

В диссертационный совет Д 24.2.385.03
при федеральном государственном
бюджетном образовательном учреждении
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»

О Т З Ы В

официального оппонента кандидата технических наук, доцента РЫМКЕВИЧ
Ольги Васильевны 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 темы диссертации

В диссертации Платонова Д.Е. рассматриваются вопросы оценки и повышения производительности многомашинных комплексов, названных автором технологическими сетями. Правомерность такого названия автор обосновывает разнообразием связей между машинами, обусловленным наличием многих маршрутов обработки материалов и полуфабрикатов, частой сменой номенклатуры продукции, зависимостью производительности оборудования от вида обрабатываемых продуктов. В таких условиях, характерных для многих предприятий и цехов в различных отраслях промышленности с серийным типом производства, многомашинные комплексы приобретают черты сетевых структур с появлением специфических трудностей в решении задач оценки и повышения производительности. В то же время именно рост производительности является индикатором технологического и, следовательно, экономического развития и ключевой задачей организации производства. Автор ставит и в значительной степени решает комплекс задач в этой области, что позволяет говорить об актуальности и важности темы диссертации.

В той же мере актуальным является развитый автором подход к решению поставленных задач, основанный на принципиальном использовании компьютерного моделирования производственных систем для выявления их свойств и закономерностей, а также для реализации алгоритмов оптимизации их режимов. Предложенный автором инструментарий является заметным вкладом в научно-практическое освоение новых современных технологий управления производством.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций,
сформулированных в диссертационной работе

Выдвинутой автором целью исследования является разработка и научно-практическое развитие методов оценки и повышения производительности многомашинных технологических комплексов и сетей, характерных для предприятий (цехов, участков) с мелкосерийным типом и широкой номенклатурой изделий, на основе компьютерного моделирования и системной оптимизации производственных процессов.

Для достижения этой цели автор формулирует и решает ряд взаимосвязанных научных и практических задач, среди которых следует выделить следующие (здесь приведены в сокращенном изложении):

- выполнить структуризацию и последующий анализ технологических ресурсов предприятий, основную часть которых составляют технологические комплексы и сети;
- разработать модели потоков продуктов, описывающие процессы их преобразования технологическими звеньями многомашинных сетей;
- разработать модели и методы оценки производительности технологических сетей при обработке одно- и многопродуктовых потоков;
- разработать модели и методы оптимальной коррекции параметров потоков и технологических сетей для повышения эффективности производственных процессов.

В процессе решения этих задач автор обоснованно вводит ряд новых понятий и терминов, в частности, «технологическая сеть», «адаптивная технологическая сеть», «параметрическая адаптация», «структурная адаптация», «полная (или условная) сбалансированность сети».

Предложенные автором методы и алгоритмы вполне обоснованы, иллюстрированы конкретными численными примерами, в том числе с применением производственных данных.

Содержание диссертации составляет логически связанное изложение существа всех принятых автором подходов, разработанных методов и алгоритмов, в совокупности представляющих собой вполне обоснованный, работоспособный инструментарий для анализа и повышения производительности таких организационно-технологических объектов как многомашинные сети. Результаты работы в достаточной мере обоснованы и

вполне корреспондируются с поставленной целью и сформулированными задачами.

Основное содержание диссертации изложено в четырех главах. Описания нескольких алгоритмов автор вынес в приложения. В приложении представлены также документы о практическом использовании и апробации результатов исследования.

В кратком изложении содержание глав может быть представлено следующим образом.

Первая глава носит вводный характер, хотя и содержит ряд важных авторских положений. Здесь автор приводит данные об использовании оборудования на российских промышленных предприятиях, подтверждающих вывод о важности и актуальности проблемы повышения производительности. В данной главе автор проводит критический анализ методики оценки эффективности оборудования и дает краткий обзор базовых структур технологических комплексов. Здесь же автор дает обоснование своей трактовки понятия «технологическая сеть».

Во второй главе рассмотрены вопросы, важные для предлагаемого автором подхода. Так, изложен подход к описанию потоков продуктов, проходящих обработку на машинах технологической сети. Следует выделить такой результат, как метод расчета обобщенной оценки производительности машины при обработке многопродуктового потока при различных нормах производительности для отдельных видов продуктов. В данной главе приведена также модель преобразования потока работ в технологическом звене, определен вид статической характеристики звена, с использованием которой в дальнейшем проведены все расчеты в модели сети. В главе, таким образом, представлен комплекс вопросов, относящихся к моделированию отдельной технологической машины как звена сети.

Третья глава посвящена моделям и алгоритмам получения оценок производительности сетей при обработке ими потоков различной размерности. Автор указывает особенности технологических сетей, отличающих их от сетей, традиционно рассматриваемых в теории графов.

Важным результатом данной главы следует считать предложенный автором метод оценки предельной производительности сети, основанный на применении теоремы Форда-Фалкерсона.

Большое значение для анализа сетей имеют также предложенные автором алгоритмы и программы, позволяющие производить расчеты характеристик потоков, проходящих через сеть, и показателей возникающих при этом потерь из-за неполного использования производительности машин и образования на переходах сверхнормативных запасов продуктов. Эти алгоритмы использованы в работе в качестве основного инструмента в процедурах анализа и оптимизации.

В четвертой главе получила развитие концепция построения адаптивных технологических сетей. Автор раскрывает суть предложенного подхода, вводит понятия параметрической и структурной адаптации сети,

приводит соответствующие алгоритмы, использующие оригинальные приемы сокращения перебора при поиске рациональных вариантов коррекции производительности звеньев и маршрутов движения потоков в сети. Алгоритмы достаточно обоснованы и иллюстрируются примерами расчетов. Представленные в главе положения, методы и алгоритмы обладают признаками научной новизны и имеют как теоретическое, так и практическое значение.

В целом можно заключить, что вынесенные автором на защиту положения, а также сделанные выводы и рекомендации являются достаточно обоснованными и аргументированными.

Практическая полезность полученных результатов подтверждена созданием подготовленного к применению инструментария в виде комплекса программ, прошедших государственную регистрацию, а также апробацией результатов в условиях конкретных предприятий машиностроительного профиля.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертации

Достоверность выводов диссертационного исследования обеспечивается:

- использованием трудов отечественных и зарубежных авторов в области организации производства, цифрового моделирования производственных систем, корректным использованием методов прикладной математики, в том числе методов оптимизации;
- выполнением большого количества примеров расчетов, в том числе с использованием производственных данных;
- публикацией научных статей по материалам диссертации, в том числе в журналах, входящих в перечень ВАК, а также апробацией результатов исследования на различных научных конференциях.

Научная новизна результатов исследования заключается в разработке авторского подхода к описанию многомашинных систем, созданию моделей, методов и алгоритмов оценки производительности таких систем, оптимизации их параметров по интегральным критериям повышения эффективности производства.

Наиболее существенные результаты, обладающие, по мнению оппонента, научной новизной и полученные лично соискателем:

- рассмотрен характерный для мелкосерийных производств класс многомашинных систем, в котором вследствие разнообразия технологических маршрутов обработки предметов труда формируется изменяющаяся сетевая структура связей между машинами. Для такого

организационно-технологического объекта сформулирована задача оценки и управления производительностью;

- разработаны с ориентацией на поставленные задачи математические и компьютерные модели потоков работ; модель технологической установки как звена сети;

- разработаны методы, алгоритмы и компьютерные программы для оценки производительности технологической сети. В числе разработок метод теоретической оценки максимально достижимой производительности технологической сети; методы, использующие для расчета оценок процедуры компьютерной имитации прохождения через сеть потоков различных продуктов по установленным маршрутам;

- разработаны модели, методы, алгоритмы и компьютерные программы для задач управления производительностью сети. В результате выполненных разработок развита концепция адаптивных технологических сетей; предложены понятия параметрической и структурной адаптации, с помощью которых реализуется процесс согласования параметров сети и характеристик потоков работ;

- разработаны методы и алгоритмы коррекции уровней производительности машин технологической сети, разработаны методы и алгоритмы рационального выбора маршрутов движения потоков в сети с учетом критериев роста производительности.

Практическая значимость исследования определяется тем, что в результате разработаны модели сетей, отражающие основные функциональные и структурные свойства многомашинных систем, характерных для предприятий с мелкосерийным типом и дискретным характером производства, с широкой номенклатурой и частой сменяемостью продукции. Разработанные автором методы и алгоритмы подготовлены для применения на практике, что подтверждается примерами решения практических задач и данными об апробации предложенных инструментов на предприятиях машиностроения. Возможность практического использования разработанного инструментария подтверждается тремя свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ.

При общем положительном впечатлении от рецензируемой работы, следует отметить некоторые ее недостатки и сделать ряд замечаний.

- В п.1.2.3 в обзоре базовых структур технологических комплексов следовало бы указать характер входных потоков работ. Для многопредметных потоков формулы расчета производительности потребовали бы уточнения.

- Во втором разделе работы было бы уместным привести иные варианты модели технологической установки. Например, модель с накопителем на входе, что соответствовало бы запуску машины в работу по достижении объема входного потока, превышающего заданный порог; отметим также, что вывод формулы (17) из формул (15) и (16) не очевиден (с.59). Следовало бы привести дополнительные пояснения.

- В формулах (25) и (26) (с.87), в которых оцениваются, соответственно, потери от возникновения запасов в накопителях звеньев и потери от неполного использования производительности следовало бы учесть, например, в виде весовых коэффициентов, различия в этих потерях для различных машин.
- В формуле (29) (с. 105) и в сопутствующем тексте следовало бы указать период времени, для которого рассчитываются затраты, соответствующие различным режимам сети.
- В обозначении приоритета технологической установки (звена сети) (формула (32), с. 108), используемого при выборе установки для коррекции производительности на очередном шаге поиска, следовало бы отразить факт его зависимости от времени.
- Не вполне ясно преобразование многопродуктового потока в отдельном звене сети (п.2.2). Расчет производительности звена и изменение структуры потока на входе и выходе звена было бы желательно дополнительно пояснить численными примерами.
- В п. 4.2 автор предлагает два метода коррекции производительности машин в сети: метод полного перебора с оценкой всех комбинаций уровней производительности и метод последовательного расчета показателей с учетом связей между машинами. Было бы уместным провести более основательное сравнение этих двух методов с выдачей рекомендаций по использованию каждого из них.
- При изложении примера применения предложенных методов в производственных условиях (п. 4.4) не нашли отражения вопросы размерности решаемых задач и эффективности разработанных автором способов сокращения объема вычислений.

Отмеченные недостатки не являются существенными и не изменяют общую положительную оценку диссертации, не снижают значения полученных автором теоретических и практических результатов.

Заключение о соответствии диссертации требованиям Положения о присуждении ученых степеней

Диссертация Д. Е. Платонова представляет собой законченное, самостоятельно выполненное на высоком научном уровне исследование на актуальную для предприятий различных отраслей промышленности тему.

Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, имеющие важное значение для теории и практики организации производства на промышленных предприятиях. Полученные результаты представляют заметный вклад автора в развитие

теории и практики организации производства. Материал, представленный в диссертации, соответствует направлениям исследований, предусмотренным паспортом специальности 2.5.22. – Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства, пунктами

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.

Научные положения и результаты достаточно обоснованы, отличаются научной новизной. Отличия от известных достижений в области организации производства касаются постановок задач оценки и управления производительностью оборудования в технологических сетях.

Результаты апробированы и приняты к практическому использованию на ряде предприятий, а именно, СПб ГБПОУ «Академия машиностроения имени Ж.Я.Котина», ООО «Мехпромпроцесс», ООО «Северный технопарк», ООО «НПК «Антей», ООО «МКОД». В диссертации приведены соответствующие документы.

Автореферат и публикации автора в полной мере отражают основное содержание диссертации. В числе публикаций автора четыре статьи в рецензируемых журналах из перечня ВАК, две из них в журнале категории К2, а также три свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Диссертация Платонова Дмитрия Евгеньевича на тему «Разработка методов оценки и повышения производительности технологических сетей на основе компьютерного моделирования и системной оптимизации производственных процессов» по актуальности, научной новизне, объему и обоснованности научных результатов отвечает всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, так как является научно-квалификационной работой, содержащей научно обоснованные технические разработки, а именно, математические и алгоритмические модели и методы оценки и повышения производительности технологических машин и многомашинных систем, имеющие существенное значение для совершенствования организации производства и управления технологическими ресурсами на предприятиях машиностроения и других отраслей промышленности, отличающихся мелкосерийным типом и дискретным характером производства, частой сменяемостью изделий, разнообразием технологических маршрутов.

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 автор диссертации Платонов Дмитрий Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. – Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Официальный оппонент
Рымкевич Ольга Васильевна
кандидат технических наук,
доцент кафедры физики
ФГБОУ ВО «Военно-космическая академия
имени А.Ф. Можайского»
Министерства обороны Российской Федерации
197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13
Адрес электронной почты: vka@mil.ru
Тел.: 8 (812) 347-97-70; 8 (812) 347-96-46

"2" февраля 2026 г.

Личную подпись Рымкевич О.В. заверяю.
Начальник отдела кадров
Плотников Г.В.