

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

Саратовского государственного

технического университета

имени Гагарина Ю.А.,

доктор химических наук, профессор

И.Г. Остроумов

«30» 06 2022г.

Отзыв ведущей организации

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» о диссертационной работе Эгова Евгения Николаевича на тему «Исследование и разработка моделей и алгоритмов автоматизации технологической подготовки авиастроительного производства на основе энтропийных временных рядов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность).

1. Актуальность темы диссертации

Современное авиастроительное производство характеризуется сложностью изделий – летательных аппаратов, определяющей не меньшую сложность технологических процессов производства. Проблему организации современных авиастроительных производств составляет противоречие между масштабностью авиастроительного производства и необходимостью быстрой адаптации и модификации производства. Причинами модификации технологического обеспечения могут являться как разработка рабочих технологических процессов (ТП) на базе директивных ТП, так и разработка ТП на основе новых материалов, конструкций, технологического оборудования. Современная

технологическая подготовка производства ведется в условиях цифрового производства и предполагает использование режима технологического моделирования, извлечения знаний из производственных данных (в том числе временных рядов), автоматизированного построения планово-предупредительных работ и технической диагностики на основе интеллектуальных технологий, в том числе онтологического инжиниринга.

Исходя из вышесказанного, тема диссертационного исследования, связанная с построением интеллектуальной системы автоматизации технологической подготовки производства, является **актуальной**.

2. Научная новизна проведенных исследований

Научная новизна результатов исследования заключается в следующем.

1. Модель и алгоритм балансировки мощностей, отличающийся 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.

Соискателем было показано, что применение известных методик автоматизации технологической подготовки производства, опирающихся на нормативные коэффициенты, не всегда позволяет достигать удовлетворительных результатов в выполнении задач автоматизации технологической подготовки производства. При помощи вычислительных экспериментов была показана целесообразность использования в расчетах прогнозных значений производственных и эксплуатационных показателей, представленных временными рядами производственных показателей.

Значимость для науки и практики

Полученные в диссертации результаты квалифицируются как новое решение важных прикладных задач автоматизированной технологической подготовки авиастроительного производства.

Практическую ценность работы составляет программная система балансировки мощностей на основе прогнозирования временных рядов в автоматизированной технологической подготовке производства, включающая функционал прогнозирования коэффициентов для расчета баланса мощностей предприятия.

Программная система используется в процессе автоматизированной технологической подготовки производства филиала ПАО «Ил» – Авиастар, г. Ульяновск (создан за счет реорганизации в форме присоединения АО «Авиастар-СП» 01 ноября 2021 года).

3. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Полученные в ходе диссертационных исследований результаты можно рекомендовать к использованию на практике для решения задач автоматизированной технологической подготовки производства, в частности:

1. технологическое планирование цехов основного производства на основе решения задачи балансировки мощностей;

2. технологическая проработка технологической документации;
3. планирование, проектирование, изготовление и планово-предупредительный ремонт оборудования и технологической оснастки на основе диагностики технического состояния;
4. управление технологической документацией;

4. Достоверность результатов диссертационного исследования

Достоверность результатов, полученных в ходе выполнения диссертационного исследования, обеспечивается корректными постановками задач, результатами проведенных вычислительных экспериментов и их анализом, а также подтверждается результатами проверки работоспособности разработанных моделей, методов и программных систем при автоматизированном формировании технологической подготовки авиастроительного производства.

5. Соответствие требованиям по выполнению, оформлению и апробации диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Основное содержание работы изложено на 250 страницах, включая 59 рисунков и 16 таблиц. Список использованных источников состоит из 170 наименований.

Во введении обосновывается актуальность диссертационной работы, приведена цель и сформулированы задачи работы, перечислены выносимые на защиту научные результаты, обладающие научной новизной, обоснована достоверность научных положений и выводов, указаны методы исследования, сведения о теоретическом и практическом значении работы, а также о внедрении и апробации результатов диссертационного исследования.

В первой главе проведен сравнительный анализ методов и средств автоматизированной технологической подготовки производства (АТПП), в том числе связанных с балансировкой мощностей. Рассмотрены программные

системы АТПП. Приведена терминология, связанная с технической диагностикой АТПП и рассмотрены функциональные возможности современных средств диагностики технических систем (ТС). Сделан сравнительный анализ существующих методов и средств автоматизации проектирования средств диагностики. Определена область применения временных рядов (ВР) в задачах автоматизации ТПП и поиска дефектов ТС. Рассмотрены классы методов анализа ВР.

Во второй главе описан процесс моделирования ТПП и процесс разработки технологической документации с применением САПР предприятия. Построена модель балансировки производственных мощностей. Произведен анализ методик балансировки мощностей с выделением ключевых параметров (коэффициентов), влияющих на баланс, но не имеющих формул расчета значений на будущий период. Предложено использовать в качестве значений коэффициентов расчета прогнозные значения производственных ВР.

Разработана OWL-онтология интеграции информационного обеспечения авиастроительного предприятия для задачи балансировки производственных мощностей, которая имеет иерархическую структуру и включает в себя 32 класса, 31 объектное свойство, 47 типов данных.

Предложено временной ряд значений коэффициента размытости (энтропии) точки называть энтропийным ВР. Разработан алгоритм прогнозирования значения производственных показателей предприятия на основе энтропийного ВР.

Разработан алгоритм поиска аномалий, связанных со сменами меток базового терм-множества. Предложена методика интерпретации аномалии энтропийного ВР в терминах дефектов ТС.

В третьей главе изложено описание структурно-функционального решения программной системы балансировки мощностей на основе прогнозирования производственных и диагностических временных рядов в АТПП.

В четвертой главе проводится анализ адекватности разработанных моделей и алгоритмов на основе вычислительных экспериментов и оценка их результативности по итогу внедрения.

В заключении представлены основные результаты работы и указаны перспективы диссертационного исследования.

Основные результаты диссертационных исследований достаточно полно изложены в 20 работах по теме диссертации, в том числе, в 10 статьях, опубликованных в журналах из Перечня, рекомендованного ВАК РФ, в 5 работах, опубликованных в изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science, в 5 работах, опубликованных в иных изданиях. Получено 5 свидетельств о государственной регистрации программного обеспечения.

Основные положения и результаты диссертации докладывались: на 1-ой Всероссийской научно-практической конференции "Прикладные информационные системы", УлГТУ-2014, 49-й научно-технической конференции «Вузовская наука в современных условиях», УлГТУ-2015, 2-ой Всероссийской научно-практической конференции "Прикладные информационные системы", УлГТУ-2015, 7-й Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, студентов и молодых ученых ИВТ-2015, VIII-ой Международной научно-практической конференции «Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте» (18-20 мая 2015 г., Коломна), Пятнадцатой национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016, 50-й научно-технической конференции «Вузовская наука в современных условиях», УлГТУ-2016, 3-ей Всероссийской научно-практической конференции "Прикладные информационные системы", УлГТУ-2016, во Второй Российско-Тихоокеанской конференции по компьютерным технологиям и приложениям (RPC 2017), 2-ой Международной научной конференции «Intelligent information technologies for industry» (2017), IV Международной конференции и молодёжной школе «Информационные технологии и нанотехнологии» (ИТНТ-2018), Шестнадцатой национальной конференции по искусственному интеллекту с международным

участием КИИ-2018 (2018), в Третьей Российско-Тихоокеанской конференции по компьютерным технологиям и приложениям (RPC 2018), V Международной конференции и молодёжной школе «Информационные технологии и нанотехнологии» (ИТНТ-2019), V Всероссийской Поспеловской конференции с международным участием «Гибридные и синергетические интеллектуальные системы» (2020).

Результаты исследования реализованы в процессе автоматизированной технологической подготовки производства филиала ПАО «Ил» – Авиастар, г. Ульяновск, (создан за счет реорганизации в форме присоединения АО «Авиастар-СП» 01 ноября 2021 года).

Автореферат соответствует установленным стандартам, полно отражает содержание диссертации.

6. Замечания и недостатки

1. Один из результатов диссертационной работы базируется на использовании онтологического подхода для интеграции данных в ходе автоматизированной технологической подготовки производства. В тоже время широко известны другие модели представления знаний: продукционная модель, фреймовая модель и т.д. В работе не представлен сравнительный анализ альтернативных моделей представления знаний интеграции данных.

2. Представленный во второй главе диссертации коэффициент размытости (коэффициент энтропии) построен как расстояние между исходным нечетким множеством и его дополнением. Известны и другие подходы к построению энтропии нечеткого множества, однако в работе не обосновывается выбор построения степени неопределенности нечеткого множества.

3. На странице 62 текста диссертации приводится формула (2.2), описывающая типы производственных мощностей технологического оснащения, но переменная P_x не поясняется.

4. Из текста диссертации не понятно, для каких именно типов временных рядов производственных показателей эффективен предложенный алгоритм прогнозирования.

5. Приведенные в приложении В результаты в форме числовых таблиц результатов экспериментов мало информативны, но составляют значительный объем диссертации - 29 с.

6. В работе присутствуют отдельные стилистические неточности и опечатки. Имеются недостатки оформления формул. Текст перегружен аббревиатурами.

Отмеченные недостатки носят частный характер и, по нашему мнению, не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Эгова Е.Н.

7. Выводы

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные в диссертации, представляют собой новое решение важных прикладных задач автоматизированной технологической подготовки авиастроительного производства.

Работа Эгова Евгения Николаевича является самостоятельным научно-исследовательским трудом, соответствует паспорту специальности 05.13.12, а также требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Эгов Евгений Николаевич, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (информационные системы и промышленность).

Отзыв ведущей организации о диссертационной работе Эгова Евгения Николаевича на тему «Исследование и разработка моделей и алгоритмов автоматизации технологической подготовки авиастроительного производства на основе энтропийных временных рядов», представленной на соискание ученой

степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность), обсужден и утвержден на заседании кафедры «Информационно-коммуникационные системы и программная инженерия» Института прикладных информационных технологий и коммуникаций, Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А. №28 от 29 июня 2022 г.

Отзыв составил заведующий кафедрой «Информационно-коммуникационные системы и программная инженерия» Института прикладных информационных технологий и коммуникаций Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А., заслуженный деятель науки РФ, лауреат премии Президента РФ, член корреспондент РАО, д.т.н., профессор Сытник Александр Александрович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
Почтовый адрес: 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, д.77,
Корпус 5/ комната 208
(8452)99-88-55
as@sstu.ru