

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»
(ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»)

Вадковский пер., д. 1, Москва, ГСП-4, 127994. Тел.: (499) 973-30-76. Факс: (499) 973-38-85

E-mail: rector@stankin.ru

№ _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ФГАОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»

Д.Ю. Колодяжный

04 2025 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Воронина Дмитрия Николаевича на тему
«Модели и алгоритмы формирования производственных расписаний на основе
эволюционных вычислений и нечёткой логики»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по
специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и
производствами

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Воронина Д.Н. посвящена решению актуальной задачи
– автоматизации процесса составления оптимальных производственных расписаний.

Работа по единичным заказам становится характерной чертой современных
машиностроительных предприятий. Информатизация производственных процессов,
обеспечиваемая компьютерными системами автоматизации проектирования,
подготовки производства и управления, использование производственного

оборудования с числовым программным управлением и компьютерное управление комплексами технологического и сервисного оборудования позволяют организовать выпуск продукции партиями от одного изделия и в сроки, устраивающие потребителей.

Производство перестает быть серийным со всеми свойственными ему недостатками - производственными запасами, замораживающими оборотные средства, неритмичной сборкой, мало способствующей стабильности качества продукции.

Однако данный подход требует гораздо большей гибкости производства и минимизации времени переналадки. Сокращение производственных запасов может привести к простоям из-за нехватки заготовок при нарушении нормального выполнения производственных процессов. Независимо от причины возникновения рассогласованности между стадиями производства, предприятию приходится производить оперативное перепланирование производственного цикла на предмет перестроения нового оптимального производственного расписания.

В этих условиях разработка программной среды, позволяющей в автоматизированном режиме составлять оптимальное производственное расписание для машиностроительных участков и цехов рассматривается как актуальная научная задача, решение которой имеет важное значение для экономики страны.

Оценка структуры и содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Объем работы: 137 страниц, в тексте имеется 14 таблиц и 34 рисунка. Список литературы включает 106 наименований.

Во введении обосновывается актуальность темы, формулируются цели и задачи исследования, научная новизна, а также положения, выносимые на защиту. Приведены сведения об апробации работы, указана теоретическая и практическая значимость работы.

В первой главе содержится обзор и анализ современных результатов в области оперативно-календарного планирования. Указаны особенности методов оптимизации производственных расписаний. Сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе развиваются методы оптимизации производственных расписаний. Разработан генетический алгоритм на основе последовательного использования эволюционной модели Дарвина, а затем модели де Фриза. Показаны результаты вычислительных экспериментов, направленных на оценку влияния величины вероятности операции мутации на эффективность поиска оптимального решения.

В третьей главе разработан генетический алгоритм формирования производственных расписаний, использующий нечёткий контроллер для управления параметрами операции редукции, основанный на предложенном математическом обеспечении. Приведена архитектура разработанной системы оптимизации производственных расписаний. Описаны результаты оценки эффективности поиска оптимального производственного расписания с помощью нечёткого генетического алгоритма.

Четвертая глава посвящена верификации предложенных моделей и алгоритмов составления оптимальных производственных расписаний. Приведены результаты экспериментов, выполненных для различных производственных условий, включающих обработку изделий партиями, составление расписаний по приоритетам, по минимальной трудоемкости, для различных вариантов производственных заданий.

В заключении перечислены основные научные и практические результаты исследований.

Обоснованность научных положений, выводов, рекомендаций и достоверность результатов исследований

Получение новых научных знаний в области оптимизации производственных расписаний, а также разработка предназначенных для этого моделей и алгоритмов позволили автору сократить простои оборудования за счет достижения глобального оптимального решения.

Достоверность результатов исследования обусловлена корректностью поставленных задач, применением апробированного математического аппарата, отсутствием противоречий с научными результатами ранее выполненных

исследований, а также результатами экспериментальных исследований с применением программного обеспечения.

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития науки в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами

Научная значимость. Автором предложены новые научные модели и алгоритмы, учитывающие скорость сходимости и длительность поиска оптимального производственного расписания, применение которых в управлении производством на уровне механообрабатывающих цехов и участков позволит сократить простои оборудования. Научная новизна исследования состоит в следующем:

1) в модифицированном генетическом алгоритме формирования производственных расписаний, отличающимся от известных последовательным использованием эволюционной модели Дарвина, а затем модели де Фриза;

2) в математическом обеспечении нечёткого контроллера для генетического алгоритма формирования производственных расписаний, отличающимся от известных использованием в качестве управляемых значений таких параметров генетического алгоритма, как величина и вероятность редукции;

3) в алгоритме формирования производственных расписаний, отличающимся применением нечёткого контроллера управления параметрами операции редукции.

Полученные научные результаты соответствуют пунктам «4. Теоретические основы и методы моделирования, формализованного описания, оптимального проектирования и управления технологическими процессами и производствами» и «6. Научные основы и методы построения интеллектуальных систем управления технологическими процессами и производствами» паспорта специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Практическая значимость диссертации определяется:

- применением разработанных моделей и алгоритмов, позволяющих формировать оптимальные расписания для различных производственных условий;
- разработанным математическим, информационным, программным обеспечением составления производственных расписаний (свидетельства

государственной регистрации программ для ЭВМ №20242024690192; №2024690240), позволяющими получать глобальное оптимальное расписание;

– предложенными практическими рекомендациями, позволяющими сократить простои производственного оборудования, вызванные несогласованностью распределения работ.

Личный вклад автора

Личный вклад Воронина Д.Н. заключается в формулировании цели и задач исследования, определении и осуществлении направлений теоретических и экспериментальных исследований, разработке концептуальных положений, методов их реализации, проведении экспериментов и формулировке на их основе выводов. Автором диссертации опубликовано 11 работ, в том числе 3 в изданиях из Перечня рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций, рекомендованного ВАК РФ, получены 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ. Основные положения и результаты исследования докладывались, обсуждались и были одобрены на 6 международных и всероссийских научно-практических конференциях.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Полученные результаты и выводы, приведенные в диссертации, имеют теоретическое и практическое значение. Совокупность практических рекомендаций по применению программы формирования оптимальных производственных расписаний изложена в диссертации и подтверждена актами внедрения и свидетельствами о регистрации интеллектуальной собственности.

Предложенные в диссертации модели и алгоритмы оптимизации производственных расписаний, и разработанная на их основе программа рекомендовано использовать:

– в научных организациях - для развития перспективной тематики, связанной с интеллектуализацией процессов оптимизации, позволяющей получить адаптивные,

самонастраивающиеся под характер задачи, системы оптимального управления производством;

- в образовательных учреждениях - при формировании общепрофессиональных и профессиональных компетенций у обучающихся по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств;
- на машиностроительных предприятиях – при формировании оптимальных производственных расписаний работы участков и цехов механообработки, обеспечивающих сокращение простоев оборудования.

Замечания по диссертационной работе

Эволюционные алгоритмы при составлении расписаний, - именно о них речь идёт в данной диссертации, - достаточно часто применяются для решения практических задач. Они имеют полиномиальную вычислительную трудоемкость и относятся к категории эвристических алгоритмов. Их явное преимущество – достаточно низкая вычислительная трудоемкость, т.е. относительно высокая скорость расчетов. Но их существенный недостаток - заметная неточность (плохая сходимость вычислений к искомому оптимуму), возникающая при поиске решения, особенно при высокой размерности оптимизационной задачи. На основании этого имеется ряд замечаний.

1. Автор утверждает, что разработанный им модифицированный структурированный генетический алгоритм расчета производственных расписаний, «позволяет определить глобальное оптимальное производственное расписание для всех запусков процесса поиска». Но в силу вышесказанного последнее утверждение требует, как минимум, серьезного доказательства, ибо, как известно, средствами полиномиальной эвристики получить глобальный оптимум задачи не представляется возможным: вычислительная трудоемкость алгоритма составления производственных расписаний имеет экспоненциальную (NP-трудную) вычислительную трудоемкость. Невысокая размерность подтверждающего расчетного примера, приведенного автором в диссертации (с количеством изделий 100, 150, 200 шт.), к сожалению, не является достаточно обоснованным аргументом.

2. На защиту выносится «модифицированный генетический алгоритм, позволяющий повысить эффективность определения глобального производственного расписания». Однако известно, что эффективность алгоритма составления таких расписаний существенно зависит от типа производства (массового, крупносерийного либо мелкосерийного, единичного типов). Увы, в диссертации нет указаний, для какого именно типа производства автор создает алгоритмы пооперационного планирования (производственного расписания).

3. В автореферате отсутствует описание конкретных технологических процессов, которые по существу являются основой для любого пооперационного планирования. В частности, не вполне понятно, как сходимость разработанных эволюционных алгоритмов зависит от размеров обрабатываемых партий деталей и сборочных единиц, как планируются операции, выполняемые в сборе (например, совместная обработка технологически сопрягаемых поверхностей), как поведут себя оптимизационные алгоритмы при «отрыве» части партии, другими словами, от специфики конкретных техпроцессов.

4. Не ясно, учтены ли в генетическом алгоритме тип оборудования и его номенклатура.

5. Какой критерий принят при выполнении оператора селекции?

6. Имеется ли возможность масштабировать данный метод на производства с большим количеством видов и типов оборудования и номенклатурой деталей?

7. Не понятна причина формирования универсального множества лингвистической переменной «величина редукции».

8. Не приведен сравнительный анализ методов. Почему был выбран именно генетический алгоритм?

9. Как формируются популяции и что принято в качестве особи?

10. Почему принятые параметры нельзя рассматривать в чётких границах?

Указанные замечания и спорные моменты никак не уменьшают достоинств выполненного Ворониным Д.Н. исследования. Автором на высоком уровне выполнена диссертация, решающая существенную задачу в области повышения эффективности управления производством.

Заключение

Представленная на отзыв диссертация Д.Н. Воронина на тему: «Модели и алгоритмы формирования производственных расписаний на основе эволюционных вычислений и нечёткой логики» является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, которая содержит научно обоснованные новые технологические решения в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами, внедрение которых, имеет важное хозяйственное значение и вносит значительный вклад в развитие экономики страны.

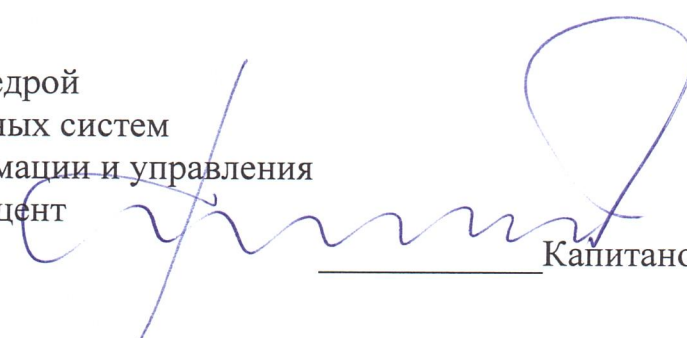
Автореферат диссертации соответствует её содержанию по основным научным положениям.

По своей научной и практической ценности диссертация полностью соответствует п. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней ВАК РФ, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.01.2013 г. №842, в части требований, предъявляемых к кандидатским диссертациям.

Автор диссертации, Воронин Дмитрий Николаевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Основные положения диссертационной работы и отзыв были обсуждены на расширенном заседании кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления (протокол № 9 от 08.04.2025 г.).

Заведующий кафедрой
автоматизированных систем
обработки информации и управления
д-р техн. наук, доцент



Капитанов Алексей Вячеславович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

127055, г. Москва,

Вадковский переулок, д. 1

Телефон: 8 (499) 973-30-66

E-mail: rector@stankin.ru