**БУТСТРЕП-ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНКИ ВЕЛИЧИНЫ ФИНАСОВОГО РИСКА**

**В. А. Балаш**

*Саратовский госуниверситет, Саратов, Россия*

Потребность в генерации обучающих и контрольных выборок возникает при применении многих процедур оценивания и оптимизации финансового риска. В том числе, при расчете основных показателей риска, бэк-тестировании, сценарном анализе.

К достоинствам расчета показателей финансового риска по историческим данным следует отнести простоту использования, независимость от модельных предположений. При подборе исторических данных необходимо соблюдать условие, что в пределах выбранного временного горизонта ситуация на финансовом рынке будет сходна с тенденциями сложившимся в прошлом. Это серьезно огранивает длину обучающей выборки. Кроме того, часть данных необходимо резервировать для контроля и бэк-тестирования. При сценарном анализе расчеты желательно выполнять несколько раз, каждый раз используя новые обучающие, контрольные и тестовые временные последовательности. Желательно, чтобы процесс генерации данных этих последовательностей обладал характерными для исходного временного ряда свойствами.

Пусть  - множество наблюдений из последовательности , . Будем предполагать, что  является реализацией стационарного процесса в дискретном времени. Задача состоит в генерации на основе данных множества сценариев , где *S* - число сценариев, *L* – длина временного ряда в каждом из сценариев.

Бутстреп-процедуры позволяют легко генерировать большое количество сценариев, не требуют дополнительных предположений о законе распределения моделируемых случайных величин, относительно просты в реализации. Однако, в случае финансовых временных рядов данные не могут рассматриваться как последовательность независимых наблюдений. Использование случайных выборок с заменой разрушает сложившиеся временные взаимосвязи.

Если в качестве исходных данных используются временные ряды доходностей активов, то при генерации сценариев необходимо стремиться сохранить как структуру кросс-корреляций доходностей, так и временные взаимосвязи волатильностей.

Частично сохранить временные взаимосвязи позволяют различные модификации блочного бутстрепа, а также бутсреп процедуры, основанные на идеях метода *k*-ближайших соседей. В случае блочного бутстрепа данные из исходной выборки извлекаются не по одному, а блоками из нескольких последовательных членов временного ряда. Следует упомянуть такие алгоритмы как *moving block bootstrap, nonoverlapping block bootstrap, circular block bootstrap, stationary bootstrap*. В первых трех случаях выборки формируются методом извлечения с возвращением из блоков заранее заданной длины. Различаются лишь процедуры выбора блоков. В случае стационарного бутстрепа длина блока не определена заранее, а является случайной величиной.

Если длина блоков достаточно велика, то можно надеяться на сохранение временных взаимосвязей в полученном временном ряду, так как доля скачков на границах блоков, вносящих серьезное искажение в структуру временных зависимостей, относительна невелика. Но, если длина блока чрезмерно велика, возникает эффект повторяемости данных. При малой длине блоков, структура временных взаимосвязей серьезно искажается.

Сгладить эффект скачков при блоках малой длины позволяет использование бутстреп метода *k*-ближайших соседей (*KNN-bootstrap*). В этом случае вероятности извлечения блоков не одинаковы, более близкие в заданной метрике соседи имеют большую вероятность быть выбранными в схеме случайного выбора. Пусть *k* - число ближайших соседей, для наблюдения завершающего текущий блок. Отбор в выборку осуществляется по определенной схеме из блоков, начинающихся за следующим после одного из ближайших к указанному наблюдению соседей в исходном временном ряду. Вероятность выбора блока может быть либо одинаковой, либо убывать по мере увеличения расстояния от текущего наблюдения.

 Для генерации сценариев расчета показателей финансового риска для портфеля активов был реализован следующий алгоритм:

* по наблюдаемым значениям цен активов  вычислялись доходности ;
* выполнялась декомпозиция временного ряда  на две компоненты: волатильности и случайного шума :. Волатильности рассматривались как автокоррелированные и кросс-коррелированные величины, тогда как шум – кросс-коррелированные компоненты. Волатильности  оценивались как прогнозные значения по модели условной гетероскедастичности GARCH(1,1), затем вычислялись остаточные члены ;
* на основании последовательности волатильностей  методом KNN-стационарного бутстрепа генерируровались выборки для волатильности;
* генерировались бутстреп выборки для случайных ошибок ;
* порождался ряд доходностей  .

 В докладе рассматриваются результаты применения описанного подхода для расчета и тестирования величины капитала под риском для портфеля с наименьшим риском при заданной доходности по данным российского фондового рынка за 2011-2012 годы.