

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по инновационной деятельности  
федерального государственного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Уфимский университет науки и  
технологий», кандидат технических наук, доцент

Г.К. Агеев



## **ОТЗЫВ**

ведущей организации на диссертационную работу

Кулешова Игоря Валерьевича на тему:

«Разработка критериев и моделей в задачах оптимального управления  
соединением производственных процессов»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 2.3.1. - Системный анализ, управление и обработка информации,  
статистика.

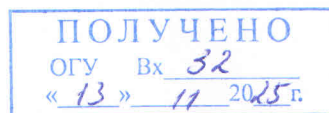
### **1. Актуальность темы диссертации**

Строительство является важной, капиталоемкой отраслью экономики, затрагивающей все сферы жизни, а также стимулирующей развитие смежных производств. Вследствие чего, эффективная организация и плановое проведение строительных работ позитивно влияют на социальный уровень жизни общества.

Выход на новый уровень организации работ в строительной отрасли требует научно обоснованного подхода к реализации всех уровней производственных процессов, при этом существенное влияние может оказать системный подход к решению поставленной проблемы, базирующийся на декомпозиции производственных процессов с целью максимизации объемов строительных материалов и конструкций, изготавливаемых в заводских условиях.

С другой стороны, для повышения качества строительных работ и интегрального результата для всего комплекса, рассматриваемые технологические процессы должны функционировать, как единое целое (системный подход, многопроцессная система), в связи с чем актуальной становится также и задача эффективного взаимодействия – синтез механизмов и методов соединения процессов.

Подобная постановка проблемы и задачи довольно часто встречается на практике, поскольку работоспособность и эффективность систем определяется не только функциональным содержанием подсистем, также значительную роль в получении требуемых качественных и количественных характеристик систем играет характер и содержание процессов взаимодействия (в работе автором используется термин соединения). Подобная формулировка проблемы характерна



не только для производственных процессов, аналогичные задачи решаются и в других сложных системах: социальных, экономических, управленческих, информационных и т.д.

Разработкой методологий и механизмов соединения процессов занимались многие зарубежные и отечественные ученые, при этом известны работы в которых дополнительно исследовались эффективность соединения процессов с акцентом на координацию и синхронизацию, вопросы согласования подсистем и т.д., что достаточно подробно изложено в диссертации Кулешова И.В.

Исходя из вышеизложенного, представленная диссертация на тему: «Разработка критериев и моделей в задачах оптимального управления соединением производственных процессов», является актуальной, поскольку в ней решаются значимые для систем управления производственными процессами (на примере строительства) проблема и задачи.

## **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна**

В диссертационной работе выявлена следующая научная новизна:

- многоуровневая модель согласования соединяемых процессов, отличающаяся тем, что на каждом уровне анализируется свой аспект процедуры соединения с соответствующими ограничениями: компонентными, системными, процессными, экономическими и социальными;
- двухэтапный подход к управлению соединением, при котором на первом этапе оптимизируются готовность процессов к этой процедуре, а на втором осуществляется мониторинг отклонений от проектных показателей соединения и выбор соответствующих реакций на них, отличающийся вероятностным описанием первого этапа;
- три механизма соединения процессов, отличающихся тем, что для снижения негативного влияния колебаний производительности, используется промежуточный процесс, при пространственной разнесённости используется передатчик, а при ограничениях производительности используется сопряжение процессов;
- совокупность выявленных зависимостей для различных механизмов соединения процессов в производственной сфере, отличающаяся получением этих зависимостей постановкой и решением задач оптимального управления.

Применение многоуровневой модели обосновывается необходимостью упрощения общей схемы соединения процессов путем выделения слабосвязанных аспектов (уровневых объектов управления).

Двухэтапное разделение введено с целью глубокой рационализации процедуры соединения с доведением ее до проектных показателей на первом этапе и обеспечением возможности их мониторинга на втором этапе. Поскольку готовность процессов к соединению относится к потенциальным характеристикам рассматриваемой системы, автор, вполне обоснованно, применил вероятностный

математический аппарат. В работе было показано, что объемы подготовительных работ снижаются при увеличении точности достижения проектных показателей соединения процессов.

Выбор механизмов соединения обоснован спецификой их применения в заявленной области (строительстве) поскольку, каждый из них включает возможность сглаживания недетерминированных случайных возмущений.

Справедливость выявленных зависимостей в четвертом пункте новизны доказывается рациональностью выбранных критериев, строгостью математических выкладок и результатами компьютерного моделирования.

Таким образом, логика исследования является основным обоснованием научной новизны работы.

Достоверность и новизна полученных результатов подтверждается публикациями в научных журналах и докладами на научных конференциях.

### **3. Значимость результатов, полученных автором, для науки и практики**

Теоретическая значимость полученных результатов определяется грамотным использованием классического многоуровневого подхода к управлению сложными процессами для новой сферы применения (объекта управления) - строительства, специфика применения данного подхода нашла отражение в новых методиках и алгоритмах, что подтвердило его результативность в применении к управлению процедурой соединения производственных процессов.

К результатам работы, имеющим теоретическую ценность, можно отнести постановку и решение задачи управления готовностью процессов к соединению в комплексе с вероятностными критериями качества, а также результаты оптимизации пространственного соединения процессов благодаря использованию передатчика, сглаживания скачков производительности с помощью промежуточного процесса и согласования производительности одного процесса с темпом развития другого сопряжением.

Практическая значимость подтверждается результатами проведения предлагаемой процедуры соединения процессов, которая строится на базе выявленных зависимостей, выводов и рекомендаций.

Личный вклад автора, судя по тексту диссертации и опубликованным материалам, отмечается во всех результатах, определяющих научную новизну, в постановке задач исследования и выборе методов их решения, разработке программы теоретических и экспериментальных исследований строительных процессов, анализе и научном обобщении результатов, формулировке выводов и защищаемых положений.

#### **4. Публикации основных результатов исследования, реализация результатов работы**

Материалы диссертационной работы и результаты исследований опубликованы в 10 печатных работах, в том числе в 4 изданиях, рекомендованных ВАК РФ, в 4 изданиях, индексируемых в международной базе цитирования Scopus, и отражают основное содержание диссертации. Также было получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Основные положения и результаты исследований докладывались на международной научно-технической конференции «Строительная наука – XXI век: теория, образование, практика, инновации Северо-Арктическому региону (Архангельск, 2017)»; Всероссийской научно-методической конференции – «Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры (Оренбург, 2017, 2018, 2019)»; на международной конференции «International Scientific Conference Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development (CATPID-2019) (Кисловодск, 2018, 2019)»; на международной конференции «International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" (ISEES 2019), dedicated to the 85th anniversary of NI Ibragimov (Грозный, 2019)»; на международной конференции «Строительство и архитектура: теория и практика инновационного развития» (CATPID-2020)».

Разработанные модели, методики и алгоритм прошли экспериментальную проверку и частично внедрены при организации строительства панельных зданий на различных строительных предприятиях Оренбургской области.

Предложенные модели, методы и алгоритмы использовались при подготовке учебно-методического материала и применяются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» при подготовке бакалавров и магистров по направлению подготовки 08.03.01 – Строительство.

Внедрение полученных результатов подтверждается 6 актами внедрения, приведенными в приложении к диссертации.

#### **5. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Для использования в строительстве может быть рекомендована разработанная многоуровневая модель соединения процессов, позволяющая оценивать и оптимизировать анализируемые соединения по пяти критериям: компонентном, системном, процессном, экономическом и социальном, а также выполнить детальный анализ процедуры соединения с контролем и оценкой вкладов каждого уровня в повышение эффективности системы в целом.

Использование марковских моделей оценки и управления готовностью процессов позволяют получить решения, снижающие управленческие затраты сопровождающиеся повышением уровня готовности процессов.

Представляет интерес метод классификации механизмов соединения процессов, представленный в виде параллельной, последовательной или встречно-параллельной схем, дискретности или непрерывности, применяемых в соответствии с уровнем различий в производительности процессов. Даны четкие рекомендации по выбору типов соединения: промежуточный процесс, процесс-передатчик или процесс сопряжения.

Получено оптимальное решение в механизме соединения сопряженных процессов, что в совокупности с предполагаемым графиком заказов панелей, позволяет теоретически получить экономию времени монтажа конструкций при строительстве 20-ти этажного панельного здания до 31%.

Результаты диссертации также могут использоваться при синтезе компоновочных схем, в частности в строительстве, так показано решение задачи по выбору места установки крана для минимизации времени перемещения грузов, где использование крана с большим вылетом стрелы, симметрично расположенного относительно склада и места монтажа, снижает его загрузку при строительстве 20-ти этажного панельного здания до 5% для крана КБ 474-А.

Разработанные модели и методики направлены на снижение временных затрат и управленческих ресурсов при использовании предлагаемых схем соединения процессов.

## **6. Содержание диссертации и ее завершенность**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы (207 наименований) и приложений, изложенных на 158 страницах машинописного текста, содержит 45 рисунков, 1 таблицу.

Область исследования соответствует паспорту специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» по следующим пунктам:

- п.2 «Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта»;
- п.3 «Разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта»;
- п.11 «Методы и алгоритмы прогнозирования и оценки эффективности, качества, надежности функционирования сложных систем управления и их элементов».

**Во введении** обосновывается актуальность темы исследования, формулируются цель и задачи исследования, характеризуется научная новизна полученных

результатов, их практическая значимость и достоверность, приводятся основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** автором выполнен анализ научно-технической и патентной литературы по тематике исследования - соединение процессов. На основании результатов которого установлено, что характер управления соединением процессов зависит от этапа, где оно выполняется – есть специфика реализации при проектировании или при реализации. При этом исследование процедуры соединения автором работы проводится с различных точек зрения с использованием критериев, которые связаны с уровнем управления и с учетом выявляемых соответствующих критериев оптимальности. В заключение первой главы сформулированы цель и задачи, решение которых необходимо для достижения поставленной цели исследования.

**Во второй главе** автор, основываясь на выводах первой главы, разработал многоуровневую модель, описывающую процедуру соединения на пяти уровнях. Далее, опираясь на выводы о различии характера управления при проектировании и при реализации проекта, выделяется два этапа проведения процедуры синтеза, при этом большее внимание уделено первому этапу, как устанавливающему основные потенциальные показатели будущего соединения процессов. На эффективность процессов основное влияние имеет готовность процессов к соединению, подтвержденное с использованием аппарата теории вероятности введением плотности вероятности готовности процессов к соединению и проектной симметризации, а также применением уравнения Фоккера - Планка. Результаты решения поставленной задачи формулируются в виде подтвержденного вывода, что с возрастанием детерминированности процедуры соединения снижаются объёмы работ по подготовке процессов к соединению вплоть до их отсутствия.

**В третьей главе** выявлены механизмы соединения процессов: соединение с помощью промежуточного процесса, соединение с помощью процесса-передатчика, а также сопряжение двух процессов. Первый механизм применяется в случае различия интенсивностей появления продукции на выходе одного процесса и приема на входе второго. Второй механизм соединения позволяет преодолеть разность координат выхода первого процесса и входа второго. Наконец, третий механизм устраняет различие в развитии одного процесса и производительности другого процесса.

В результате рассмотрения различных производственных процессов в строительном производстве выделено семь механизмов соединения процессов: последовательное соединение с введением промежуточного процесса; последовательное соединение дискретных процессов с помощью механизма передатчика; параллельное соединение непрерывных процессов с механизмом интеграции; параллельное соединение дискретных процессов с механизмом передачи и интеграции; параллельное соединение непрерывных процессов с механизмом

дифференциации; параллельное соединение дискретных процессов с механизмом передачи и дифференциации; соединение процессов путем сопряжения.

**В четвертой главе** на основе обобщенной модели автором предлагается пятиуровневая модель процедуры соединения основных процессов при панельном домостроении.

Компонентный уровень в этой схеме представлен всеми процессами, выполняемыми на строительной площадке: транспортировка, устройства фундамента, складские операции, грузоподъемные операции, строительно-монтажные работы, гидроизоляционные работы, отделочные работы и т.д., которые сопровождаются действиями персонала. В качестве основных, реализуемых в виде моделей, процессов, представляющих все уровни в пятиуровневой модели, выбраны складские операции, грузоподъемные операции и строительно-монтажные работы.

Системный уровень представлен соединением процессов посредством передатчика на примере работы грузоподъемного крана, в модели которого реализованы два движения: поворот стрелы и окончательное доведение груза с помощью перемещения крановой тележки вдоль стрелы.

На динамическом уровне примером реализации динамического соединения является сопряжение процессов увеличения монтажной отметки здания и изменения количества звеньев монтажной бригады.

На уровне экономического сопровождения рассматривается соединение процесса заказа и расхода панелей.

На социальном уровне рассматривается процедура соединения производственных процессов, выполняемых персоналом, и процессов, обеспечивающих безопасность, при этом предусмотрено отсечение социально неприемлемых решений.

Для каждого из выявленных механизмов соединения процессов, рассмотренных по соответствующим уровням, разработаны модели и определены критерии оптимального управления соединением. Показано применение на практике, выявленных теоретических положений для соединений процессов методами сопряжения, промежуточного процесса и передатчика, что позволило повысить эффективность указанных процедур по критериям оперативности и ресурсозатратности.

## **7. Замечания по работе**

По представленной работе имеются следующие вопросы, замечания и пожелания:

1. В названии диссертации присутствует термин оптимальное управление, но в работе нет раздела с синтезом критериев оптимальности, выбор критериев производится на основе эмпирических требований, предъявляемых к процессу со стороны заказчиков или предприятий. Автор в работе заявляет, что разработанные

методы применимы для различных отраслей, но при этом акцент сделан на строительной индустрии, что не нашло отражение в теме.

2. Предметом исследования являются модели, методики и механизмы, но при этом в работе не сформулировано, в классической форме, ни одной методики. В четвертой главе отсутствует инженерная методика использования разработанного автором прикладного ПО.

3. Коэффициент эффективности оценивает эффективность всей процедуры соединения в целом, но при этом автор синтезирует и реализует многоуровневое моделирование процедуры. Тогда не понятно, почему в этом коэффициенте не нашли отражение вводимые уровни, их влияние на конечный результат?

4. Значительное влияние на конечный результат оказывает влияние корректность этапа разработки проекта – как процесс этот этап достаточно независим и слабо детерминирован, но почему-то автором эта работа не выделена в отдельный этап, для которого может быть также использован предлагаемый трехэтапный анализ процедуры соединения.

5. Приводимые в работе количественные результаты не имеют подтверждения в полученных диссертантом актах внедрения от строительных организаций.

6. Заключительная глава диссертации не содержит описание модулей прикладного ПО, реализующего предлагаемые методы и алгоритмы, не проведен обоснованный выбор программной среды разработки и требований к аппаратному обеспечению компьютера.

7. В многоуровневой структуре управления присутствует модуль поддержки принятия решений, но в текстах автореферата и диссертации нет информации о механизме принятия решения, используемой базе данных (знаний) и т.д. Для генерации списка возможных вариантов развития ситуаций и рекомендаций использовалась «классическая» экспертная система или интеллектуальные, например нейросетевые, алгоритмы?

## 8. Заключение

Диссертационная работа Кулешова Игоря Валерьевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития теории и практики при решении задач повышения эффективности производственных процессов в строительном производстве. Результаты исследования позволили получить практически важные рекомендации для реализации многоуровневого управления процедурой соединения типовых процессов, базирующиеся на оптимизационном системном подходе, реализуемом в два этапа для всех выявленных трех механизмах соединения производственных процессов.

Считаем, что диссертационная работа Кулешова Игоря Валерьевича «Разработка критериев и моделей в задачах оптимального управления соединением производственных процессов» выполнена на актуальную тему, имеет научную новизну и практическую значимость, соответствующую требованиям пп. 9-14

Положения о присуждении ученых степеней ВАК РФ, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями и дополнениями от 25.01.2024), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Кулешов Игорь Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Отзыв был заслушан и одобрен на расширенном заседании кафедры автоматизации технологических процессов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» (протокол № 3 от 30.10.2025 г.).

Заведующий кафедрой автоматизации  
технологических процессов УУНиТ,  
доктор технических наук, профессор

Р.А. Мунасыпов

11 ноября 2025 г.

ФИО: Мунасыпов Рустэм Анварович

Научная специальность докторской диссертации 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации

Организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский университет науки и технологий»

Адрес: 450076, Приволжский федеральный округ, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Заки Валили, дом 32.

Тел. +7(347)229-96-16, e-mail: rector@uust.ru

Дата составления отзыва: 11 ноября 2025 г.



Подпись   
Достоверяю «11» 11 2025.  
Начальник общего отдела УУНиТ