

Сведения о выполненных работах 2023 году
по проекту «**Эконометрические и вероятностные методы для анализа
финансовых рынков сложной структуры**»,
поддержанному Российским научным фондом

Соглашение № 20-61-47043

Руководитель: канд. физ.-мат. наук Пчелинцев Евгений Анатольевич

В 2023 году проводились работы по разработке вероятно - статистических методов и алгоритмов анализа экономических и финансовых систем, определяемых стохастическими разностными и стохастическими дифференциальными уравнениями. Найдены условия на страховые модели Спарре Андерсона, обеспечивающие степенную скорость убывания вероятности разорения как функции начального капитала для страховых компаний, инвестирующих свой капитал в финансовые рынки со стохастической волатильностью, моделируемой стационарными марковскими процессами с конечным числом состояний. Найдены условия, при которых компании разоряются с вероятностью единица. На основе метода стохастического динамического программирования построены оптимальные стратегии потребления и инвестирования на финансовых рынках с рэндом со стохастической волатильностью, изучено классическое решение уравнение Гамильтона–Якоби–Беллмана для этих задач и доказана соответствующая проверочная теорема. Продолжились исследования на основе метода стохастического динамического программирования задачи оптимального потребления и инвестирования для логарифмических функций полезности на финансовых рынках, определяемых на основе негауссовских семимартингалов со скачками, описываемых процессами Леви. При этом задача оптимизации инвестиционных портфелей исследовалась при наличии операционных издержек на финансовых рынках. В отчетном периоде так же, как и в прошлом году, нейтрализация издержек проводилась на основе метода Леланда-Лепинета, но при этом были найдены равномерные оценки скорости сходимости суммарных издержек на всем временном интервале в достаточно широком классе рыночных моделей. В итоге с помощью полученных оценок установлено свойство робастности построенных стратегий. Разработаны процедуры скорейшего обнаружения моментов изменений вероятностных характеристик в финансовых временных рядах с непараметрической неопределенностью при неизвестном распределении после разладок. На основе метода геометрической эргодичности и концентрационных неравенств найдена скорость обнаружения разладок и на основе метода нижних границ для байесовских процедур обнаружения установлена асимптотическая оптимальность в минимаксном смысле относительно риска, определяемого средним временем запаздывания при условии стремления к нулю вероятностей ложных тревог. В качестве примеров рассмотрены авторегрессионные статистические модели и модели, определяемые многомерным стохастическим разностным уравнением с неизвестными распределениями шумов, определяемыми с точностью до бесконечномерного функционального непараметрического класса. Разработаны адаптивные методы

выбора моделей для непараметрической калибровки моделей финансовых рынков, описываемых семимартингальными процессами со скачками, определяемыми обобщенными полумарковскими процессами по наблюдениям в дискретные моменты времени. Найдены условия на частоту поступления наблюдений, при которых в получены точные неасимптотические оракульные неравенства для классических и робастных квадратических рисков. В качестве применения разработанных адаптивных методов рассмотрены регрессионные модели больших данных (Big Data), в которых число неизвестных параметров превышает число наблюдений. Такие регрессионные модели используются для анализа финансовых рынков с бесконечно дифференцируемыми коэффициентами. Отметим, что представление неизвестных регрессионных функций в виде линейной комбинации конечного, но неизвестного числа базисных функций, позволяет включить их в любой соболевский эллипс с коэффициентами, растущими со степенной скоростью к бесконечности, но неизвестным радиусом. В проекте такие задачи изучены с позиций непараметрического оценивания, позволяя при этом оценить неизвестную функцию со скоростью сходимости сколь угодно близкой к параметрической, поскольку можно подобрать любой соболевский эллипс, относительно которого разработанная адаптивная процедура выбора моделей является эффективной в минимаксном смысле со скоростью сходимости, определяемой регулярностью функций в выбранном эллипсе. Для таких моделей (на основе полученных результатов) разрабатываются асимптотически эффективные статистические процедуры оценивания выбора модели без использования условий «разреженности» параметров (преимущество в наличие нулевых параметров), а также в построении процедур оценивания не используется размерность параметров, которая при непараметрическом подходе считается неизвестной. Изучены свойства оценок максимального правдоподобия параметра задержки стохастических дифференциальных уравнений в условиях априорной неопределённости. Разработаны вычислительно простые процедуры статистического оценивания, основанные на многошаговых оценках максимального правдоподобия. Получены новые асимптотические выражения (более точные по сравнению с известными при наличии последних) для одномерных и двумерных законов распределения предельных характеристик гауссовских случайных процессов. Проведены результаты статистического моделирования, определяющие границы применимости предложенных аналитических методов.

Ссылки на Интернет-ресурсы:

<https://www.doi.org/10.1016/j.jmaa.2023.127668>

<https://epubs.siam.org/doi/10.1137/S0040585X97T991374>

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-35311-6_27#Abs1

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-35311-6_25

<https://link.springer.com/article/10.1007/s00780-023-00521-1>

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54944427>