

ОТЗЫВ

официального оппонента доцента, к.т.н. Кирюшина О.В. 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 и оценка общего содержания работы

Настоящая диссертация является законченной научной квалификационной работой и **соответствует** п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней. В работе содержатся научно обоснованные исследования в области АСТПП и разработки методов управления инновационными проектами технического перевооружения производства. Эти исследования актуальны и имеют большое значение для развития машиностроения и АСТПП авиадвигателестроительных предприятий. Тематика решаемых вопросов полностью **соответствует** паспорту специальности «05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в машиностроении и приборостроении)»:

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 подробно изложены в 24 публикациях автора, среди которых 4 статьи в журналах из перечня рецензируемых научных журналов ВАК, 2 книги, 8 публикаций в международных сборниках научных трудов, 5 публикаций в трудах российских конференций, 4

ИЖРТУ
имени М.Т. Калашникова
« 05 » 09 20 18 г.
Вх.№ 3022/01-29

свидетельства о регистрации программ и 1 о регистрации электронного ресурса, которые дополняют вышеприведенный перечень.

Соискатель ученой степени кандидата технических наук соответствует требованиям, необходимым для допуска его диссертации к защите, указанным в пунктах Положения ВАК. На основе изучения диссертации, автореферата и опубликованных работ по теме диссертации можно отметить актуальность избранной темы, степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизну. Таким образом, диссертация **удовлетворяет** критериям, установленным Положением ВАК.

Во **введении** изложены основные положения диссертации: актуальность, степень разработанности темы исследования, предмет и объект исследования, сформулированы цели и задачи, научная новизна и актуальность работы, теоретическая и практическая значимость работы, приведены методы исследования, положения, выносимые на защиту, а также указан личный вклад автора.

В **первой главе** выполнен аналитический обзор темы исследования – управление проектами технического перевооружения производства в авиадвигателестроении. Даны основные дефиниции АСТПП и анализ системотехнических методов решения проблемы автоматизации управления проектами в АСТПП. Указана недостаточная разработанность темы исследования и необходимость разработки новых методов математического моделирования и оптимизации процессов ТПП авиадвигателестроения с целью сокращения сроков и затрат на разработку и реализацию указанных инновационных проектов. Составлен список приоритетных задач для автоматизации управления инновационными проектами технического перевооружения производства: разработка проблемно-ориентированной функциональной модели АСТПП, определение эмпирических зависимостей и закономерностей освоения новых технологий в рамках проектов ТПП, разработка комплексного каскадного метода для управления проектами ТПП, обоснования достоверности и эффективности его использования.

Во **второй главе** была разработана и аналитически обоснована концепция волнового развития производственных систем с помощью последовательной смены S-образных кривых «освоения технологий». Было отмечено, что на основе впервые исследованных кривых «освоения технологий» можно управлять техническим перевооружением и реконструкцией производственных подразделений на протяжении всего жизненного цикла технологической системы. Установлен вид изученных кривых «освоения технологий»: их с достаточной точностью описывает решение дифференциального уравнения Ферхюльста. На основании этого был построен каскад интегральных, дифференциальных и алгебраических уравнений для описания волнового развития производственных систем,

который включает в себя указанные решения уравнения Ферхюльста, интегральные уравнения Вольтерра и другие зависимости. Этот каскад уравнений позволяет определить не только границы переходного процесса технического перевооружения производственного подразделения (участка, цеха, производственного корпуса), обеспечивающего прирост производственной мощности для постановки на производство новой продукции (изделий, продуктовых инноваций), но и рассчитать интервал (t_{min}, t_{max}) для управления инновационным проектом в целом.

В **третьей** главе было установлено, что комплексный каскадный метод разработки и управления проектами постановки на производство новых авиационных двигателей и освоения новых технологий в АСТПП, обоснованный в данной главе, позволяет на этапах системного анализа и синтеза с использованием кривых «освоения технологий» решать интегральные уравнения Вольтерра для системного анализа загрузки производственных мощностей авиадвигателестроительных предприятий и обоснования проектов по техническому перевооружению производства.

В каскадный метод на этапе синтеза и системотехнического проектирования предлагается использовать по новому назначению комплекс нейронных сетей Кохонена и каскадные нейронные сети, что позволяет оптимизировать проектные технологические процессы и технологические планировки оборудования в проектах технического перевооружения производства. На этой основе с использованием информационной технологии системы Varco I-Space 4, комнаты виртуальной реальности класса CAVE, системы трекинга ARTrack и стерео системы NVIDIA 3D Vision Pro диссертантом выполнено 3D-моделирование производственных корпусов, цехов и производственных участков, что позволяет обосновать достоверность расчетов аналитических этапов работы с учетом новых методов динамического и имитационного моделирования проектов в АСТПП.

В **четвертой** главе работы дается описание практического применения разработанного каскадного метода управления проектами ТПП на примере управления реальным проектом «Реконструкция, техническое перевооружение производственной базы для производства компонентов и агрегатов турбовальных двигателей типа ВК-2500» (ПАО «УМПО»). В диссертации приведена количественная оценка эффективности применения разработанных автором методов управления проектами в АСТПП.

В **приложении** к работе приведены сводные таблицы, которые позволяют оценить практическую ценность и полезность метода, а также акты о внедрении на производстве, авторские свидетельства на программные продукты и электронную базу данных.

2. Актуальность избранной темы

Работа посвящена вопросам модернизации автоматизированных систем технической подготовки производства путем разработки новых методов и моделей АСТПП, а также определения закономерностей и зависимостей освоения новых технологий в условиях применения АСТПП. Эта тема является актуальной ввиду необходимости выполнения требований Указа 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».

Тематика автоматизированного управления проектами технического перевооружения производства достаточно актуальна также для модернизации существующих производств.

Актуальность практической значимости работы определяется внедрением 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»). Можно отметить, что результаты исследования были внедрены и на ПАО «УППО». Об этом свидетельствуют акты о внедрении.

На основании изложенного можно утверждать, что выполненная работа **актуальна и практически полезна.**

3. Достоверность и новизна научных положений, сформулированных в диссертации

На защиту диссертантом вынесены:

1. Новый комплекс функциональных моделей для автоматизации ТПП в авиадвигателестроении.

Новизна комплекса заключается в последовательном использовании новых методов математического моделирования и оптимизации технологий научных исследований в инновационном проектировании. Они позволяют оптимизировать проектные решения в техническом перевооружении производства и обеспечивают эффективную постановку на производство новой продукции и внедрение технологических инноваций в авиадвигателестроении.

Функциональные модели выполнены с использованием протоколов *IDEF0* и *IDEF3*, они увязывают между собой предлагаемые методы и модели, а также установленные диссертантом закономерности и зависимости.

2. Новые математические модели и статистические зависимости.

В работе разработаны новые математические модели и статистические зависимости, установленные и изученные диссертантом впервые. Они позволяют эффективно решать задачи управления инновационными проектами в авиадвигателестроении. В диссертации определены новые математические модели для:

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

Этот метод обоснован и использован впервые для анализа закономерностей «освоения технологий». Он позволяет управлять проектом технического перевооружения производством при реализации переходного процесса освоения производственных мощностей с помощью АСТПП как на этапе технологического анализа производства, так и на этапе монтажа и отладки технологического комплекса и освоения технологий. Разработка выполнена корректно, что позволяет осуществлять моделирование процессов освоения производственных мощностей и корректировать их по ходу внедрения инновационных технологий.

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

Эти расчеты позволяют определить граничные условия для построения кривых «освоения технологий», в частности рассчитать сроки выполнения проекта ТПП и необходимый прирост производственной мощности.

3. Комплексный каскадный метод автоматизации и управления проектами технического перевооружения авиадвигателестроительного производства.

Заключается в связанном использовании новых математических моделей АСТПП и использованием по новому назначению методов определения Парето-оптимальных решений для разработки рациональных проектных технологических процессов и технологических планировок оборудования с использованием каскадных нейронных сетей, что обеспечивает управление проектами ТПП по схеме «точно в срок» и «в пределах сметы». В каскад входят как впервые установленные математические модели и зависимости, так и уже известные методы математического моделирования, применяемые по-новому назначению.

В комплексный каскадный метод включены: методы системного анализа, синтеза, верификации и инновации.

Новизна методов системного анализа загрузки производственной мощности определяется впервые установленными кривыми «освоения технологий». Новизна методов синтеза разработки технологических планировок оборудования определяется комплексным использованием методов поиска Парето-оптимальных решений с помощью каскадных

нейронных сетей и самоорганизующихся карт Кохонена. Ранее эти методы в инновационном проектировании в рамках АСТПП не использовались. Предложенные методы инновационного проектирования технического перевооружения являются новыми и приоритетными, они применены для создания цифрового производства, что подтверждено государственным Свидетельством о регистрации электронного ресурса №21627 от 2 февраля 2016 «Инновационное проектирование цифрового производства в машиностроении».

Новизна методов верификации определяется использованием новых баз данных норм времени этапов и стадий ТПП, применением средств имитационного моделирования для проверки корректности проектных решений. 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;
- Свидетельство о государственной регистрации № 2015613794 от 25 марта 2015 года «Анализ и управление проектами технического перевооружения машиностроительного производства: освоение инновационных технологий;
- Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015662492 от 06 октября 2015 «Симулятор автоматизированной технологической линии «СимАТЛ»;
- Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016611826 от 16 декабря 2015 «Трехмерная визуализация производственного процесса промышленного предприятия с управляемым технологическим процессом».

4. Применение разработанного каскадного метода автоматизации и управления проектами технического перевооружения авиадвигателестроительного производства на практике также обосновывает новизну и достоверность и подтверждает эффективность выполненных разработок.

5. Программные продукты АСТПП подтверждают возможность использования каскадного метода, искусственных нейронных сетей и электронных баз данных в проектах технического перевооружения и реконструкции авиадвигателестроительного производства.

Их новизна и практическая ценность подтверждена соответствующими авторскими свидетельствами.

На основании анализа представленных данных можно согласиться с тем, что диссертантом доказана эффективность использования как комплексного каскадного метода управления проектами ТПП, так и новых закономерностей, зависимостей, методов и моделей

5. Замечания

1. В диссертации не до конца понятна возможность применения метода для разных типов серийности. Интересно использование метода для разных отраслей машиностроения.

2. Была бы интересна сравнительная оценка предлагаемого метода поиска оптимального варианта чертежа технологической планировки оборудования с помощью применения Парето-оптимального множества с известными способами оптимизации, например, генетическими алгоритмами.

3. В автореферате, в отличие от диссертации, нет окончательной практической кривой освоения технологий реального проекта ТПП, на котором проходила апробация каскадного метода управления, хотя она представляет интерес и наглядно показывает эффективность применения метода в реальном производстве.

Тем не менее высказанные замечания не опровергают выводов диссертации и ее практическую полезность и актуальность.

6. Заключение

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

Доцент, канд. техн. наук,
доцент кафедры автоматизации
технологических процессов и
производств

О. В. Кирюшин

Подпись Кирюшина О.В. заверяю: *И.О. Каламашкина*

450062, г. Уфа, ул. Космонавтов 1, корпус УГНТУ №1;
Тел.: +7 (347) 242-09-13;
E-mail: kafedraatpp@mail.ru

