

## ОТЗЫВ

*на автореферат диссертации ЭГОВА Евгения Николаевича «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)»*

Сложность и масштабность процессов современного авиастроения требует повышения эффективности технологической подготовки процессов производства, одним из путей которого является создание интегрированных интеллектуальных автоматизированных систем, ориентированных на комплексное решение задач интеллектуального анализа данных и предиктивной аналитики. Поэтому тематика данной диссертационной работы, посвященная исследованию и разработке моделей и алгоритмов автоматизации технологической подготовки авиастроительного производства на основе энтропийных временных рядов, является, несомненно актуальной.

Основная научная новизна результатов диссертационного исследования заключается в следующем:

- предложены модель и алгоритм балансировки мощностей в задачах автоматизированной технологической подготовки авиастроительного производства, основанные на использовании онтологий и прогнозировании временных рядов;
- предложена модель энтропийного временного ряда и разработан алгоритм поиска аномалий в энтропийных временных рядах при диагностике в процессе автоматизированной технологической подготовки авиастроительного производства;
- разработан алгоритм прогнозирования поведения производственно-технологических систем на основе энтропийных временных рядов;
- создана архитектура программной системы балансировки мощностей для автоматизированной технологической подготовки производства на основе онтологического подхода и прогнозирования энтропийных временных рядов.

Практическая значимость результатов диссертации заключается в реализации предложенных моделей и алгоритмов балансировки мощностей для авиастроительного производства, внедренных в филиале ПАО «Ил» Авиастар.

К замечаниям по автореферату следует отнести недостаточно подробное описание процедуры интеграции проектируемой системы с имеющимися информационными системами авиастроительного производства.

В целом, диссертационная работа выполнена на высоком научном методическом уровне, характеризуется существенной научной новизной и практической значимостью, соответствует специальности 05.13.12 и требованиям п. 9 Положения ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор ЭГОВ Евгений Николаевич достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность)».

Профессор кафедры вычислительной техники  
филиала федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске,  
доктор технических наук, профессор  
(специальность 05.13.15)

В.В. Борисов

«19» августа 2022 г.

*Подпись Борисова Вадима Владимирович заверяю*



Ученый секретарь Ученого совета  
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске, к.э.н.  
Е.А. Кириллова

Филиал ФГБОУ ВО  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске  
Адрес: 214013, г. Смоленск, Энергетический проезд, д. 1.  
Тел. 8 (4812) 65-14-61  
Web-сайт: <https://sbmpei.ru/>  
E-mail: vbor67@mail.ru

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Эгова Евгения Николаевича «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)».

Технологическая подготовка авиастроительного производства – это сложный технологический процесс. В рамках этого процесса решается множество задач по организации производства изделий. Автоматизация технологической поддержки производства позволяет сократить время и издержки в процессе производства и повысить качество изделий. В связи с вышесказанным, задача повышения эффективности технологической подготовки производства представляет собой актуальную **научно-техническую задачу**. Целью диссертационной работы Эгова Е.Н. является сокращение сроков автоматизированной технологической подготовки производства (АТПП) за счет прогнозирования временных рядов производственных показателей и использования онтологического подхода для извлечения данных в задаче балансировки мощностей, следовательно, диссертационное исследование актуально.

Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

- а) Модель и алгоритм балансировки мощностей, отличающийся применением алгоритмов прогнозирования временных рядов производственных показателей и онтологий в задачах автоматизированной технологической подготовки авиастроительного производства.
- б) Алгоритм поиска аномалий в диагностических временных рядах, отличающийся применением энтропийных временных рядов в задачах автоматизированной технологической подготовки авиастроительного производства.
- в) Модель энтропийного временного ряда для задач поиска аномалий и прогнозирования поведения производственно-технологической системы.
- г) Алгоритм прогнозирования, отличающийся применением энтропийного временного ряда для задач прогнозирования поведения производственно-технологической системы.
- д) Архитектура программной системы балансировки мощностей, отличающаяся применением онтологического подхода и прогнозирования временных рядов в автоматизированной технологической подготовке производства.

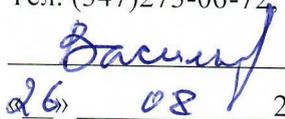
Практическое значение результатов диссертационной работы заключается в сокращении временных издержек на процесс балансировки мощностей предприятия и повышения эффективности автоматизированной технологической подготовки производства за счет прогнозирования поведения производственно-технологической системы.

Существенных недостатков автореферата диссертационной работы не выявлено.

Диссертационная работа обладает научной и практической ценностью и удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор – Эгов Е.Н. – заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность)».

Профессор кафедры вычислительной техники и защиты информации,  
профессор, д.т.н., 01.01.11 – «Системный анализ и автоматическое управление»

Тел. (347)273-06-72, e-mail: vasilyev@ugatu.ac.ru

  
26 08 2022 г.

Васильев Владимир Иванович

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» (ФГБОУ ВО «УГАТУ»), 450008, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12, + 7 (987) 254-38-29, info@ugatu.su



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Эгова Евгения Николаевича

*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)».

Современное производство характеризуется масштабными процессами цифровизации систем проектирования, технологической подготовки производства (ТПП) и изготовления изделий, вплоть до создания цифровой копии предприятия. При таком подходе открывается множество новых возможностей в применении новых и существующих технологий в области анализа данных, извлекаемых из производственных процессов, и применения этих технологий в задачах автоматизации проектирования и технологической подготовки производства.

Проведенный автором диссертационного исследования анализ современных методов, алгоритмов и подходов в задаче балансировки мощностей предприятия определил следующие основные задачи диссертационной работы: разработать алгоритм балансировки мощностей с применением алгоритмов прогнозирования временных рядов производственных показателей и онтологий в задачах автоматизации ТПП; разработать математическую модель энтропийного временного ряда, адаптированную для решения задач АТПП; разработать модели и алгоритмы прогнозирования, выявления аномалий, интерпретации аномалий, отличающихся применением энтропийного временного ряда; разработать архитектуру программной системы балансировки мощностей на основе онтологического подхода и использования прогнозирования временных рядов в АТПП и провести их апробацию.

Результаты исследования, полученные автором диссертации, обладают научной новизной. Вычислительные эксперименты подтверждают достоверность выдвигаемых положений. Практическая ценность работы состоит в том, что разработанный программный модуль позволил сократить время выполнения процесса балансировки мощностей в процессе ТПП филиала предприятия ПАО «Ил»-Авиастар (г. Ульяновск).

В тексте автореферата можно выделить следующие незначительные недостатки:

1. Недостаточно подробное описание разработанной программной системы балансировки мощностей.

2. отсутствие интерпретации эксперимента по определению дефектов технических систем на основе обнаруженных аномалий во временных рядах показателей этих систем.

Указанные недостатки не снижают общей ценности работы Эгова Е.Н. Считаю, что диссертационная работа представляет научный интерес и практическую ценность и полностью удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям Положением о присуждении ученых степеней ВАК РФ, а соискатель Эгов Е.Н. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность)».

Директор Института системной и программной инженерии и информационных технологий  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

д.т.н., профессор

Гагарина Лариса Геннадьевна

Дата: «22» августа 2022 г.

Подпись Гагариной Л.Г. удостоверяю  
Начальник ОРП



Докторская диссертация защищена по специальности 05.13.07 – «Автоматизация технологических процессов и производств»

Адрес организации: 124498, г. Москва, г. Зеленоград, площадь Шокина, д. 1

e-mail: netadm@miee.ru

Телефон: (499) 731-44-41

## ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Эгова Евгения Николаевича

*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)».

Подготовка технологических процессов производства является важным этапом в проектировании и изготовлении изделий. Современные исследования в области автоматизированной технологической подготовки производства предполагает использование режима технологического моделирования, извлечения знаний из производственных данных. В связи с этим диссертационная работа соискателя Эгова Е.Н., назначением которой является исследование и разработка моделей и алгоритмов автоматизации технологической подготовки авиастроительного производства на основе применения онтологического подхода и энтропийных временных рядов, является актуальной.

Полученные автором диссертации результаты исследования, основанные на применении алгоритмов прогнозирования временных рядов производственных показателей и онтологий в задачах автоматизированной технологической подготовки авиастроительного производства, обладают научной новизной. Проведенные вычислительные эксперименты подтверждают достоверность выдвигаемых положений.

Перечисленные ниже научные результаты также являются новыми:

1. Алгоритм поиска аномалий в диагностических временных рядах, отличающийся применением энтропийных временных рядов в задачах автоматизированной технологической подготовки авиастроительного производства.
2. Модель энтропийного временного ряда для задач поиска аномалий и прогнозирования поведения производственно-технологической системы.
3. Алгоритм прогнозирования, отличающийся применением энтропийного временного ряда для задач прогнозирования поведения производственно-технологической системы.
4. Архитектура программной системы балансировки мощностей, отличающаяся применением онтологического подхода и прогнозирования временных рядов в автоматизированной технологической подготовке производства.

Практической ценностью рассматриваемой диссертационной работы является разработанная 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.

В качестве замечаний по автореферату диссертационной работы следует отметить ограниченность проведенных экспериментов по оценке новых методов прогнозирования и поиска аномалий во временных рядах. В эксперименте по прогнозированию были выбраны всего 3 метода для оценки, а в эксперименте по поиску аномалий отсутствует сравнение предлагаемого метода с существующими методами поиска аномалий во временных рядах.

Данный недостаток не снижает ценности диссертационной работы Эгова Евгения Николаевича. Содержание результатов исследования позволяет сделать вывод о том, что диссертационная работа представляет несомненный научный интерес и практическую ценность, полностью удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель Эгов Е.Н. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность)».

Заведующий кафедрой  
«Систем автоматизированного проектирования»  
Южного федерального университета  
доктор технических наук, профессор  
Курейчик Владимир Викторович  
347928 г. Таганрог, пер. Некрасовский, д. 44  
Тел. (8634)383451, e-mail: vkur@sfedu.ru  
Персональная страница: <https://sfedu.ru/person/vkur>  
Специальности: 05.13.01 – Системный анализ,  
управление и обработка информации и  
05.13.18 – Математическое моделирование,  
численные методы и комплекты программ

Я, Курейчик Владимир Владимирович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

«23» августа 2022 г.

В.В. Курейчик

Подпись Курейчика В.В. заверяю  
Директор ИКТИБ ЮФУ, д.т.н., проф.

Г. Е. Веселов





МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
САМАРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ СИСТЕМАМИ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК – ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ  
САМАРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИПУСС РАН - САМНЦ РАН)

Садовая ул., 61, г. Самара, 443020; тел./факс(846) 333-27-70; e-mail: iccs@iccs.ru; http://www.iccs.ru  
ОКПО 94655724; ОГРН 1036300448898; ИНН/КПП 6316032112/631745001

29.08.2022 № 192-63-ИПУСС РАН

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Диссертационный совет Д 212.277.04 на  
базе Ульяновского государственного  
технического университета  
432027, г. Ульяновск,  
ул. Северный Венец, 32

### ОТЗЫВ

о диссертации ЭГОВА Евгения Николаевича  
*«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)»  
(по автореферату)

Диссертация Е.Н. Эгова посвящена исследованию процессов автоматизированной технологической подготовки крупного авиастроительного производства. Подобное производство характеризуется сложностью технологических процессов, отвечающих за изготовление изделий, сложностью оборудования, большим количеством требований к качеству производимой продукции. Применение автоматизированных средств технологической подготовки производства (АТПП) позволяет более эффективно выстраивать технологические процессы, уменьшая затраты на производство, позволяют быстрее и с меньшими трудозатратами внедрять модификации и адаптации технологических процессов в производстве.

Целью диссертационной работы является сокращение сроков автоматизированной технологической подготовки производства за счет прогнозирования временных рядов производственных показателей и использования онтологического подхода для извлечения данных в задаче балансировки мощностей. Это определяет актуальность темы рецензируемой диссертации.

Автором получены следующие результаты, обладающие научной новизной и практической значимостью:

- выполнен сравнительный анализ методов и средств автоматизированной технологической подготовки авиастроительного производства и научный обзор методов анализа временных рядов;

- разработаны модель и алгоритм балансировки мощностей с применением алгоритмов прогнозирования временных рядов производственных показателей и адекватных онтологий соответствующих предметных областей;
- разработаны математическая модель энтропийного временного ряда, адаптированная для решения задач АТПП, и алгоритм прогнозирования и выявления аномалий, отличающийся применением энтропийного временного ряда;
- предложена архитектура программной системы балансировки мощностей на основе онтологического подхода и использования прогнозирования временных рядов;
- проведены вычислительные эксперименты, подтверждающие результативность предложенного подхода для решения задач АТПП.

По автореферату имеется несколько замечаний:

- не вполне ясны возможности интеграции разработанного программного комплекса с существующими автоматизированными системами предприятия;
- в рамках проведенного исследования необходимо было произвести отдельный эксперимент для оценки качества результатов процесса балансировки мощностей предприятия.

Указанные замечания не снижают качество диссертационной работы Эгова Е.Н.

В целом считаю, что рецензируемая диссертация имеет все признаки значимого научного исследования, ее результаты характеризуются новизной, достоверностью и обоснованностью, имеют теоретическое и практическое значение, а автор - *Эгов Евгений Николаевич* - заслуживает присуждения степени кандидата наук по специальности 05.13.12 — «Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность)».

Главный научный сотрудник  
лаборатории анализа и моделирования сложных систем,  
заместитель директора по научной работе  
Института проблем управления  
сложными системами  
Российской академии наук -  
обособленного подразделения  
Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки  
Самарского федерального  
исследовательского центра  
Российской академии наук  
(ИПУСС РАН – СамНЦ РАН)  
д.т.н.



*Смирнов*  
29.08.22

Смирнов Сергей Викторович

Согласен на обработку персональных данных.

Докторская диссертация защищена по специальности  
05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)

Адрес места основной работы: 443020, г. Самара, ул. Садовая, 61  
Рабочий телефон: +7 (846) 333 27 70  
Адрес эл. почты: smirnov@iccs.ru

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Эгова Евгения Николаевича «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. Современная технологическая подготовка крупного производства – это сложный процесс, в котором необходимо находить баланс между масштабами производства и быстрой адаптацией этого производства под новые потребности. От технологической подготовки напрямую зависит стоимость выпускаемой продукции, ее качество. Современная технологическая подготовка производства ведется в условиях цифрового производства и предполагает использование режима технологического моделирования, в том числе взаимодействие большого числа автоматизированных систем в процессе подготовки производства. Исходя из вышеизложенного актуальной является задача повышения эффективности технологической подготовки самолетостроительного производства за счет создания интегрированных интеллектуальных автоматизированных систем.
2. Научная новизна результатов состоит в следующем:
  - 2.1. Модель и алгоритм балансировки мощностей, отличающийся применением алгоритмов прогнозирования временных рядов производственных показателей и онтологий в задачах автоматизированной технологической подготовки авиастроительного производства.
  - 2.2. Алгоритм поиска аномалий в диагностических временных рядах, отличающийся применением энтропийных временных рядов в задачах автоматизированной технологической подготовки авиастроительного производства.
  - 2.3. Модель энтропийного временного ряда для задач поиска аномалий и прогнозирования поведения производственно-технологической системы.
  - 2.4. Алгоритм прогнозирования, отличающийся применением энтропийного временного ряда для задач прогнозирования поведения производственно-технологической системы.
  - 2.5. Архитектура программной системы балансировки мощностей, отличающаяся применением онтологического подхода и прогнозирования временных рядов в автоматизированной технологической подготовке производства.

3. Значение результатов диссертации для теории заключается в разработке и реализации новых эффективных моделей и алгоритмов автоматизированной технологической подготовки производства на основе прогнозирования поведения производственно-технологической системы, представленного временными рядами показателей.  
Значение результатов диссертации для практики заключается в разработанной программной системе балансировки мощностей на основе прогнозирования временных рядов в автоматизированной технологической подготовке производства, включающая функционал прогнозирования коэффициентов для расчета баланса мощностей предприятия.
4. К недостатку автореферата диссертационной работы стоит отнести следующее: *в тексте автореферата недостаточно подробно описано обоснование применения энтропийных временных рядов в задаче балансировки мощностей предприятия.*
5. Отмеченный недостаток не снижает научной и практической ценности работы, которая удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор Эгов Е.Н. заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность)».

Профессор кафедры бизнес-информатики СЗИУ  
РАНХиГС, профессор, доктор физико-  
математических наук (специальность 05.13.17 –  
Теоретические основы информатики)

Александр Львович Тулупьев  
06.09.2022 г.

Подпись  
А. Л. Тулупьева  
**ЗАВЕРЯЮ**  
Ведущий специалист отдела  
кадрового администрирования  
управления развития персонала  
Ю.В. Землянко



Северо-Западный институт управления - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации", 199178 Россия, Санкт-Петербург, Средний проспект В.О., 57/43, spb.ranepa.ru, sziu@ranepa.ru, +7 812 335-94-94.