

прогону, особенно если не реализован метод общих случайных чисел. Сравнение следует производить с помощью построения доверительного интервала для разности между математическими ожиданиями.