

ОТЗЫВ

официального оппонента – кандидата технических наук Цыганкова Дениса Эдуардовича на диссертационную работу Эгова Евгения Николаевича «Исследование и разработка моделей и алгоритмов автоматизации технологической подготовки авиастроительного производства на основе энтропийных временных рядов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 «Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность)»

Актуальность

Современные автоматизированные системы проектирования и технологической подготовки производства, ставшие неотъемлемым компонентом информационной среды предприятия, позволяют значительно сократить издержки при разработке (проектировании) и внедрении в производство новых изделий, а также модернизировать производство уже существующих изделий. Важным фактором повышения эффективности технологической подготовки производства является использование наборов различных производственных показателей, которые для сложных высокотехнологичных производств представляют собой большие массивы данных. Для принятия проектных решений по организации технологической подготовки производства необходимо учитывать динамику таких показателей, что наиболее наглядно и представляется временными рядами.

С учетом изложенного выше, актуальность диссертационной работы Эгова Евгения Николаевича, посвященной разработке моделей и алгоритмов автоматизации технологической подготовки авиастроительного производства на основе энтропийных временных рядов, не вызывает сомнений.

Научная новизна

Результатами диссертационной работы, обладающими научной новизной, являются:

1. Модель и алгоритм балансировки мощностей, отличающиеся применением алгоритмов прогнозирования временных рядов производственных показателей и онтологий в задачах автоматизированной технологической подготовки авиастроительного производства.
2. Алгоритм поиска аномалий в диагностических временных рядах, отличающийся применением энтропийных временных рядов в задачах автоматизированной технологической подготовки авиастроительного производства.
3. Модель энтропийного временного ряда для задач поиска аномалий и прогнозирования поведения производственно-технологической системы.

4. Алгоритм прогнозирования, отличающийся применением энтропийного временного ряда для задач прогнозирования поведения производственно-технологической системы.
5. Архитектура программной системы балансировки мощностей, отличающаяся применением онтологического подхода и прогнозирования временных рядов в автоматизированной технологической подготовке производства.

Научная и практическая значимость

Научная значимость полученных в ходе диссертационной работы результатов заключается в разработке новых моделей и алгоритмов автоматизированной технологической подготовки производства с применением методов онтологического инжиниринга и прогнозирования поведения производственно-технологической системы. Предложенный метод прогнозирования является универсальным и позволяет повысить качество прогноза вне зависимости от характеристик временного ряда.

Практическая значимость работы заключается в разработке программной системы балансировки мощностей, успешно внедренной в процесс автоматизированной технологической подготовки производства филиала ПАО «Ил» - Авиастар. Как показано в экспериментах, внедрение системы способствовало существенному сокращению временных затрат и обеспечило моделирование возможной загрузки производственных мощностей предприятия новыми изделиями, либо измененными технологическими процессами, с целью определения возможности фактического внедрения в производство.

Достоверность полученных результатов

Основные положения, выводы и рекомендации, полученные в диссертационной работе, являются обоснованными и аргументированными. Достоверность полученных результатов подтверждается корректным использованием известных методов и подходов в области анализа временных рядов, прогнозирования и поиска аномалий, а также алгоритмов балансировки производственных мощностей предприятия.

Публикация материалов

Основные результаты проведенных исследований достаточно полно отражены в 19 статьях и одной монографии, в том числе в журналах из Перечня, рекомендованного ВАК РФ – 10; в изданиях, индексируемых в базах Scopus и Web of Science – 5. Результаты исследований докладывались на 9 научных конференциях. В приложениях диссертационной работы приведено 5 свидетельств о государственной регистрации программного обеспечения.

Структура и содержание диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и трех приложений. Объем диссертационной работы составляет 250 страниц текста, включая 59 рисунков, 16 таблиц и 170 наименований используемых источников литературы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования, сформулированы цель и задачи работы, отражена научная новизна, теоретическая и практическая ценности, достоверность и обоснованность результатов исследований диссертации, приведены основные положения, выносимые на защиту, а также указана степень апробации и реализации результатов исследования.

В первой главе проведен анализ методов и средств автоматизированной технологической подготовки производства, диагностики технических систем, а также методов анализа временных рядов. Проведен сравнительный анализ программных систем автоматизированной технологической подготовки производства и программных средств анализа временных рядов.

Во второй главе предлагается новая модель балансировки мощностей предприятия на основе прогнозирования временных рядов производственных показателей, а также алгоритм расчета мощностей предприятия в задачах автоматизированной технологической подготовки авиастроительного производства. Для достижения цели, заявленной во введении, предлагается новая архитектура программной системы балансировки мощностей, включающая модуль интеграции с имеющимися информационными системами предприятия для быстрого извлечения данных, требуемых для расчета мощностей предприятия. Для модуля интеграции разработана онтологическая модель базы знаний, с помощью которой данные из баз данных информационных систем предприятия извлекались в базу данных программной системы. Описана модель энтропийного временного ряда, которую предлагается применять в новом алгоритме прогнозирования временных рядов, а также для задач поиска аномалий во временных рядах в задачах автоматизированной технологической подготовки производства.

В третьей главе рассмотрена архитектура программной системы балансировки мощностей для задач автоматизированной технологической подготовки производства. Представлена онтологическая модель базы знаний, структуры входных и выходных данных, а также различные диаграммы, описывающие принципы функционирования системы. Отдельно аналогично описана программная система диагностирования временных рядов в задачах прогнозирования поведения производственно-технологической системы при проведении технологической подготовки авиастроительного производства.

В четвертой главе описан план экспериментов и сами проведенные эксперименты, а также результаты апробации разработанной программной системы. В рамках первого экспе-

римента проверяется точность алгоритма прогнозирования, заявленного во второй главе. Для оценки точности были взяты временные ряды соревнования IRAFM 2015. Во втором эксперименте проверялась способность алгоритмом поиска аномалий находить аномалии во временных рядах. В качестве временных рядов выступали ряды показателей элементов технических систем, схожих по своему принципу действия с элементами станочного оборудования, используемого на предприятиях. Также в четвертой главе приведены результаты внедрения разработанной программной системы балансировки мощностей на предприятии ПАО «Ил» - Авиастар. Была проведена оценка сокращения временных затрат на процесс балансировки, возможность применения алгоритмов прогнозирования для определения возможности использования мощностей предприятия в технологических процессах, а также корректности формирования рекомендаций по балансировки мощностей предприятия.

В заключении приведены основные результаты работы, сформулированы выводы и описаны перспективы дальнейшего теоретического и практического развития работы.

Список литературы содержит обширную библиографию по тематике диссертации, как отечественных, так и зарубежных авторов.

В приложения вынесены акт о внедрении результатов диссертационного исследования, свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, результаты прогнозирования временных рядов, полученных с соревнований IRAFM 2015.

Замечания по диссертационной работе

Диссертационная работа не лишена недостатков, в качестве замечаний по работе следует указать следующие:

1. В рамках разработанной модели балансировки производственных мощностей (страница 62, формула 2.1) не учитываются возможные альтернативные технологические процессы, отличающиеся набором и типом используемого оборудования с целью оптимизации общей загруженности. Впрочем, такая глобальная задача может представлять основу для отдельного исследования.
2. Не описан способ различия конструктивных и производственных дефектов при интерпретации спрогнозированных аномалий энтропийного временного ряда (раздел 2.7, страницы 105-108) при наличии паттерна «состояние неопределенности», свойственного обоим типам дефектов.
3. В результатах анализа сокращения временных затрат на выполнение операции балансировки мощностей предприятия (страница 177, таблица 4.13) не ясно, чем вызвана разница в 2-4 раза в затрачиваемых временных ресурсах на выполнение задачи «ввод пока-

зателей» между системой MS Excel и разработанной подсистемой балансировки мощностей. При этом автор отмечает, что в обоих случаях преобладает ручной способ ввода данных.

4. Для повышения информативности не хватает комментария относительно полученных результатов экспериментов прогнозирования временных рядов, представленных в Приложении В (страницы 221-250), так как по ним можно судить только о симметричной средней абсолютной процентной ошибке для различных методов.
5. В разделе 3.4 (страницы 122-125) недостаточно подробно представлены экранные снимки разработанного программного обеспечения (в том числе в процессе работы).
6. В тексте диссертации присутствуют грамматические и орфографические ошибки.

Важно отметить, что указанные замечания носят непринципиальный характер и не снижают научную и практическую ценность диссертационной работы.

Соответствие паспорту научной специальности

Тема и содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность)», а именно:

- п. 2 – Разработка научных основ создания систем автоматизации проектирования и автоматизации технологической подготовки производства (САПР и АСТПП);
- п. 3 – Разработка научных основ построения средств САПР, разработка и исследование моделей, алгоритмов и методов для синтеза и анализа проектных решений, включая конструкторские и технологические решения в САПР и АСТПП.

Заключение

Диссертационная работ Эгова Евгения Николаевича «Исследование и разработка моделей и алгоритмов автоматизации технологической подготовки авиастроительного производства на основе энтропийных временных рядов» содержит значимые научные результаты по специальности 05.13.12 «Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность)»; является законченным исследованием, в котором содержится решение важной задачи по разработке методов и алгоритмов балансировки мощностей предприятия с применением алгоритмов прогнозирования временных рядов производственных показателей и онтологий.

Автореферат и опубликованные работы соответствует содержанию диссертационной работы, отражают основные положения и результаты проведенных исследований.

Учитывая все изложенное выше, считаю, что диссертационная работа удовлетворяет действующим требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор – Эгов Евгений Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 «Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность)».

Официальный оппонент
кандидат технических наук





/ Цыганков Денис Эдуардович
«22» августа 2022 г.

Подпись Цыганкова Дениса Эдуардовича заверяю.

Заместитель главного конструктора –
начальник управления по конструкторскому
сопровождению производства




/ Морозов Андрей Алексеевич

Сведения об оппоненте:

Цыганков Денис Эдуардович,

кандидат технических наук, диссертация защищена по специальности 05.13.12 «Системы автоматизации проектирования (промышленность)»,

инженер-конструктор 1-й категории,

АО «Ульяновский механический завод»

Адрес: 432008, г. Ульяновск, Московское шоссе, 94

Тел.: +7 (8422) 42-03-70, факс: +7 (8422) 32-61-63

Web-сайт: <http://www.ump.mv.ru>

E-mail: d.tsyg@mail.ru