

**ВЕРОЯТНОСТНО-ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ.**

**ЧАСТЬ II. ДЕКОМПОЗИЦИОННЫЙ И КОМБИНИРОВАННЫЙ
ПОДХОДЫ. (НА ОСНОВЕ МЕТОДА «ГУСЕНИЦА»-SSA)**

Щелкалин В. Н.

Научный консультант – д.т.н., проф. Тевяшев А. Д.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Ленина, 14, каф. прикладной математики,
тел. +38(057)702-13-35), e-mail: vitalii.shchelkalin@gmail.com

In presented work the decomposition and combined forecasting methods based on “Caterpillar”-SSA method is presented.

Развитие методов математического моделирования, прогнозирования и управления определяется степенью математического описания процессов, явлений и объектов, имеющих место в различных отраслях науки и техники с учётом математических и технических как достоинств и достижений, так и недостатков и ограничений, а также с учётом качества и объёма выборки данных и ограничений на ресурсы, в том числе и временные, формирования математической модели, адекватной процессу.

Для каждой конкретной области, при выборе наиболее подходящих моделей и методов прогнозирования процессов, принимают во внимание следующие характеристики: способ моделирования различных составляющих (трендовой, циклических, сезонных, остаточной и пр.) [1, 3] или менее интерпретируемых компонент разложения временных рядов (в.р.); способ моделирования латентных взаимосвязей в.р.; способ учёта влияния внешних факторов на процесс; способ нелинейного моделирования в.р.; способы моделирования случайных составляющих в.р., способ кластеризации в.р. на участки со схожей структурой и пр.

Метод «Гусеница»-SSA автором применялся для фильтрации сигналов, разделения краткосрочной от долгосрочной памяти процесса, коинтеграции взаимосвязанных процессов, декомпозиции временных рядов на различные составляющие; для быстрой грубой идентификации декомпозиционной искусственной нейронной сети; для разделения на составляющие при синтезе финитного апериодического регулятора в случае использования метода в теории управления и решения др. задач [1].

Суть же предложенных декомпозиционного и комбинированного методов прогнозирования состоит в декомпозиции в.р. (прогнозируемого и экзогенных) методом «Гусеница»-SSA на составляющие, которые в свою очередь могут быть разложены на компоненты с более простой для идентификации структурой; в отборе каким-либо методом из этих составляющих конструктивных и отбрасывании деструктивных; в идентификации для тех из конструктивных составляющих, которые имеют упреждающий

характер на прогнозируемый в.р., или наоборот интервал запаздывания которых меньше требуемого интервала упреждения прогнозирования, мат. моделей Бокса-Дженкинса (при декомпозиционном подходе) или мат. моделей с наиболее подходящими структурами для каждой конкретной составляющей в.р. (при комбинированном подходе) и расчёт их прогнозов с требуемым упреждением; в использовании полученных моделей или как гребёнки фильтров (в случае моделирования сигналов), или как ансамбля моделей, подавая на вход MISO модели или использовать как составляющие комбинированной математической модели, параметры которой далее совместно подстраиваются оптимизационным методом [1].

Таким образом, для получения адекватных моделей сложных нестационарных процессов, особенно генерируемых несколькими источниками, и высококачественных прогнозов необходимо производить их декомпозицию и комбинировать модели с разными структурами.

Как показано в [4, 1, 3] для фильтрации, моделирования сигналов достаточно хорошо используются анализ главных компонент (РСА), лежащий в основе метода «Гусеница»-SSA совместно с вейвлетами. Перспективным развитием таких сочетаний методов является многомасштабный анализ главных компонент (МРСА), в котором РСА применяется не только к самому сигналу, но и к вейвлет-коэффициентам и вейвлет-компонентам многомерного сигнала.

Предложенные в работе методы построения моделей являются некоторым промежуточным подходом между классическими регрессионными и современными нейросетевыми и более формализованы по выбору структуры и экономны по временным затратам, при этом их модели являются квазиоптимальными по детализации.

Конечно же, при синтезе, представленных в работах параметрических моделей объектов автоматизации, вводимых в постоянную эксплуатацию, необходимо придерживаться всех стадий инженерного моделирования [2].

1. Щелкалин В. Н. Математические модели и методы, основанные на совместном использовании идей методов «Гусеница»-SSA и Бокса-Дженкинса // Материалы IX Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления», SICPRO '12, Москва, 30 января - 2 февраля 2012 г.

2. Гинсберг К. С. Концепция научного проектирования инженерного моделирования для слабо изученных объектов управления: новый подход к проблемам структурной идентификации // там же. С. 802 – 828.

3. Модель АРСПСС и декомпозиционный метод моделирования и прогнозирования сигналов на основе метода «Гусеница»-SSA // труды 14-й Международной конференции «Цифровая обработка сигналов и её применение – DSPA-2012», 28 - 30 марта 2012 г. – С. 457 – 461.

4. Смоленцев Н. К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB. – М.: ДМК Пресс, 2008. 448 с.