

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА**  
24.1.107.01, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ  
ИНСТИТУТА ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета № 4 от 16.02.2023г.

О присуждении **Сулейкину Александру Сергеевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы анализа и синтез архитектуры цифровых производственных экосистем» по специальности 2.3.3 - «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)» принята к защите 20 октября 2022 г., протокол № 10 диссертационным советом 24.1.107.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук (117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 65, утвержден Приказом ВАК о создании диссертационного совета № 1318-в от 29.12.2000 г., перерегистрирован \_\_\_\_\_, Приказ № \_\_\_\_\_).

Соискатель Сулейкин Александр Сергеевич, 1994 года рождения, закончил бакалавриат (2016г.) факультета Экономики и управления промышленными предприятиями Национального исследовательского технологического университета «МИСИС» и магистратуру (2018г.) факультета Бизнеса и менеджмента Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», и завершил обучение в аспирантуре ИПУ РАН 30 сентября 2022 года.

В настоящее время работает в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте проблем управления в лаборатории №41 «Идентификации систем управления» в должности научного сотрудника.

Диссертация выполнена в лаборатории № 41 Института проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук.

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор, **Бахтадзе Наталья Николаевна**, заведующий лабораторией № 41 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук.

**Официальные оппоненты:**

**Виктор Михайлович Дозорцев**, доктор технических наук, директор по развитию бизнеса ООО «Центр цифровых технологий», г. Москва,

**Рифкат Талгатович Сиразетдинов**, доктор технических наук, доцент, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева (КНИТУ КАИ), профессор кафедры Динамики процессов и управления, г. Казань, Татарстан,

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация - Московский государственный технический**

университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ им. Н.Э. Баумана) в своем положительном отзыве, подписанном заведующим кафедрой Систем автоматизированного проектирования МГТУ им. Н.Э. Баумана доктором физ.-мат. наук, профессором **Анатолием Павловичем Карпенко**, отметил, что разработанные в диссертации методы создания цифровых экосистем промышленных предприятий и компаний на основе отраслевых и меж-секторальных цифровых платформ способствует созданию новых бизнес-моделей и инновационных решений, повышающих эффективность функционирования этих предприятий и компаний. Диссертация Сулейкина А.С. на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной, самостоятельной научно-квалификационной работой. Тема исследований актуальна. Результаты работы получены автором лично, обладают научной новизной и практической значимостью.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 2.3.3 - «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)» и отвечает требованиям ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п.9 Положения о присуждении ученых степеней ... №842 от 24.09.2013г. и п.6 Положения о присуждении ученых степеней ... №235 от 17.03.2015г.), а ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 - «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)».

**Заключение ведущей организации имеет следующие замечания:**

1. Охват тем, освещенных в обзоре литературы, является более широким, чем того требует диссертационное исследование, что несколько «затушевывает» основную тему диссертации.
2. В диссертационной работе приведены принципы проектирования концептуальных архитектур ЦЭС промышленных предприятий и функциональных архитектур консорт-сервисного слоя. Было бы целесообразно представить более детально основные элементы этих архитектур.
3. Недостаточно четко определены такие авторские термины, как консорт, идентификационная модель, ассоциативное прогнозирование.
4. Встречаются некоторые стилистические неточности, например: «обмен прогнозами с партнерами для достижения синергетического эффекта» (стр.73); «...стабильность каждого консорт-сервиса и консортов инфраструктуры оценивается показателем, значения которого... означают процент стабильной работы (стр.76).

Отзывы официальных оппонентов содержат следующие замечания.

Отзыв В.М. Дозорцева:

1. Аналитический обзор литературы несколько перегружен описанием систем и методов, имеющих косвенное отношение к теме диссертации: например, описание ЦЭС в электроэнергетике и управлении цепочками поставок, обзор литературы по разработке цифровых двойников и анализ проблем их внедрения, обзор методов хранения данных в оперативной памяти.
2. В диссертации определены условия устойчивого функционирования интегрированной системы управления производственным процессом как мультиконсортной ЦЭС. Соблюдение этих условий может рассматриваться как необходимая предпосылка оптимизации управления производством на основе

предложенных методов ассоциативной идентификации и прогнозирования, но об этом в диссертационной работе ничего не говорится.

3. Не вполне четко обосновано, каким образом гарантируется масштабируемость предложенной архитектуры при расширении набора консортов (сервисов), что необходимо для обеспечения гибкости и клиентоориентированности современного производства.
4. В тексте встречаются аббревиатуры, расшифровка которых не приводится, что затрудняет восприятие текста, например, ISDI (с.44), Apache NIFI (с.89).
5. В автореферате диссертации (с. 11) недостаточно подробно описана цифровая идентификационная модель производственной ситуации, рассматриваемая автором как цифровой двойник ситуации.
6. Встречаются неточные и неудачные обозначения, например:
  - в автореферате в формуле (4) вместо индекса  $k$  коэффициентов  $b_{jk}$  должен быть индекс  $p$ ;
  - размерность вектора входов в ф.4 должна быть обозначена через  $P$ ;
  - дискретный момент времени на с.13 автореферата лучше обозначить через  $k$ .
  - в тексте диссертации в формуле (4) для моментов времени, в которые выбираются данные из архива для формирования актуальной модели, выбрано обозначение  $t - j$ , по ним должно осуществляться суммирование. Но в то же время, через  $j$  нумеруются компоненты вектора входов.

Отзыв Р.Т. Сиразетдинова:

1. Следует отметить избыточность охвата тем и неоправданно большой объем обзора литературы, что несколько отвлекает от восприятия основных положений диссертационной работы.
2. Следовало бы привести конкретный пример формализации производственной ситуации, с участием консортов разных типов.
3. В диссертации декларируется возможность оптимизации управления на основе высокоточных прогнозирующих моделей реального времени, но результаты относятся только к определению условий стабильного функционирования.
4. В тексте встречаются стилистические погрешности и синтаксические ошибки.

Соискатель по теме диссертации имеет 24 опубликованные работы, все статьи – в рецензируемых изданиях из перечня, рекомендованного ВАК. Все результаты диссертационной работы получены А.С. Сулейкиным самостоятельно.

**Наиболее значимые публикации из числа рецензируемых изданий:**

1. Novikov D., Bakhtadze N., Elpashev D., Suleykin A. Integrated Resource Management in the Digital Ecosystem of the Enterprise Based on Intelligent Consorts // IFAC-PapersOnLine. – 2022. – Vol. 55, N. 10. – P. 2330-2335.
2. Pyatetsky V., Bakhtadze N., Elpashev D., Suleykin A. Associative Rules-Driven Intelligent Production Schedule Control System for Digital Manufacturing Ecosystem // IFAC-PapersOnLine. – 2022. – Vol. 55, N. 10. – P. 2526-2532.

3. Bakhtadze, N., Suleykin, A. Industrial digital ecosystems: Predictive models and architecture development issues // *Annual Reviews in Control.* – 2021. – Vol. 51. – P. 56-64. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2020.11.001>.
4. Bakhtadze N., Cheresenko A., Elpashev D., Suleykin A., Purtov A. Predictive associative models of processes and situations // *IFAC-PapersOnLine.* – 2022. – Vol. 55, N. 2. – P. 19-24.
5. Suleykin A., Bakhtadze N., Panfilov P. Big-Data Driven Digital Ecosystem Framework for Online Predictive Control // *Proceedings of the 12th International Conference on Management of Digital EcoSystems (MEDES '20).* Association for Computing Machinery. – 2020. – P. 92–95. DOI: <https://doi.org/10.1145/3415958.3433077>.
6. Suleykin A., Bakhtadze N. Control Systems Architecture with a Predictive Identification Model in Digital Ecosystems // *Smart Innovation, Systems and Technologies.* – 2021. – Vol. 200. – P. 439-449. – DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-15-8131-1\\_39](https://doi.org/10.1007/978-981-15-8131-1_39).
7. Suleykin A., Bakhtadze N. Agent-Based Architectural Models of Supply Chain Management in Digital Ecosystems // *Advances in Intelligent Systems and Computing.* – 2021. – Vol. 1252. – P. 115-127. – DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-55190-2\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-55190-2_9).
8. Bakhtadze N., Elpashev D., Suleykin A., Sabitov R., Smirnova G., Kuchinskii M., Sabitov S. System Identification for Manufacturing Control Applications Management Projects for Digital Ecosystems of Automotive Enterprises: Truck Sharing // *IFIP Advances in Information and Communication Technology.* – 2021. – Vol. 630. – P. 563–571.
9. Suleykin A., Bakhtadze N., Pavlov B., Pyatetsky V. Digital Energy Ecosystems / *IFAC PapersOnLine.* – 2019. – Vol. 52, N 13. – P. 30–35. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.088>.
10. Bakhtadze, N., Elpashev, D., Suleykin, A., Pyatetsky, V. Digital ecosystem situational control based on a predictive model // *IFAC-PapersOnLine.* – 2021. – Vol. 54, N 1. – P. 300–306.
11. Suleykin A., Bakhtadze N. Digital Ecosystems Control Based on Predictive Real-Time Situational Models // *Advances in Intelligent Systems and Computing.* – 2021. – Vol. 1363. – P. 605–623.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы, все отзывы положительные.

**Отзывы с замечаниями:**

1. Отзыв на автореферат д.т.н., профессора **Константинова И.С.**, заведующего Кафедрой математического и программного обеспечения информационных систем Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» содержит следующие замечания:
  - Трудно представить разработанные соискателем модели концептуальной и функциональной архитектуры системы управления только по описанию, без иллюстрации соответствующими схемами.

- Отсутствует пример формального описания производственной ситуации, который позволил бы более конкретно представить процедуру анализа и прогнозирования.
2. Отзыв на автореферат к.т.н., профессора **Зараменских Е.П.**, руководителя Департамента бизнес-информатики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»» содержит следующие замечания:
- Не приведено описание возможности применения проактивного подхода к синтезу гибких систем производственного планирования.
  - В автореферате не приведены схемы разработанных соискателем моделей концептуальной архитектуры системы управления ресурсами производства в ЦЭС предприятия и функциональной архитектуры консорт-сервисного слоя.
3. Отзыв на автореферат д.т.н., профессора **Гагариной Л.Г.**, директора Института системной и программной инженерии и информационных технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» содержит следующие замечания:
- Предложенный экспертный подход для оценки и прогнозирования стабильного функционирования консортов – элементов инфраструктуры может оказаться трудно формализуемым на практике.
  - Встречаются погрешности в оформлении автореферата. Так, например, нарушена пунктуация при перечислении основных научных результатов.
4. Отзыв на автореферат д.т.н. **Зелинской Е.В.**, профессора кафедры «ОПИ и охраны окружающей среды им. профессора С.Б. Леонова» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (ФГБОУ ВО «ИРНИТУ») содержит следующие замечания:
- Недостаточно четко определено понятие «ассоциативности»: соискатель определяет это как «критерий «схожести» с текущим входом» (с.10).
  - Недостаточно подробно описаны способы формализации состояний консортов – элементов инфраструктуры и систем обработки данных.
  - В автореферате было бы уместно привести иллюстрации разработанных соискателем моделей концептуальной архитектуры системы управления ресурсами производства в ЦЭС предприятия и функциональной архитектуры консорт-сервисного слоя, а также перечислить основные свойства и функции каждого слоя.
5. Отзыв на автореферат д.т.н. **Тягунова О. А.**, профессора кафедры проблем управления Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА — Российский технологический университет» (РТУ МИРЭА) содержит следующие замечания:
- К большому сожалению, результаты диссертации недостаточно широко отражены в отечественных публикациях.

- Ограниченный объем автореферата не позволяет с исчерпывающей полнотой судить о полученных научных и практических результатах диссертации.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации - обосновывается профилем их научной деятельности и профессиональных интересов.**

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **Изучены и проанализированы** результаты исследований по теме разработки и развития цифровых экосистем и систем больших данных
- **Предложены** методы анализа и прогнозирования показателей производственных процессов и ситуаций на основе цифровых алгоритмов идентификации
- **Разработаны** цифровые ассоциативные методы идентификации ЦЭС как мультиконсорциальных систем
- **Предложена** концептуальная и функциональная архитектуры системы управления цифровой экосистемой промышленного предприятия
- **Изучены** методы обеспечения стабильного функционирования ЦЭС
- **Разработан** прототип (фрагмент) системы прогнозирования состояния загрузки серверного комплекса и использования лицензий ПО для управления ресурсами в цифровой производственной экосистеме ПАО «КАМАЗ».

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

- **Предложены** методы анализа и прогнозирования показателей производственных процессов и ситуаций на основе цифровых алгоритмов идентификации
- **Разработаны** методы обеспечения стабильного функционирования ЦЭС.

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

**результаты проведенных исследований** внедрены для задачи прогнозирования состояния серверного комплекса ресурсов и динамики использования лицензий ПО на ПАО «КАМАЗ» в рамках модуля прогнозирования цифровой экосистемы Kamotive. Эффект от внедрения подтвержден ПАО «КАМАЗ».

**Обоснованность и достоверность научных положений** обеспечивается корректным применением фундаментальных положений теории идентификации систем управления и проведенным всесторонним анализом эффективности современных подходов к управлению с прогнозирующей моделью. Близость результатов расчетов с использованием тестовых данных с результатами, полученными при внедрении на производстве, также свидетельствует о достоверности положений, выносимых на защиту.

Все исследования, представленные в диссертационной работе, проведены **лично соискателем** в процессе научной деятельности. Из совместных публикаций в диссертацию включен тот материал, который непосредственно принадлежит соискателю.

На заседании 16 февраля 2023г. Диссертационный совет постановил: за решение научных задач анализа систем управления на основе прогнозирующих моделей реального времени и исследования архитектуры цифровых производственных экосистем, имеющих значение для развития системы управления технологическими процессами, присудить Сулейкину А.С. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве человек

20 человек, из них 5 докторов наук по специальности 2.3.3, участвовавших в заседании, из 28 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени - 17, против - 3, воздержались - 0

Зам. Директора по научной работе,  
д.т.н.

С.А. Краснова

Председатель Диссертационного совета  
24.1.107.01, д.т.н.

Б.В. Павлов

И.о. Ученого секретаря  
Диссертационного совета 24.1.107.01,  
д.т.н.

С.А. Кочетков

16.02.2023г.