

В диссертационный совет Д 212.065.06
на базе ФГБОУ ВО «Ижевский
государственный технический
университет им. М. Т. Калашникова»

ОТЗЫВ

официального оппонента профессора, д.т.н. Кутергина В.А. о диссертации Шайхуловой Айгуль Фазировны, выполненной по теме: «Автоматизация и управление инновационными проектами технического перевооружения авиадвигателестроительного производства на основе каскадного метода оптимизации» по специальности «05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в машиностроении и приборостроении)», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.

1. Основные положения

Представленная диссертация в целом соответствует требованиям, которые предъявляют к научно-квалификационным работам, защищаемым на соискание ученой степени кандидата технических наук. Работа содержит решение задач, имеющих существенное значение для развития автоматизированных систем технической подготовки производства согласно паспорту специальности, кроме того в диссертации изложены новые научно-обоснованные технические решения, имеющие важное значение для развития машиностроения и АСТПП авиадвигателестроительных предприятий. Работа соответствует специальности «05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в машиностроении и приборостроении)» по следующим пунктам паспорта специальности:

п. 3. «Методология, научные основы и формализованные методы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и производствами (АСУП), а также технической подготовкой производства (АСТПП) и т.д.».

п. 8. «Формализованные методы анализа, синтеза, исследования и оптимизация модульных структур систем сбора и обработки данных в АСУТП, АСУП, АСТПП и др.».

п. 9. «Методы эффективной организации и ведения специализированного информационного и программного обеспечения АСУТП, АСУП, АСТПП и др., включая базы и банки данных и методы их оптимизации».

п.11. «Методы планирования и оптимизации отладки, сопровождения, модификации и эксплуатации задач функциональных и обеспечивающих подсистем АСУТП, АСУП, АСТПП и др., включающие задачи управления качеством, финансами и персоналом».

Основные научные результаты достаточно широко опубликованы.

ИжГТУ
имени М.Т. Калашникова
« 05 » 09 20 18 г.
Вх.№ 3021/01-29

- в статьях (4), изданных в журналах из перечня рецензируемых научных журналов ВАК,
- 2 книгах, изданных в т.ч. в Германии, в которых нашли отражение результаты данного диссертационного исследования,
- 8 публикаций выполнены в различных сборниках научных трудов международного уровня, изданных в России, Канаде и Чехии,
- 5 публикаций издано в трудах российских конференций,
- 4 свидетельства о регистрации программ и 1 о регистрации электронного ресурса, которые дополняют вышеприведенный перечень.

Несоответствие соискателя ученой степени требованиям, необходимым для допуска его диссертации к защите, указанным в пунктах Положения ВАК не установлены. Оппонент на основе изучения диссертации, автореферата и опубликованных работ по теме диссертации оценил в данном отзыве актуальность избранной темы, степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизну, на основе чего сформулировано заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением ВАК, следующим образом.

2.Актуальность избранной темы

В автореферате и диссертации отмечено соответствие избранной темы исследования Указу Президента РФ от 01.12.2016 № 642 "О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации», где в п.20-а предусмотрен: «Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создания систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта».

Дополнительно в диссертации в приложении к решению задач постановки на производство новых вертолетных двигателей было проанализировано Распоряжение Правительства Российской Федерации от 18.03.2013 г. № 378-р Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие внешнеэкономической деятельности», в котором предусмотрена поддержка стратегий импортозамещения, модернизации существующих производств.

Актуальность практической значимости работы рассмотрена также с позиций внедрения результатов в рамках проекта «Реконструкция, техническое перевооружение производственной базы для производства компонентов и агрегатов турбовальных двигателей типа ВК-2500», (г. Уфа Республика Башкортостан, ПАО «УМПО»). Она в данном случае определяется разработкой в АСТПП методов управления проектами технического перевооружения производства для постановки на производство вертолетных двигателей.

На основании изложенного можно утверждать, что выполненная работа актуальна и практически полезна, о чем свидетельствует акт о внедрении.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Анализ обоснованности научных положений выполненной диссертационной работы позволил установить следующее.

1) Построенная функциональная модель АСТПП, ориентированная автором на решение задач инновационного проектирования, реконструкции и технического перевооружения производства, позволила диссертанту разработать комплексный каскадный метод автоматизации и управления проектами технического перевооружения и реконструкции авиадвигателестроительного производства для постановки на производство новых изделий и освоения новых технологий в машиностроении.

Достоинством метода является то, что он обеспечивает комплексную разработку технологии научного исследования процесса инновационного проектирования, реконструкции и технического перевооружения производства, которая включает системный анализ, синтез и верификацию в инновационных проектах технического перевооружения авиадвигателестроительного производства.

2. Диссертантом с позиций исследования научных законов и закономерностей установлено, что процесс развития машиностроительного производства можно представить, как последовательную смену S-образных кривых развития производства – кривых «освоения технологий».

Указанные зависимости, которые в данном исследовании впервые установлены и статистически обоснованы на примере анализа освоения технологий авиадвигателестроительного производства, аналитически описывает решение дифференциального уравнения Ферхюльста, что дополняет ряд известных из инноватики закономерностей (Фишера-Прая, Перла, Гомпертца, Каменева), установленных для иных случаев инновационной деятельности: смены поколений техники и технологий, коммерциализации технологий, диффузии технологий.

3. Диссертантом было установлено, что разработанный в данном исследовании комплексный каскадный метод управления проектами технического перевооружения производства позволяет в условиях АСТПП, на основе применения каскадов: интегральных, алгебраических уравнений и каскадных нейронных сетей оптимизировать проектно-технологические решения, обоснованно определить сроки выполнения проектов и обеспечить управление инновационными проектами технического перевооружения в заданные сроки в рамках решения комплекса задач системотехнического синтеза технологической части проекта технического перевооружения авиадвигателестроительного производства.

Анализ данного раздела диссертации позволяет констатировать достаточно корректное решение поставленных задач математического моделирования и оптимизации проектно-технологических решений с точки зрения обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций,

сформулированных в диссертации для структурной оптимизации проектно-технологических решений.

4. Основой математического моделирования и оптимизации проектных решений в инновационной деятельности и АСТПП должны быть статистические данные, регрессионные зависимости, электронные базы данных.

В этом плане диссертантом установлено, что новые статистические зависимости, полученные автором данного исследования и использованные им для обоснования электронных баз данных норм времени, а также новые программные продукты для динамического и имитационного моделирования, использованные для верификации проектных решений в АСТПП, позволяют повысить достоверность расчетов в инновационных проектах технического перевооружения производства.

5. На примере инновационного проекта постановки на производство новых вертолетных двигателей, реконструкции и технического перевооружения авиадвигателестроительного производства для обеспечения их производства в заданных объемах выпуска изделий, диссертантом была осуществлена апробация результатов с помощью нового метода динамического моделирования, разработанного автором данной работы, с учетом известных методов имитационного моделирования для комплексной оценки достоверности и результативности инновационного проекта технического перевооружения авиадвигателестроительного производства.

На основании анализа представленных данных можно согласиться с тем, что диссертантом доказана эффективность использования каскадного метода управления проектами ТПП, т.к. в исследовании обосновано, что использование разработанного каскадного метода в АСТПП позволяет:

- сократить сроки выполнения проекта технического перевооружения авиадвигателестроительного производства,
- снизить сроки его окупаемости,
- уменьшить затраты по проекту,
- сократить длительность производственного цикла изготовления изделий.

4. Достоверность и новизна

В диссертации и автореферате представлены для анализа достоверности и новизны следующие разработки диссертанта.

Новый комплекс функциональных моделей для автоматизации ТПП в авиадвигателестроении, отличающийся связанным использованием методов математического моделирования для оптимизации проектных решений в техническом перевооружении производства.

Этот комплекс включает следующие методы, модели, установленные диссертантом закономерности и зависимости:

а) *системного анализа загрузки производственных мощностей на основе решения дифференциального уравнения Ферхюльста.*

Этот метод обоснован и использован впервые для анализа закономерностей «освоения технологий» и обеспечения управления проектом при реализации переходного процесса освоения производственных мощностей в АСТПП как на этапе монтажа и отладки технологического комплекса, так и на этапе технологического анализа производства. Разработка выполнена корректно, что позволяет осуществлять моделирование процессов освоения производственных мощностей.

б) *организации и управления проектами на основе решения каскада уравнений, включающих интегральные уравнения Вольтерра.*

Каскадный метод в математическом моделировании ранее применялся для решения дифференциальных уравнений, его использование для решения каскадов интегральных уравнений в сочетании с решением новых алгебраических уравнений осуществлено автором впервые, что позволило автору обоснованно определять сроки проектных разработок в инновационных проектах технического перевооружения производства;

в) *оптимизации проектно-технологических решений на основе применения каскадных нейронных сетей.*

Для структурной оптимизации проектных и перспективных технологических процессов (инновационных технологий), которые являются основой для разработки технологической части проекта технического перевооружения производства, диссертантом впервые осуществлено компьютерное моделирование цифрового машиностроительного производства в комнате виртуальной реальности с использованием средств искусственного интеллекта в виде комплекса нейронных сетей Кохонена (для классификации и группирования изделий в целях обоснования ведомостей производственной программы) и специальных каскадных нейронных сетей для структурной оптимизации проектных технологических процессов на многовариантных сетевых графах в целях определения Парето-оптимальных проектно-технологических решений, обеспечивающих разработку маршрутных, операционных карт технологических процессов и другой документации, входящей в комплект документации высоких и критических технологий инновационного проекта.

В ходе выполнения этой части исследования в приложении к разработке в АСТПП технологических процессов изготовления деталей вертолетных двигателей диссертантом установлены статистические зависимости, которые позволяют определять Парето-оптимальные решения. Выбор проектных технологических процессов только по критерию минимума приведенных затрат или технологической себестоимости в данном случае не совсем корректен, т.к. это решение может привести к возрастанию трудоемкости обработки и соответственно к уменьшению производственной мощности и объемов выпуска ниже директивно установленных в гособоронзаказе и ведомости производственной программы проекта. В этой

связи компромиссные Парето-оптимальные решения многокритериальной оптимизации по критериям затрат и трудоемкости являются более рациональными, чем поиск глобальных и локальных оптимумов только по экономическим критериям.

г) *динамического и имитационного моделирования для обоснования достоверности и верификации проектно-технологических решений.*

Предложенные методы инновационного проектирования технического перевооружения для создания цифрового производства являются новыми, что подтверждено государственным Свидетельством о регистрации электронного ресурса №21627 от 2 февраля 2016 «Инновационное проектирование цифрового производства в машиностроении»/ Селиванов С. Г., Шайхулова А. Ф., Поезжалова С. Н., Яхин А. И.

Новизна метода анализа загрузки производственных мощностей определяется новыми закономерностями освоения технологий. Их использование в АСТПП обеспечивает управление проектами ТПП по схеме «точно в срок» и «в пределах сметы».

Новизна метода оптимизации проектно-технологических решений определяется эмпирическими зависимостями и использованием по новому назначению методов определения Парето-оптимальных решений для разработки проектных технологических процессов и технологических планировок оборудования на основе использования каскадных нейронных сетей.

Новизна методов верификации и обоснования достоверности проектно-технологических решений определяется каскадом методов динамического и имитационного моделирования инновационных проектов технического перевооружения авиадвигателестроительного производства, отличающихся: применением впервые установленной динамической модели переходного процесса освоения производственной мощности объекта проектирования; применением цифровых технологий трехмерного имитационного моделирования объекта технологического проектирования в комнате виртуальной реальности класса CAVE и процесса работы технологической линий и участков с помощью систем OpenCim и Project Expert; применением новой электронной базы данных для нормирования этапов инновационного проектирования.

Новизна этих методов подтверждена следующими свидетельствами государственной регистрации:

- Свидетельство о государственной регистрации № 2015620546 от 26 марта 2015 года «Электронная база норм времени на выполнение проектных работ по техническому перевооружению производства» / Шайхулова А.Ф., Яхин А.И., Селиванов С.Г., Поезжалова С.Н. ;
- Свидетельство о государственной регистрации № 2015613794 от 25 марта 2015 года «Анализ и управление проектами технического перевооружения

- машиностроительного производства: освоение инновационных технологий» / Шайхулова А.Ф., Селиванов С.Г. ;
- Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015662492 от 06 октября 2015 «Симулятор автоматизированной технологической линии «СимАТЛ» / Кудашов Д.Д., Шайхулова А.Ф. ;
 - Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016611826 от 16 декабря 2015 «Трехмерная визуализация производственного процесса промышленного предприятия с управляемым технологическим процессом» / Кудашов Д.Д., Шайхулова А.Ф., Иванов И. В., Рахматуллин Р. Р., Мухтаров А. Р.

5.Замечания

1. В целом по работе.

В системном анализе в настоящее время принято разрабатывать цифровые модели предприятия «Как есть» и «Как надо», и в ходе инновационного проектирования определяется модель процесса перехода из первого состояния во второе. Таким образом, нет смысла анализировать производственную систему – ее необходимо синтезировать и строить стратегию перехода в новое (требуемое) состояние.

В классической теории автоматизированного управления есть задачи анализа, и посредством анализа затем разрабатываются и реализуются изменения, в данном случае есть задача синтеза: как создать систему с заданными свойствами. У производственной системы есть ряд ограничений: производственные мощности, внедренные технологии и прочее. Путем снятия ограничений с системы можно организовать ее переход в требуемое состояние. Таким образом, необходимы модели имитационного типа, которые являются отражением реального производства, производственных отношений и ограничений ресурсов.

В настоящей работе нет явной цифровой имитационной модели предприятия будущего, имеются только отдельные моменты 3D-моделирования цеха и структурной оптимизации проектно-технологических решений и есть имитационные модели отдельных технологических линий. По-моему мнению, этого недостаточно и необходимо переходить на полномасштабные модели цифрового производства с целью уточнения результатов расчета стратегий среднесрочного и долгосрочного развития предприятия.

2. По отдельным разделам диссертации.

Диссертант использует самоорганизующиеся карты Кохонена, в то же время для тех же целей можно применять нейронные сети LVQ и Розенблатта.

В автореферате, в отличие от полной диссертации, не приведен график S-образной кривой, которая отражает ход проекта по типу «было - стало».

6. Заключение

Высказанные замечания не опровергает выводов диссертации, а только несколько снижают положительное впечатление о выполненной диссертации.

В целом на основании анализа диссертации и соответствующего ей автореферата, публикаций диссертанта и другой представленной документации можно утверждать, что диссертация соответствует требованиям Положения ВАК о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства РФ от 21.04.2016 №335), а ее автор Шайхулова Айгуль Фазировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности «05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в машиностроении и приборостроении)»

Официальный оппонент

профессор, доктор техн.наук,
Председатель совета директоров
холдинга «Белфингрупп»


В.А.Кутергин



426000, г. Ижевск, ул. Кирова 172;
+7 (341-2) 49-58-00, 60-96-22