



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»
(ГУАП)

ул. Большая Морская, д. 67, лит. А, Санкт-Петербург, 190000
Тел. (812) 710-6510, факс (812) 494-7057
Электронная почта: info@guap.ru, сайт: guap.ru

ОКПО 02068462, ОГРН 1027810232680
ИНН/КПП 7812003110/783801001

19.02.2026 № 54-460/26

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научно-
технологическому развитию

д.т.н., профессор

Н.Н. Майоров

«11» февраля 2026

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Платонова Дмитрия Евгеньевича на тему
«Разработка методов оценки и повышения производительности
технологических сетей на основе компьютерного моделирования и
системной оптимизации производственных процессов»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 2.5.22.– Управление качеством продукции.
Стандартизация. Организация производства

Актуальность избранной темы

Повышение эффективности функционирования как экономики в целом, так и деятельности отдельных промышленных предприятий является одной из главных целей развития экономических объектов. Одним из направлений работы по достижению этой цели является разработка мер по повышению отдачи имеющихся технологических ресурсов, в первую очередь, производственного оборудования. Данная диссертационная работа посвящена именно этой проблематике, что позволяет говорить об ее важности и актуальности. Как основание для выбора темы автор приводит данные научных публикаций, свидетельствующие о наличии на многих предприятиях проблем с обновлением парка оборудования, низкой отдачей технологических ресурсов. Автор выделяет для проработки важный аспект – создание методов оценки и повышения производительности оборудования в многомашинных технологических системах, составляющих основу

современного технического оснащения предприятий. Эти вопросы имеют большое значение и являются актуальными как для оперативного управления, так и для обоснованного выбора направлений технологического развития.

Несмотря на наличие разработок по данной тематике, нельзя считать все задачи решенными: возрастают возможности технологий, с развитием концепции цифровизации расширяются возможности совершенствования инструментария управления, возрастают требования к эффективности производства. Специфические задачи возникают при управлении многомашинными системами с сетевой структурой. Данная диссертация посвящена именно этим вопросам, что позволяет считать избранную тему весьма важной и актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, выдвинутых и разработанных автором диссертации

В диссертации сформулирован ряд научных положений, разработаны конкретные инструменты в виде моделей, методов и конкретных алгоритмов оценки и повышения производительности технологического оборудования и многомашинных систем. Эти положения и методы в совокупности представляют целостную концепцию, отличающуюся использованием особого подхода к моделированию технологических объектов, а именно, технологических сетей и потоков обрабатываемых продуктов. Все выдвинутые положения и методы достаточно обоснованы, предложенные алгоритмы проиллюстрированы достаточным количеством практических примеров.

Автором использовано большое число литературных источников по вопросам, связанным с темой диссертации. При определении используемых

в диссертации понятий, построении показателей, при постановке и решении задач корректно применены формальные методы.

Апробация результатов исследования проведена в публикациях и выступлениях автора на научно-практических конференциях.

Выдвинутые в диссертации положения и полученные результаты, дополняя и развивая известные подходы, соответствуют современным представлениям об управлении производительностью оборудования на промышленных предприятиях.

В качестве цели диссертации автор выдвигает разработку и научно-практическое развитие методов оценки и повышения производительности многомашинных технологических комплексов и сетей на основе компьютерного моделирования и системной оптимизации производственных процессов предприятий дискретного и непрерывно-дискретного типов.

В соответствии с этой целью автор формулирует и решает ряд конкретных научных и практических задач. Содержание диссертации раскрывает принятые автором подходы и полученные результаты, что позволяет считать исследование законченным, а его цель достигнутой. Содержание работы изложено в четырех главах, логически связанных между собой.

В первой главе «Повышение производительности технологических систем как фактор роста эффективности промышленных предприятий» приводятся данные о состоянии производственной базы предприятий в различных отраслях промышленности. Приведенные данные дали автору основание для вывода о важности и актуальности разработки методов оценки и повышения производительности действующих технологических систем. В главе представлена структуризация технологических ресурсов предприятия. Выделены для анализа такие объекты как отдельные машины, технологические комплексы, технологические сети. Отмечена важность обеспечения сопряженности машин как звеньев технологической сети по

показателям производительности. Критически рассмотрена известная методика общей оценки эффективности оборудования (ОЭО). В главе также приводится краткий обзор относительно простых структур технологических комплексов, ранее рассмотренных в литературе, формулируются признаки более сложных структур, названных автором технологическими сетями.

Во второй главе «Модели потоков работ и оценки производительности технологических машин» рассматривается подход к описанию потоков продуктов, проходящих последовательную обработку на машинах технологического комплекса или сети согласно установленным технологическим маршрутам. В данной главе рассматриваются также вопросы обобщенной оценки производительности технологической машины (установки) при обработке многопродуктового потока в случае, когда нормы производительности различаются для отдельных видов продуктов. Глава завершается описанием модели преобразования потока работ в технологическом звене.

В третьей главе «Методы оценки производительности технологических сетей на основе компьютерного моделирования движения потоков продуктов» излагаются модели и алгоритмы получения оценок производительности сетей при обработке ими одно- и многопродуктовых потоков. Рассмотрены особенности технологических сетей, отличающие их от других видов сетей, изучаемых в соответствующих разделах теории графов. Отмечены такие отличия как формирование структуры сети в зависимости от установленных маршрутов потоков и привязка производительности к вершинам модельного ориентированного графа, а не к его дугам. Показано, что верхней оценкой производительности сети может служить величина максимального потока, проходящего через данную сеть. Описаны преобразования графа, позволяющие применить к поиску максимального потока в сети известные в теории графов методы оценки. Предложены алгоритмы расчета производительности, имитирующие их перемещение по машинам сети в соответствии со своими

технологическими маршрутами с возможностью устанавливать профили запасов продуктов в звеньях сети и уровни использования их производственных возможностей.

В четвертой главе «Адаптивные технологические сети: резервы роста производительности» предложена концепция построения адаптивных технологических сетей, развивающая идеологию гибких производственных систем. Концепция базируется на идее коррекции для повышения конечных показателей эффективности производства как параметров сети, а именно, уровней производительности ее звеньев, так и маршрутов движения потоков, определяющих структуру сети. Автором введены понятия параметрической и структурной адаптации сети, предложена общая схема процесса адаптации. Разработаны алгоритмы и компьютерные программы коррекции производительности звеньев по критериям минимума запасов продуктов в накопителях. В главе рассмотрены также алгоритмы выбора таких сочетаний допустимых маршрутов движения потоков в сети, при которых в результате варьирования нагрузки на технологические машины достигаются оптимальные по заданным критериям параметры производительности сети.

Материал всех разделов диссертации обладает внутренним единством и связностью.

Достоверность полученных автором результатов обеспечивается корректным применением методов содержательного и формального анализа, приведением большого числа иллюстративных примеров расчетов, подтверждающих возможность практического использования предложенных методов.

Значимость для науки и производства полученных автором диссертации результатов

Значимость для науки и производства результатов диссертации определяется тем, что в ней разработан новый подход и практический инструментарий для решения комплекса задач управления производительностью, как отдельных единиц оборудования, так и многомашинных технологических комплексов и сетей.

К наиболее существенным результатам, обладающим научной новизной, могут быть отнесены следующие положения:

- в качестве особого целостного объекта организации производства выделена многомашинная система, имеющая сетевую структуру и обозначенная автором термином «технологическая сеть»; определены характерные особенности такого объекта; сформулирована задача оценки его производительности;
- предложен и реализован «объемный» подход к описанию потоков продуктов, проходящих обработку на машинах технологической сети;
- разработана модель технологической машины, выполняющей преобразование входного потока продуктов,
- предложен метод обобщенной оценки производительности машины при обработке многопродуктового потока;
- выявлены особенности технологических сетей как объектов моделирования, указаны условия применимости для описания технологических сетей моделей в виде взвешенных ориентированных графов;
- сформулирована и решена задача оценки производительности технологической сети по величине «максимального потока», определяемой с использованием теоремы Форда-Фалкерсона;

- разработаны методы и алгоритмы оценки производительности технологической сети при обработке одно- и многопродуктовых потоков на основе компьютерной имитации прохождения потоков через сеть по своим маршрутам;
- предложена концепция адаптивных технологических сетей, как структур, допускающих изменение, как маршрутов движения потоков продуктов, так и показателей производительности машин сети;
- разработаны методы и алгоритмы оптимальной коррекции уровней производительности машин технологической сети по заданным критериям (алгоритмы параметрической адаптации);
- разработаны методы и алгоритмы рационального выбора маршрутов движения потоков в технологической сети с учетом критериев роста производительности сети (алгоритмы структурной адаптации).

Теоретическая значимость диссертации состоит в обосновании подхода к решению задач оценки и повышения производительности многомашинных систем с сетевой структурой, а также в разработке методов моделирования и системной оптимизации многомашинных систем, в развитии концепции адаптивных технологических сетей.

Практическая значимость результатов диссертации определяется прикладной направленностью сформулированных положений, конструктивным характером предложенных моделей, методов, алгоритмов и компьютерных программ, разработанных с учетом практических требований и ориентированных на применение в производственных условиях. Результаты исследования в виде методик оценки и коррекции производительности отдельных машин и сетей использованы либо приняты к использованию в практике организации производства на следующих предприятиях СПб ГБПОУ «Академия машиностроения имени Ж.Я. Котина», ООО «Мехпромпроцесс», ООО «Северный технопарк», ООО «НПК «Антей», ООО «МКОД».

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертации в виде методик оценки производительности и оптимизации параметров оборудования и технологических сетей могут быть рекомендованы для использования в условиях предприятий различных отраслей промышленности, для которых характерны дискретный, мелкосерийный тип производства, широкая часто сменяемая номенклатура продукции, многооперационная технология.

Результаты исследования рекомендуются также для использования в учебном процессе при подготовке специалистов в области организации производства и производственного менеджмента.

В целом работа заслуживает положительной оценки, однако по содержанию могут быть сделаны следующие замечания.

ЗАМЕЧАНИЯ

1) В п.1.2.2 автор, проводя критический анализ известной методики оценки эффективности оборудования, правильно отмечает недостаток принятого в методике правила построения интегрального показателя и предлагает, как более предпочтительный способ оценивания, форму показателя в виде минимума из трех базовых относительных оценок. При этом использование автором термина «минимакс» без дополнительных пояснений представляется некорректным, так как речь идет об оценке, а не об оптимизации. Кроме того, следовало бы учитывать и различия в характерных диапазонах изменения базовых показателей, без чего предлагаемая форма не будет работать.

2) В п.2.2 изложен авторский способ оценки производительности технологической установки при обработке в одном такте нескольких видов продуктов с известными нормами производительности. Результат расчета

по предложенной формуле отличается от средневзвешенной величины. Было бы желательно привести сравнительные расчеты по двум методам.

3) В п. 3.1 недостаточно ясно изложены особенности структур технологических сетей, позволяющие сократить число разрезов модельного графа, которые следует рассмотреть при поиске минимального разреза. Неясно, можно ли с использованием изложенного метода оценить величину потока, остающуюся в межоперационных запасах.

4) В тексте п. 3.4 имеются повторы некоторых положений, ранее указанных в предыдущих разделах (в частности, о дискретности временной шкалы, образовании многопредметного потока, модели сети в виде орграфа, формулы расчета объемов на выходе и в накопителях звеньев и др.).

5) В таблице 6 (с. 99) приведены варианты возможных постановок задач, которые автором определены как задачи системной оптимизации. Возникает вопрос, по каким признакам автор относит эти задачи к классу «системных»?

6) Было бы желательно более подробно пояснить смысл формальных условий обеспечения режимов полной и условной сбалансированности сети (материал по этому вопросу изложен на с.116-122).

7) При рассмотрении задачи оптимизации производительности сети автор выделяет две возможные группы критериев: величины межоперационных запасов продуктов в накопителях звеньев и оценки производительности звеньев и сети в целом (п.4.2, с. 101). Эти группы функционально связаны между собой: при фиксированном объеме входного потока повышение уровня производительности ведет к сокращению запасов, аккумулируемых в накопителях звеньев. Поэтому при изложении вопроса о выборе критериев автору следовало бы дать более подробные пояснения.

8) В п. 4.3 при изложении предлагаемых автором методов сокращения объема вычислений при выборе рациональной комбинации

маршрутов, определяющей структуру сети (с. 125 и далее), было бы полезным сопоставить выигрыш от этого сокращения с оценками рисков вероятных отклонений от целевых значений принятых критериев. Предложенные в данном разделе алгоритмы для задачи структурной адаптации сети было бы уместным иллюстрировать примерами, позволяющими сравнить методы и сформулировать рекомендации по их применению.

Сделанные замечания и отмеченные недостатки не изменяют общей положительной оценки диссертации. Результаты исследования имеют все признаки научной новины, теоретической и практической значимости. Логика исследования, стиль изложения материала позволяют сделать вывод о достаточно высоком профессиональном уровне автора.

Автореферат и опубликованные статьи полностью отражают содержание диссертации. В журналах, входящих в перечень ВАК (категория К2), автором опубликовано четыре статьи. Получены три свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Тема и содержание диссертации полностью соответствуют специальности 2.5.22 – Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства, в части организации производства: пунктам 1. Методы анализа, синтеза и оптимизации, математические и информационные модели состояния и динамики процессов управления качеством и организации производства; 21. Развитие теоретических основ и практических приложений организационно-технологической надежности производственных процессов. Оценка уровня надежности, адаптивности и устойчивости производства; 25. Разработка моделей описания, методов и алгоритмов решения задач проектирования производственных систем, организации производства и принятия управленческих решений в цифровой экономике.

Заключение

Диссертация Платонова Дмитрия Евгеньевича соответствует паспорту специальности 2.5.22.– Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

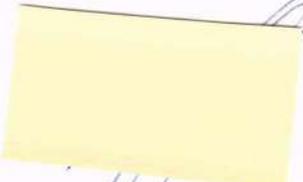
Диссертация Платонова Д.Е. на тему: «Разработка методов оценки и повышения производительности технологических сетей на основе компьютерного моделирования и системной оптимизации производственных процессов», представленная к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук, по актуальности, научной новизне, объему и обоснованности научных результатов отвечает всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, так как является самостоятельно выполненной автором законченной научно-квалификационной работой, в которой содержатся научно-обоснованные технические разработки, представляющие собой методы и процедуры решения комплекса задач организации производства, состоящих в управлении производительностью многомашинных технологических систем, и имеющие существенное значение для повышения эффективности предприятий машиностроения и других отраслей промышленности, что является важным для развития страны.

Работа соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. в редакции с изменениями, утвержденными постановлениями Правительства РФ № 335 от 21 апреля 2016 г. и № 426 от 20 марта 2021 г, а ее автор Платонов Дмитрий Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22.– Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

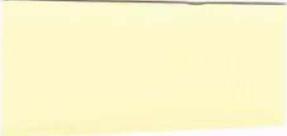
Отзыв на диссертацию Платонова Д.Е. обсужден и одобрен на заседании кафедры инноватики и интегрированных систем качества Института фундаментальной подготовки и технологических инноваций

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» (протокол №01-02/2026 от 09.02.2026).

Заведующий кафедрой инноватики
и интегрированных систем качества,
доктор технических наук (05.02.23),
доцент

 Фролова Елена Александровна

Ученый секретарь кафедры инноватики
и интегрированных систем качества,
кандидат технических наук (05.11.13),
доцент

 Смирнова Влада Олеговна

Контактная информация:

Адрес: 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

Тел.: 8(812)7106510

E-mail: info@guap.ru

Сайт: <http://guap.ru>


ОКР Подпись работ
31


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

02

2026