

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Дерябина Сергея Андреевича «Модели и методы оценки и анализа архитектур для построения автономно функционирующих горнопромышленных систем», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» (технические науки) и состоявшейся в НИТУ МИСИС 08 октября 2026 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 29.06.2026, протокол № 40.

Диссертация выполнена на кафедре «Автоматизированные системы управления» федерального государственного автономного «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС».

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (протокол от 29.06.2026 № 40) в составе:

1. Гончаренко Сергей Николаевич, д.т.н., профессор кафедры автоматизированных систем управления НИТУ МИСИС – председатель комиссии;

2. Кривоножко Владимир Егорович, д.ф.-м.н., профессор кафедры автоматизированных систем управления НИТУ МИСИС;

3. Куприянов Вячеслав Васильевич, д.т.н., профессор кафедры автоматизированных систем управления НИТУ МИСИС;

4. Кореньков Владимир Васильевич, д.т.н., научный руководитель лаборатории Информационных технологий Международной межправительственной научно-исследовательской организации Объединенный институт ядерных исследований;

5. Краснова Светлана Анатольевна, д.т.н., главный научный сотрудник лаборатории № 37 «Системы с разрывными управлениями» федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова» Российской академии наук.

В качестве ведущей организации утверждено федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», г. Санкт-Петербург.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Разработана двухкомпонентная онтологическая модель архитектуры горнопромышленного предприятия на языке дескрипционной логики OWL, объединяющая универсальную онтологию общего назначения (таксономию концептов пространственно-распределённой индустриальной системы) и специализированную онтологию, конкретизирующую набор индивидов для типового предприятия по открытой добыче полезных ископаемых. Такой подход позволяет формализовать априорные знания о предметной области и обеспечить системное описание структурно-функциональной организации предприятия, что является необходимой предпосылкой для проведения формального анализа архитектуры.

2. Предложен оригинальный механизм логико-семантического вывода каталогов атомарных функциональных задач управления и физических узлов размещения из онтологической модели. Механизм реализует строгий комбинаторный перебор с учетом допустимых аксиоматических высказываний, что обеспечивает полноту и точность получаемых результатов и существенно снижает риски ошибок, характерные для традиционного экспертно-аналитического подхода к формированию функциональных моделей архитектуры предприятия.

3. Разработана модель представления архитектуры в виде графа логической конфигурации, согласующая понятия архитектуры предприятия с понятиями архитектуры программных систем через единообразное описание на основе восьми типов логических классов программных компонентов. Предложены унифицированные информационно-энтропийные критерии

количественной оценки структурной сложности с использованием информационных индексов, обеспечивающие инвариантность оценки относительно состояния архитектуры и способов её организации.

4. Определен набор формальных операций модификации логической конфигурации (добавление, удаление, слияние, разделение и обновление логических классов) с эвристической метрикой стоимости структурных изменений в виде петель модификации, а также правилами, определяющими допустимость операций. Это позволяет количественно сопоставлять варианты модификации архитектуры и формулировать критерий оптимизации как задачу минимизации энтропийной сложности жизненного цикла цифровой трансформации.

5. Разработаны многоэтапные процедуры конфигурирования и анализа архитектур в состояниях «as is» и «to be», формирующие инструментальную основу для решения задач управления жизненным циклом цифровой трансформации горнопромышленных предприятий.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- формализован процесс формирования метамодели архитектуры индустриальной системы за счет комплексного использования средств онтологического моделирования, дескрипционной логики и механизмов логико-семантического вывода в виде строгого комбинаторного перебора допустимых предикативных высказываний, что обеспечивают непротиворечивость, полноту и точность вывода априорных экспертных знаний, используемых в этом процессе.

- на основании формального представления компонент индустриальной системы определена строгая взаимосвязь атомарных функциональных задач управления, агентов управления и физических узлов размещения, которая позволяет согласовать понятия архитектуры предприятия с архитектурами программных систем.

- предложенный универсальный энтропийный критерий оценки сложности логической конфигурации архитектуры индустриальной предоставляет возможность осуществлять количественное сопоставление состояний системы, независимо от этапов жизненного цикла.

- предложенный механизм модификации логической конфигурации архитектуры с эвристической метрикой стоимости структурных изменений графа в виде петель модификации и правил допустимости таких операций позволяют осуществлять сравнительный количественный анализ архитектуры для выбора оптимального варианта на каждом следующем этапе трансформации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

Разработанный комплекс вычислительных модулей образует экспериментально подтвержденную инструментальную основу решения задач по управлению жизненным циклом цифровой трансформации горнопромышленных предприятий и созданию автономно функционирующих кибер-физических пространственно-распределенных геотехнических индустриальных систем.

а) Методика и наработки диссертации используются в компании ООО «ПРАЙМ ГРУП» в процессе моделирования архитектуры информационных систем корпоративных Заказчиков. В частности, разработанный в рамках диссертации набор формальных операций по модификации логической конфигурации архитектуры информационных систем, позволяет количественно оценивать и сопоставлять варианты структурных преобразований, в рамках процедур цифровой трансформации таких информационных систем; а предложенный алгоритм процедур конфигурирования и анализа архитектур систем предлагает формальную инструментальную основу для решения задач управления жизненным циклом их цифровой трансформации.

б) Разработанные модели и алгоритмы имплементированы в рабочие процессы и продукты компании ООО «Брайт Софт» и используются при планировании и технико-экономическом обосновании проектов автоматизации производственных процессов клиентов. Онтологическая модель геопространственной индустриальной системы и алгоритмы конфигурирования и количественного анализа применены в составе продукта «Smart Geo-Data» для разрабатываемых архитектурных решений в области нефтедобычи, управления лесными и природными зонами, что позволяет говорить о потенциальном сокращении расходов на поддержку жизненного цикла разрабатываемых и эксплуатируемых продуктов компании.

в) На основе методики оценки и анализа архитектур систем в компании ООО «Экспасофт» осуществляется технико-экономическое обоснование проектов по автоматизации и цифровой трансформации для клиентов из промышленного и строительного секторов, что способствует существенному сокращению трудозатрат при подготовке технорабочей документации и разработке архитектурных решений. Подход с онтологическим представлением знаний интегрирован в процессы формализации экспертной информации при создании диалоговых систем, что обеспечило сокращение ошибок интерпретаций и повысило скорость

Оценка достоверности результатов исследований выявила, что:

- в диссертации для решения поставленных задач применён корректный методологический аппарат, включающий: применение теории и методов системного анализа, графовых моделей, а также теоретико-информационных подходов к оценке сложности систем для математической формализации представления архитектур горнопромышленных систем.

- верифицирована консистентность и когерентность разработанной онтологической модели посредством использования инструментальных средств среды Protégé для доказательства истинности и непротиворечивости заложенных аксиом и специализированных механизмов – «рассуждателей» (HermiT) с доказанной вычислительной разрешимостью.

- результатов моделирования работы механизмов логико-семантического вывода соответствуют теоретическим оценкам предела комбинаторного перебора.

- при экспериментальном моделировании работы алгоритмов конфигурирования и анализа архитектуры получены воспроизводимые количественные результаты;

- ключевые результаты диссертационного исследования отражены в 14 печатных работах, из которых 9 научных статей в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК РФ и МБД, имеется 4 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ;

- инновационный характер и завершённость выполненных исследований подтверждаются государственной регистрацией интеллектуальной собственности: получено 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Личный вклад соискателя состоит в выборе методов исследования и решении всех сформулированных в диссертационном исследовании задач, проведении вычислительных экспериментов, апробации полученных результатов и написании научных публикаций, в которых определяющая роль автора не вызывает сомнений.

Пункт 2.6 Положения о порядке присуждения учёных степеней в НИТУ МИСИС соискателем учёной степени не нарушен.

Диссертация Дерябина С.А. соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения учёных степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней на основании выполненных автором исследований дано решение актуальной научной задачи оценки и анализа архитектур для цифровой трансформации сложных крупномасштабных пространственно-распределённых

геотехнических предприятий. Достигнутые результаты являются необходимой основой для создания автономно функционирующих кибер-физических промышленных систем и перехода к передовым интеллектуальным производственным технологиям и роботизированным системам.

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу для соискания степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» (п. 8. Теоретико-множественный и теоретико-информационный анализ сложных систем; п. 11. Методы и алгоритмы прогнозирования и оценки эффективности, качества, надежности функционирования сложных систем управления и их элементов; п. 13. Методы получения, анализа и обработки экспертной информации, в том числе на основе статистических показателей).

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Дерябину Сергею Андреевичу учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Результаты голосования

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 5 человек, участвовавших в заседании из 5 (пяти) человек, входящих в состав комиссии, проголосовала:

за – 5

против – 0

недействительных бюллетеней – 0

Председатель Экспертной комиссии _____ С.Н. Гончаренко

08.10.2026 г.