# На правах рукописи

## Лисунов Алексей Александрович

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ, ОПИРАЮЩИХСЯ НА ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Направление 230100.68 «Информатика и вычислительная техника» магистерская программа «Автоматизированные системы обработки информации и управления»

(Направление 230400.68 «Информационные системы и технологии» магистерская программа «Безопасность информационных систем»)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание академической степени магистра

Нижний Новгород – 2013

Работа выполнена на кафедре «Информатика и системы управления» ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ)»

**Научный руководитель:** доктор технических наук,

профессор Соколова Э.С.

**Рецензент:** кандидат технических наук,

доцент Макаров В.А.

Защита состоится «27» июня 2013 г. в 10 часов в аудитории 4403 в Нижегородском государственном техническом университете по адресу: 603600, г. Нижний Новгород, ГСП-41, ул. К.Минина, 24.

# ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

## Актуальность темы магистерской работы

Под прогнозированием понимают предсказание будущих значений временного ряда на основе его значений в прошлом, и, возможно, дополнительной информации. Такую дополнительную информацию представляют влияющие на ситуацию внешние факторы.

Временной ряд (или ряд динамики) — это собранный в разные моменты времени статистический материал о значении каких либо параметров (в простейшем случае одного) исследуемого процесса. Каждая единица статистического материала называется измерением или отсчётом. Во временном ряде каждому отчету должно быть указано время измерения или номер измерения по порядку. Временной ряд существенно отличается от простой выборки данных, так как при анализе учитывается взаимосвязь измерений со временем, а не только статистическое разнообразие и статистические характеристики выборки.

Прогнозирование - чрезвычайно востребованный механизм. Будущее многих явлений неизвестно, но весьма важно для решений, принимаемых в настоящий момент. К процессам, настоятельно требующим применения процедур прогнозирования, относятся: бизнес планирование, метеорология, методы анализа валютного рынка, предсказание землетрясений и т.д.

Кроме того, применение прогностических моделей, например, в производстве, совместно с системой управления производственного процесса, существенно повышает безотказность работы оборудования, так как позволяет предсказать возможное отклонение в поведении устройства и провести соответствующие действия по предотвращению возможных последствий.

Однако существующие методы прогнозирования вычисляют результат с некоторой погрешностью, обусловленной действием внешних факторов (шума) на исследуемый временной ряд. Эта погрешность обуславливает отличие результатов работы прогностических моделей в различных ситуациях.

Различные методы прогнозирования дают разные результаты для одного и того же анализируемого временного ряда. Отличие результатов работы обуславливается различной сложностью алгоритмов прогнозирования, а также узкой применимостью некоторых прогностических методов. Так, например, если какой либо метод неприменим к конкретному временному ряду, то опираться на него при использовании системы управления может быть небезопасно, так как результаты работы данного алгоритма могут быть неверными.

Например, некоторые методы прогнозирования неприменимы к резко изменяющимся временным рядам, они могут быть использованы лишь при прогнозировании монотонно изменяющихся временных рядов.

Рассматривая реальные процессы, например в производстве, предполагается, что временной сигнал для конкретного процесса ведет себя стабильно, постоянно, в рамках заранее определенного интервала. И отклонение в поведении временного сигнала сигнализирует о проблемах в системе.

Анализируя вышесказанное, понятно, что для конкретного временного сигнала появляется необходимость определить наиболее пригодный метод прогнозирования, который с наибольшей точностью мог бы предсказывать дальнейшее поведение анализируемого временного ряда и вовремя сигнализировать в случае отклонения сигнала от заданного интервала.

На данный момент не существует алгоритма, показывающего наилучшие результаты работы по сравнению с остальными алгоритмами при любых ситуациях. Для каждого анализируемого временного ряда необходимо подбирать собственный алгоритм прогнозирования.

Поэтому при использовании той или иной прогностической модели совместно с системой управления возникает потребность в том, чтобы определить, какая модель будет показывать наилучшие результаты в конкретной ситуации.

Из вышеописанного логично следует необходимость новой методики определения пригодности прогностической модели к конкретному временному процессу.

В описываемой работе предложен гибкий метод анализа эффективности систем управления, опирающихся на прогностические модели для конкретных временных сигналов. Представлен инструмент сравнительного анализа результатов работы метода. Показаны преимущества использования нового подхода на примерах анализа работы нескольких прогностических моделей для реальных временных процессов, а также для искусственно сгенерированного сигнала, имитирующего выход оборудования из строя.

Отметим, что задача автоматизированного определения коэффициента сглаживания, используемого системой управления при генерировании управляющих воздействий на временной ряд, в данной работе не рассматривается. Наилучшее значение данного коэффициента определяется вручную, при тестировании конкретного прогностического алгоритма с конкретным временным сигналом. Нахождение оптимального значения коэффициента сглаживания является условием достоверного анализа систем управления, опирающихся на прогностические модели.

## Постановка задачи

В результате проведенных исследований в области анализа эффективности систем управления, опирающихся на прогностические модели, в работе сформулированы следующие задачи:

* Разработать метод, позволяющий проводить анализ эффективности прогностических моделей, применяющихся для работы систем управления, путем анализа результатов работы систем управления для конкретных временных сигналов.
* Предусмотреть возможность проводить анализ работы прогностического алгоритма для различных входных временных сигналов.
* Предусмотреть возможность варьировать прогностическими моделями, а также системами управления, для тестирования различных комбинаций для конкретного временного ряда. Т.е. сделать метод как можно более гибким, адаптирующимся к входным данным.
* Разработать инструмент, позволяющий эффективно проводить сравнительный анализ результатов работы систем управления.
* Экспериментально подтвердить эффективность предложенного метода.

## Методы исследования

Для решения поставленной задачи в работе использовались понятия и методы теории статистического анализа и обработки временных рядов, теории систем автоматического управления, а также алгоритмы теории прогнозирования временных рядов.

Для практической апробации разработанных алгоритмов применено программное моделирование анализа эффективности систем управления, опирающихся на прогностические модели, разработанное на языке C# с использованием библиотеки классов alglib в интегрированной среде разработки Visual Studio 2010.

## Научная новизна полученных результатов

Научная новизна заключается в разработке и реализации применения механизма сравнительного анализа, а также графического моделирования для анализа эффективности систем управления, опирающихся на прогностические модели, с целью сокращения расходов при отыскании наиболее применимого прогностического алгоритма.

Результаты были получены на основе детального исследования модели, моделирующей воздействие системы управления на временной ряд за счет реализации механизма графического моделирования для проведения сравнительного анализа.

Промежуточные результаты работы были представлены на Международной научно-технической конференции “Информационные системы и технологии” ИСТ-2012г., посвященной 95-летию Нижегородского политехнического института.

## 

## Практическая ценность

Практическая ценность полученных результатов обусловлена наличием разработанной и реализованной программной системы, позволяющей пользователю при минимальных затратах проводить анализ работы систем управления, опирающихся на прогностические модели, для нахождения наиболее применимой и оптимальной комбинации для конкретного анализируемого временного процесса.

Значимым результатом является возможность гибко комбинировать системы управления и прогностические модели для отыскания наиболее оптимальной их комбинации. При этом не требуется производить каких-либо специфичных действий при изменении комбинаций – достаточно лишь настроить предлагаемые параметры работы системы управления и прогностической модели.

Результаты реализации методов и алгоритмов были апробированы на Международной научно-технической конференции “Информационные системы и технологии” ИСТ-2012г., посвященной 95-летию Нижегородского политехнического института.

Программные продукты реализованы на языке C# в интегрированной среде разработки Visual Studio 2010.

## 

## Основные положения, выносимые на защиту

* Алгоритм анализа эффективности прогностических моделей, применяющихся для работы систем управления.
* Алгоритм сравнительного анализа прогностических моделей.
* Исследование и анализ результатов применения предложенной модели для реальных временных рядов.
* Программная реализация разработанного метода.

**Структура и объем работы**

Магистерская работа состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка и приложений. Общий объём работы составляет 90 страниц текста, содержащего 21 рисунок и 1 таблицу. Список литературы содержит 35 наименований.

**ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обосновывается актуальность темы диссертационной работы, формируются цели и направления исследований, выносимых на защиту, определена научная новизна и практическая ценность полученных результатов, определяются выносимые на защиту положения.

**В первой главе** исследуется состояние проблемы……………..

**Во второй главе** рассматривается…………………………………

**В третьей главе** разрабатывается ………………………………..

**В четвертой главе** приведены результаты применения разработанного метода ………………………………..

**В заключении** формулируются основные результаты, полученные в магистерской работе.

**СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**