

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

**Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.05.21
по диссертации Вожакова Артема Викторовича на соискание ученой
степени доктора технических наук**

Диссертация «Бизнес-процессы, модели и интеллектуальная система управления промышленным предприятием в условиях мелкосерийного производства» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика принята к защите «13» июня 2024 г. (протокол заседания № 3) диссертационным советом Д ПНИПУ.05.21, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от «14» октября 2022 г. № 103-О в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым – четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. № 1792-р.

Диссертация выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, на кафедре «Вычислительная математика, механика и биомеханика».

Научный консультант – доктор технических наук, профессор Столбов Валерий Юрьевич, заведующий кафедрой «Вычислительная математика, механика и биомеханика» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Официальные оппоненты:

1) *Бурковский Виктор Леонидович*, доктор технических наук (05.13.06 – Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)), профессор, заведующий кафедрой электропривода, автоматики и управления в

технических системах федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет»;

2) *Сараев Павел Викторович*, доктор технических наук (05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), доцент, профессор кафедры автоматизированных систем управления федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет»

3) *Коваленко Анна Владимировна*, доктор технических наук (05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), доцент, заведующий кафедрой анализа данных и искусственного интеллекта федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет».

Ведущая организация: *Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»* (отзыв ведущей организации утвержден первым проректором – проректором по научной работе, доктором технических наук, доцентом Коржовым Антоном Вениаминовичем, обсужден и одобрен на заседании кафедры информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах, подписан профессором кафедры информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах, доктором технических наук, профессором Панферовым Владимиром Ивановичем, директором Высшей школы электроники и компьютерных наук, доктором технических наук, доцентом Голлай Александром Владимировичем.

По теме диссертации соискателем опубликовано 43 работы, в том числе 16 статей – в рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора наук, или приравненных к ним (в том числе 4 работы в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования Web of Science, Scopus, Springer), две монографии, получено два свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Федосеев С.А., **Вожаков А.В.**, Гитман М.Б. Управление производством на тактическом уровне планирования в условиях нечеткой исходной информации // Проблемы управления / Control Sciences. 2009. № 5. С. 36–43. (**Перечень ВАК**)
2. Федосеев С.А., **Вожаков А.В.**, Гитман М.Б. Модель календарного планирования производства с нечеткими целями и ограничениями // Системы управления и информационные технологии. 2009. № 3(37). С. 21–24. (**Перечень ВАК**)
3. **Вожаков А. В.**, Гитман М. Б., Федосеев С. А. Комплексное оценивание при выборе оптимального плана производства на тактическом уровне с учетом нечетких критериев и ограничений // Управление большими системами. 2010. Вып. 30. С.164–179. (**Перечень ВАК**)
4. **Вожаков А.В.**, Евстратов С.Н., Столбов В.Ю. Автоматизация планирования производства в рамках единой информационной системы многопрофильного предприятия // Автоматизация в промышленности. 2012. № 2. С.13–16. (**Перечень ВАК**)
5. **Вожаков А.В.**, Крюков О.В., Лесников Е.И. и др. Круглый стол о причинах недостаточно эффективного построения и эксплуатации систем автоматизации // Автоматизация в промышленности. 2012. № 2. С.38–47. (**Перечень ВАК**)
6. **Вожаков А.В.**, Гитман М.Б., Столбов В.Ю. Ситуационный центр как инструмент интеллектуализации системы управления производством // Интеллектуальные системы в производстве. 2013. № 2. С.45–49. (**Перечень ВАК**)
7. **Вожаков А.В.**, Гитман М.Б., Столбов В.Ю. Алгоритм принятия управленческих решений на базе ситуационного центра промышленного предприятия // Автоматизация в промышленности. 2014. №8. С.8–12. (**Перечень ВАК**)
8. **Вожаков А.В.**, Гитман М.Б., Столбов В.Ю. Модели принятия коллективных решений в производственных системах // Управление большими системами. 2015. Вып. 58. С.161–178. (**Перечень ВАК**)
9. **Вожаков А.В.** Синхронизированная система управления мелкосерийным производством // Автоматизация в промышленности. 2017. Вып. 8. С. 6–10. (**Перечень ВАК**)
10. **Вожаков А.В.**, Гитман М.Б., Столбов В.Ю. Задача синхронизации материальных потоков в мелкосерийном производстве // Интеллектуальные системы в производстве. 2017. Вып. 1. С. 52–59. (**Перечень ВАК**)

11. **Вожаков А.В.** Задача оперативного управления производством с использованием базы знаний и нечетких предпочтений при подборе ресурсов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2019. Вып. 1. С. 77–90. **(Перечень ВАК)**
12. **Вожаков А.В.,** Столбов В.Ю. Концепция интеллектуальной системы управления мелкосерийным производством // Прикладная математика и вопросы управления / Applied Mathematics and Control Sciences. 2023. № 2. С. 53–60. **(Перечень ВАК)**
13. Yevstratov S.N., **Vozhakov A.V.,** Stolbov V.Yu. Automation of Production Planning within an Integrated Information System of a Multi-Field Enterprise // Automation and Remote Control. 2014. Vol. 75. No. 7. P. 1323–1329. **(Web of Science, Scopus Q2)**
14. **Vozhakov A.,** Gitman M., Stolbov V. Synchronization and management of material flows in small-scale production // Advances in Engineering Research. 2018. Vol. 157. P. 622–626. **(Web of Science)**
15. **Vozhakov A.** The Practice of Creating Intelligent Manufacture Management Systems Based on a ERP // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2021. Vol. 1352. P. 327–339. **(Scopus Q4, Springer)**
16. **Vozhakov A.** Intelligent Scheduling in MES with the Fuzzy Information and Unclear Preferences // Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. Vol. 381. P. 131–143. **(Web of Science, Scopus Q4)**

В данных работах описаны следующие основные научные результаты, предложенные соискателем: концепция интеллектуальной системы управления мелкосерийным производством, опирающейся на информационные источники, генерируемые и хранимые в автоматизированной системе управления для решения прикладных задач управления предприятием с использованием лучших практик оптимизации производства; модель и алгоритм решения задачи оптимального календарного планирования производства с учетом ограничений по оборудованию, доступности материалов и персонала; модель и алгоритм синхронизации производственных процессов с учетом ритмичности выполнения работ и ограничений на уровень незавершенного производства; модель и алгоритм решения задачи оптимального управления производством на оперативном уровне с использованием базы знаний и нечетких предпочтений при закреплении ресурсов; модель поддержки принятия коллективных решений в рамках единой информационной системы предприятия (интеллектуальный анализ и поиск лучших управленческих решений).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая концепция интеллектуальной системы управления промышленным предприятием, отличающаяся использованием лучших практик организации производства и применением методов искусственного интеллекта при решении задач управления, а также встроенной экспертной системой поддержки принятия решений;

предложены новая постановка и метод решения многокритериальной задачи календарного планирования производства на тактическом уровне, отличающиеся поддержкой ограничений на все виды ресурсов (по оборудованию, доступности материалов и персонала в условиях нечеткой исходной информации) и использованием расширенного специального нечеткого множества для построения обобщенного критерия оптимальности плана производства;

предложены новая постановка и метод решения задачи синхронизации производственных процессов с учетом ритмичности выполнения работ и ограничений на уровень незавершенного производства, отличающиеся от частного решения теории быстро реагирующего производства большей универсальностью и расширенным спектром применения на предприятиях за счет отсутствия требований по изменению производственной логистики;

предложены новая постановка и алгоритм решения задачи оптимального управления производством на оперативном уровне с использованием базы знаний и нечетких предпочтений при закреплении ресурсов, которая отличается невысокой полнотой и качеством нормативно-справочной информации для получения рационального решения.

предложены новая постановка и алгоритм поддержки принятия коллективных решений в рамках единой информационной системы предприятия, которая отличается учетом специфики предметной области и дополнительных ограничений;

предложены проблемно-ориентированные эвристические методы и алгоритмы решения интеллектуальных задач управления производством, отличающиеся от известных высокой скоростью нахождения результатов, близких к оптимальным.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

предложена декомпозиция производственной системы на бизнес-процессы и установлены связи между ними;

показаны применимость и эффективность эвристических алгоритмов решения задач оптимального календарного планирования производства на тактическом уровне, синхронизации производственных процессов и оптимального управления производством на оперативном уровне;

применительно к проблематике диссертации результативно **использован** комплекс существующих методов исследования: методы системного анализа для исследования и декомпозиции производственной системы, методы теории нечетких множеств для построения обобщенного критерия оптимальности задач многокритериального выбора и оптимизации, численные методы дискретной оптимизации при разработке проблемно-ориентированных алгоритмов решения задач планирования, методы проектирования информационных систем при практической реализации интеллектуальной системы управления, а также методы имитационного моделирования при решении задач синхронизации производства.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и апробированы алгоритмы и программное обеспечение для решения задач оптимизации мелкосерийного производства;

разработана интеллектуальная система управления промышленным предприятием в условиях мелкосерийного производства и **внедрена** в деятельность ПАО «Мотовилихинские заводы» (г. Пермь), ЗАО «Третий Спецмаш» (г. Пермь), а также используются при реализации проектов комплексной автоматизации ООО «ИБС Софт» (г. Москва) и ООО «Геликон Консалтинг» (г. Пермь), что подтверждено соответствующими актами;

эффективность результатов исследования подтверждена экспертами предприятий-пользователей разработанной системы, которыми отмечено, что внедрение системы позволило достигнуть следующих показателей эффективности: сокращение сроков выполнения заказов клиента в среднем на 9%, снижение количества просроченных заказов на 49%, снижение уровня незавершенного производства на 37%, сокращение цикла планирования производства на 50%, сокращение объема неликвидных запасов на складах предприятий на 27%, сокращение числа дефектов на производстве на 15%.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теоретические положения опираются на фактические данные о деятельности производственных предприятий и соотносятся с данными, размещенными в открытых источниках;

применен системный подход при математическом моделировании бизнес-процессов мелкосерийного производства;

разработанная концепция интеллектуальной системы управления основана на анализе существующих автоматизированных систем управления предприятиями, известных и доказавших свою эффективность методах оптимизации и рационализации процессов производства;

использованы современная программная платформа «1С Предприятие 8.3» и флагманское прикладное решение «1С:ERP Управление предприятием 2» для построения интеллектуальной системы управления производством;

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по применению методов оптимизации производственных процессов для других типов производств.

Личный вклад соискателя состоит в: разработке концепции интеллектуальной системы управления производством; постановке и решении задач многокритериального выбора и дискретной оптимизации (календарное планирование производства, синхронизация производственных процессов и оперативное управление производством); разработке программного обеспечения интеллектуальной системы управления; апробации результатов исследования в условиях реального производства; обработке и интерпретации экспериментальных и вычислительных результатов; участии соискателя в получении исходных данных и проведении натуральных экспериментов; подготовке и публикации основных результатов.


Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства России от 24 сентября 2013 г. № 842, и Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ, утвержденным приказом ректора ПНИПУ от 28 мая 2024 г. № 27-О: в ней изложены новые научно обоснованные теоретические и практические решения задач управления мелкосерийным производством и создания автоматизированных систем поддержки принятия решений для промышленных предприятий, имеющие важное значение для развития промышленности России.

На заседании «24» октября 2024 г. диссертационный совет Д ГНИПУ.05.21 принял решение присудить Вожакову Артему Викторовичу ученую степень доктора технических наук (протокол заседания № 8).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение ученой степени – 13, против присуждения ученой степени – 0, воздержался – 0.

Председательствующий,
заместитель председателя
диссертационного совета Д ГНИПУ.05.21,

д-р экон. наук

 /Файзрахманов Рустам Абубакирович/

Ученый сек
диссертации
канд. экон.



/ Алексеев Александр Олегович /

«29» октября 2024 г.

