

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ИНСТИТУТ ИНФОРМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ РОС-  
СИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(СПИИРАН)

199178 Санкт-Петербург, 14 линия, д.39. Тел.:(812)328-3311 Факс: (812) 328-4450;  
E-mail:spiiran@iias.spb.su; http://www.spiiras.nw.ru  
ОКПО 04683303, ОГРН 1027800514411 ИНН/КПП 7801003920/780101001

---

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Ирины Александровны Тиминой *Автоматизированное проектирование на основе модели прогнозирования нечетких тенденций метрик проектной деятельности*, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.13.12 — *Системы автоматизации проектирования (промышленность)* и 05.13.18 — *Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)*.

### **Актуальность избранной темы научного исследования**

Диссертация И.А. Тиминой посвящена решению актуальной научной задачи разработки математического и программного обеспечения для управления массивом проектов крупной проектной организации на основе анализа и моделирования состояния метрик проектов программно-аппаратных комплексов.

На этапе разработки программно-аппаратных комплексов для хранения проектных документов и исходных кодов программы наиболее широко используется система контроля версий (СКВ) проекта, которая наряду с архивом конструкторско-технологической информации, составляет проектный репозиторий. В ходе проектирования в архиве и СКВ проектного репозитория регистрируется множество различных событий, которые связаны с

сущностями проекта. Некоторые проекты используют ранее разработанные решения, так как это значительно сокращает сроки выполнения. В крупных проектных организациях одновременно реализуется множество активных проектов. Причем, из-за длительного жизненного цикла проектов, многочисленные модернизации технической системы можно рассматривать как отдельный проект. Естественным агрегатором сущностей всех версий проектов является система контроля версий (СКВ), так как вбирает в себя всю информацию по работе над проектом. Поэтому в крупных проектных организациях появляется достаточно сложный контур метауправления. Существует проблема своевременного мониторинга состояния работ над всеми проектами, для чего необходим инструмент автоматизации проектирования, который позволит не только отслеживать проектные события, но и управлять ими на основе прогнозирования проектных метрик, представленных временными рядами. Следовательно, тема диссертационного исследования Тиминой И.А. актуальна.

### **Структура и содержание диссертационной работы**

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения, списка литературы из 145 наименований и 7 приложений. Работа изложена на 176 страницах, включая 41 таблицу и 33 рисунка. Приложения содержат дополнительные сведения о разработке и внедрения результатов диссертационного исследования.

**Во введении** рассмотрена актуальность работы, определена цель и задачи исследования, сформулированы теоретическая значимость и практическая ценность результатов исследования, а также положения, выносимые на защиту.

**Первая глава** носит обзорный характер. В ней содержится сравнительный анализ систем контроля версий, средств управления проектами: рассмотрены основные понятия, структура и участники проектной деятельности, принципы и классификация проектов, группы процессов управления проектом, процессы планирования, исполнения и мониторинга проектов, процессы управления изменениями, общая структура систем управления версиями проектов. В результате проведенного анализа автор делает вывод, что системы контроля версий не включают анализ метрик состояния разработки проекта, необходимых для управления проектными работами, в современных СКВ отсутствует возможность обработки совокупности проектов. Автором выполнен научный обзор методов анализа временных рядов метрик проектов. Приведено краткое описание основных задач интеллектуального анализа, алгоритмов преобразования нечетких тенденций, кластеризации, аргументирована

возможность использования нечеткого моделирования и нечетких методов при прогнозировании состояния проектных событий. В конце главы автор формулирует выводы и ставит задачи, определяющие направление диссертационного исследования.

**Вторая глава** содержит описание предложенной автором новой структуры проектного репозитория с компонентой анализа временных рядов индикаторов состояния разработки проектных решений в качестве инструмента управления работой. Автором разработаны алгоритмы прогнозирования тенденций временных рядов на основе нечеткого моделирования, которые характеризуется использованием системы нечетких правил для построения прогноза.

Для обработки совокупности сущностей проекта один из пунктов второй главы посвящен разработке модели и алгоритмов прогнозирования тенденций временных рядов на основе нечетких мер сходства за счет корректировки прогноза состояния событий системы управления версиями проекта.

Предлагаемый автором подход реализует представление четких временных рядов метрик системы контроля версий в виде нечеткого временного ряда значений и временного ряда нечетких тенденций. Решая задачу интеллектуального анализа с помощью кластеризации, автор выделяет доминирующую нечеткую тенденцию ряда. Для выявления сходства между двумя рядами вычисляется коэффициент подобия. Чтобы установить степень сходства временных рядов нечетких тенденций предложен критерий оценки соответствия поведения исследуемого временного ряда поведению временного ряда предиктора, который определяет расстояние между одновременными нечеткими тенденциями.

На основе исследования совокупности метрик проектных событий и взаимодействия таких метрик автор предлагает выполнить корректировку прогноза одной метрики в соответствии с прогнозом другой метрики. На первом этапе выполнения алгоритма корректировки осуществляется уточнение прогноза временного ряда на основе результатов кластеризации доминирующей тенденции. На втором шаге откорректированная гипотеза прогноза адаптируется под доминирующую тенденцию временного ряда предиктора, то есть ряда, который имеет влияние на прогнозируемый временной ряд. Полученные значения гипотез прогноза оцениваются с помощью квадрата среднеквадратичной ошибки (MSE) и средней квадратичной ошибки (RMSE).

**Третья глава** диссертации посвящена разработанному программному обеспечению. Автор описывает структурно-функциональные решения программной системы,

осуществляющей моделирование и прогнозирование временного ряда с учетом влияния на него ряда-предиктора, определяет структуру входных и выходных данных, выбирает технические средства реализации. Разработанный комплекс программ анализа динамики метрик проектной деятельности используется в работе отдела технической документации ФНПЦ АО «НПО «Марс» (г. Ульяновск), в практике работы ООО «Эверест Ресерч» (г. Москва) и позволяет оперативно управлять совокупностью текущих проектов.

**Четвертая глава** диссертации посвящена вычислительным экспериментам по исследованию эффективности предложенных решений и содержит описание внедрения разработанных средств автоматизации в проектных организациях. В качестве примера были рассмотрены открытые проекты с большим количеством участников, работающих посредством СКВ. Одним из представленных проектов является MongoDB, а именно главная его программная часть Core Server. Автором построены проектные метрики поступления проектных документов по изделиям в архив отдела технической документации ФНПЦ АО «НПО «Марс» и проектные метрики проекта по разработке автоматизированной системы «Разработка нечетких моделей и реализация нечетких методов прогнозирования временных рядов» по заказу ООО «Эверест Ресерч».

Проведенные эксперименты показали, что предложенный подход показывает улучшение качества прогнозирования по сравнению с моделями класса ARIMA по критерию MSE, которое составляет не более 1-2% от среднего значения метрик прогноза. Кроме того, по итогам проведенных измерений метрик проектных событий в ходе управления проектом реализации программного комплекса «Эверест Ресерч» был использован предложенный в работе метод прогнозирования, в результате руководителем были приняты управленческие решения, в связи с чем произошло улучшение метрики ошибок на 10 % на втором этапе, что позволило выполнить проект в срок.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает ее содержание.

#### **Научная новизна полученных результатов**

Наиболее существенными новыми научными результатами являются следующие:

1. Модель процессов реализации проектных работ на основе обработки временных рядов метрик проектов программно-аппаратных комплексов для крупной проектной

организации, отличающаяся встроенными возможностями обработки совокупности временных рядов, является новой.

2. Модель и алгоритмы прогнозирования тенденций временных рядов на основе нечеткого моделирования, отличающиеся использованием численного алгоритма кластеризации для выделения доминирующей тенденции, являются новыми.

3. Модель и алгоритмы, методика прогнозирования тенденций временных рядов на основе нечетких мер сходства временных рядов, отличающиеся предложенными индикаторами сходства и процедурами их построения и внесения поправок в прогноз, являются новыми.

4. Предложенная архитектура СКВ, отличающаяся наличием компоненты анализа временных рядов индикаторов состояния проектной деятельности, является новой.

#### **Степень обоснованности и достоверности научных результатов положений и выводов**

Предложенные в диссертации оригинальные модели и алгоритмы теоретически обоснованы и не противоречат известным положениям других авторов. Достоверность полученных в работе результатов и выводов подтверждается корректным использованием положений теории интеллектуального анализа, математического моделирования, нечеткой логики, теории нечетких систем и мягких вычислений; методами анализа временных рядов, теории кластеризации; объектно-ориентированным подходом при создании комплекса программ. Кроме того, достоверность результатов подтверждена вычислительными экспериментами и результатами практического использования.

Достоверность и обоснованность полученных в работе научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается 7 публикациями в российских рецензируемых научных журналах из перечня, установленного Минобрнауки РФ, а также широкой апробацией на многочисленных международных и всероссийских конференциях.

#### **Теоретическая и практическая значимость выводов и результатов**

К результатам и выводам диссертационного исследования, имеющим теоретическую значимость, следует отнести эффективные модели и алгоритмы анализа процессов реализации проектных работ на основе изучения временных рядов метрик состояния

проектных событий.

К результатам и выводам диссертационного исследования, имеющим практическую ценность отнесем комплекс программ, реализующий предложенные методы и алгоритмы прогнозирования показателей проектной деятельности и позволяющий проводить моделирование развития проекта, мониторинг динамики совокупности проектов, идентифицировать проблемы и своевременно принять корректирующие регулирующие воздействия, в том числе, перераспределение ресурсов между проектами, за счет которых сократится время выполнения проектных работ.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В первой главе при обзоре методов интеллектуального анализа описаны, но в дальнейшем не использованы методы резюмирования, обнаружения аномалий, частотный анализ временных рядов.

2. При описании методов интеллектуального анализа, в частности, на странице 43-44, понятия классификация и кластеризация используются как синонимы, что не является корректным.

3. Для решения задачи кластеризации выбран нечеткий FCM-алгоритм, однако обоснование данного выбора не приведено.

4. Для получения меры качества были выбраны ошибки MSE, RMSE без анализа других возможных мер качества.

5. Модель анализа и управления проектами представляет собой упорядоченную восьмерку объектов, таким образом, на стр. 10 автореферата в соответствующей формуле не следовало использовать фигурные скобки, а само определение должно было бы быть более точным.

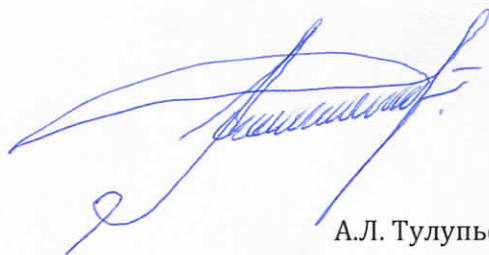
6. В работе присутствуют отдельные оформительские, грамматические и стилистические ошибки. Например: в двух списках на стр. 12-13 автореферата должны быть точки с запятой вместо точек в конце элементов списка, исключая последний; абзацный отступ перед союзом «где» на стр. 54 диссертации и, в целом, излишние абзацные отступы внутри предложения после математических формул; нетрадиционное оформление латинских многобуквенных индикаторов в математических формулах (они должны быть исполнены

шрифтом прямого начертания).

Указанные замечания носят рекомендательный характер и не являются определяющими при оценке диссертационного исследования.

Считаю, что диссертационная работа Тиминой Ирины Александровны «Автоматизированное проектирование на основе модели прогнозирования нечетких тенденций метрик проектной деятельности» удовлетворяет требованиям действующей редакции «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор И.А. Тимина заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.13.12 – *Системы автоматизированного проектирования (промышленность)* и 05.13.18 – *Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)*.

Официальный оппонент — заведующий лабораторией теоретических и междисциплинарных проблем информатики СПИИРАН, д.ф.-м.н., доцент



А.Л. Тулупьев

08 ноября 2016 г.

*Личную подпись руки Александра Львовича ТУЛУПЬЕВА, заведующего лабораторией теоретических и междисциплинарных проблем информатики и автоматизации СПИИРАН, доктора физико-математических наук, доцента, удостоверяю.*

Ученый секретарь СПИИРАН,  
к.в.н., доцент

Е.П. Силла

08 ноября 2016 г.

