

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 99.2.031.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Воронежский государственный технический университет»,
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Воронежский государственный университет»,
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Липецкий государственный технический университет»,

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 19 марта 2024 № 61

О присуждении Васильеву Евгению Михайловичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Модели и методы многоальтернативного управления сложными объектами в критических режимах на основе эволюционного подхода» по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами принята к защите 08 декабря 2023 г.(протокол заседания № 60) диссертационным советом 99.2.031.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет», федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет», федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 394006, г. Воронеж, ул.20-летия Октября, 84, приказ №1328/нк от 25.10.2016 г.

Соискатель Васильев Евгений Михайлович, 11 мая 1949 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук (тема диссертации относится к служебной информации ограниченного распространения) защитил в 1983 году в диссертационном совете, созданном на базе Московского авиационного института им. С. Орджоникидзе. Работает в должности доцента на кафедре электропривода, автоматики и управления в технических системах федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре электропривода, автоматики и управления в технических системах федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор технических наук, профессор **Подвальный Семён Леонидович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», кафедра автоматизированных и вычислительных систем, профессор.

Официальные оппоненты:

Большаков Александр Афанасьевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», профессор Высшей школы технологий искусственного интеллекта.

Громов Юрий Юрьевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», директор Института автоматики и информационных технологий.

Хаустов Игорь Анатольевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий», заведующий кафедрой информационных и управляющих систем **дали положительные отзывы на диссертацию.**

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук», г. Москва **в своем положительном отзыве**, подписанном Уткиным Антоном Викторовичем, доктором технических наук, ведущим научным сотрудником ИПУ РАН, и.о. заведующего лабораторией № 37, и утвержденном заместителем директора ИПУ РАН по научной работе, доктором технических наук, профессором Красновой Светланой Анатольевной.

указала, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, которая вносит существенный вклад в решение важной научно-технической проблемы развития теоретических основ автоматизации и управления сложными технологическими процессами и объектами с критическими режимами функционирования. Диссертация обладает внутренним единством, и свидетельствует о личном вкладе автора в решение крупной научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение. Она соответствует всем требованиям к докторским диссертациям согласно Положению о присуждении ученых степеней,

утверждённому постановлением №842 Правительства Российской Федерации 24 сентября 2013 г., а её автор, Васильев Евгений Михайлович, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по научной специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

Соискатель имеет 98 научных работ по теме диссертации, в том числе: 36 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, 26 – в изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science, одну монографию объёмом 21,86 усл.печ.л. По итогам выступлений на конференциях опубликовано 42 работы. Получено два патента РФ на изобретения, зарегистрированы две программы для ЭВМ в Федеральном государственном центре информационных технологий и систем ЦИТИС.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых излагаются: теоретическое обоснование эволюционного подхода к построению систем управления объектами с критическими режимами; разработка кибернетических принципов многоальтернативности строения и функционирования сложных систем; разработка конкретных моделей и методов реализации систем многоальтернативного управления объектами с различной степенью неопределённости протекающих в них процессов.

Личный вклад автора состоит в выводе теоретических положений по эволюционному подходу к управлению сложными системами, разработке математических моделей и методов многоальтернативного управления объектами с критическими режимами, формировании методологии построения систем управления сложными объектами, основанной на направленном воспроизведении в них эволюционных механизмов биологических систем.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Podvalny, S. L. Models of multi-alternative control and decision-making in complex system / S. L. Podvalny, V. F. Barabanov, E. M. Vasiljev // Automation and Remote Control. – 2014. – Vol. 75, no.10. – P.1886–1891.

2. Podvalny, S. L. Evolutionary principles for construction of intellectual systems of multi-alternative control / S. L. Podvalny, E. M. Vasiljev // Automation and Remote Control. – 2015. – Vol. 76, no. 2. – P. 311–317.

3. Podvalny, S. L. A multi-alternative approach to control in open systems : origins, current state, and future prospects / S. L. Podvalny, E. M. Vasiljev // Automation and Remote Control. – 2015. – Vol. 76, no. 8. – P. 1471–1499.

4. Подвальный, С. Л. Многоальтернативное поведение в критических режимах как модель биологического процесса принятия решений / С. Л. Подвальный, Е. М. Васильев // Вестник Воронежского государственного университета, Серия Системный анализ и информационные технологии. – 2015. – №2. – С. 105–113

5. Подвальный, С. Л. Концепция многоальтернативности в живых и неживых структурах / С.Л. Подвальный, Е.М. Васильев // Онтология проектирования.– 2016.– Т. 6, № 3. – С. 355–367.

6. Васильев, Е. М. Гомеостатическое управление динамическими системами на основе нечётких регуляторов / Е. М. Васильев, А. С. Одношивкин // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2016. – Т. 17, № 11. – С. 732–740.

7. Подвальный, С. Л. Концепция многоальтернативности в интеллектуальных системах : активные нейросетевые модели / С. Л. Подвальный, Е. М. Васильев // Нейрокомпьютеры : разработка, применение. – 2016. – №10. – С.49–58.

8. Подвальный, С. Л. Многоальтернативность : эволюционная стратегия биологических систем / С. Л. Подвальный, Е. М. Васильев // Управление большими системами. –2019. Вып. 77. – С. 125–170.

9. Tishchenko, A. K. Analysis and synthesis of control systems for spacecraft solar arrays/ A.K. Tishchenko, E.M. Vasiljev, A.O. Tishchenko // Machines.– 2020.– V. 8, no. 4.– P.1-24.

10. Подвальный, С. Л. Системы многоальтернативного управления : Эволюционный подход : монография / С. Л. Подвальный, Е. М. Васильев. – Старый Оскол : Изд-во ТНТ, 2023. – 376 с. – ISBN 978-5-94178-814-9.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы, в которых отмечается актуальность исследования, научная новизна и практическая ценность полученных результатов, их обоснованность, достоверность и результативность по сравнению с известными решениями. В отзывах содержатся следующие замечания:

1. **Гузаиров Мурат Бакеевич**, д.т.н., профессор, профессор кафедры управления информационной безопасностью ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», **Исмагилова Альбина Сабирьяновна**, д.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой управления информационной безопасностью ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий». **Замечания:** 1) Очевидный методологический характер диссертации предполагает определение роли разработанной методологии многоальтернативности в ряду общих кибернетических принципов управления. В автореферате это важное обстоятельство раскрыто недостаточно полно. 2) Полученные результаты работы на наш взгляд по своей научной значимости не ограничиваются рамками задач,

приведённых в автореферате, и могут быть расширены для управления развитием крупномасштабных систем, требующих для этого существенных затрат ресурсов и времени.

2. Демидова Лилия Анатольевна, д.т.н., профессор, профессор кафедры корпоративных информационных систем ФГБОУ ВО МИРЭА - Российский технологический университет», г. Москва. **Замечания:** 1) Вызывает дискуссионный интерес используемая в диссертации классификация систем по степени неопределённости: детерминированные (в т.ч. с нестационарными параметрами), хаотические, случайные и системы с существенной неопределённостью. На чём основана эта классификация? 2) Выдвинутый в работе (стр. 18 автореферата со ссылкой на пп. 5.1.1, 5.1.2 диссертации) тезис о свойстве многоальтернативности нечёткого управления имеет принципиальное значение для защищаемой методологии и заслуживает отдельного рассмотрения.

3. Емалетдинова Лилия Юнеровна, д.т.н., профессор, профессор кафедры прикладной математики и информатики ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева». **Замечания:**

1) При описании предложенной в работе нейросети фасетного типа желательно провести её сравнение со свёрточными нейросетями, хорошо зарекомендовавшими себя в задачах распознавания изображений. 2) В реферате (стр. 18) следовало указать на особенности алгоритмов нечёткого управления процессом противоточного теплообмена, которые позволили обеспечить в системе малую ошибку регулирования температуры.

4. Жабко Алексей Петрович, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой теории управления ФГБОУ ВО Санкт-Петербургского государственного университета. **Замечания:** 1) Судя по автореферату в работе не представлен анализ устойчивости системы управления двухколёсным роботом, являющимся структурно-неустойчивым объектом. 2) В перечень задач для дальнейших исследований многоальтернативных систем следует включить вопросы устойчивости этих систем при произвольных переключениях альтернативных алгоритмов управления.

5. Зиятдинов Надир Низамович, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Системотехника» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». **Замечания:** 1) В выводах работы следовало сформулировать сводный перечень моделей и методов многоальтернативности, используемых для снижения неопределённости задач управления сложными системами. 2) Перспективы применения предложенных в работе эволюционных методов многоальтернативного управления динамическими объектами

целесообразно расширить на многоэкстремальные задачи принятия проектных решений.

6. Ковалёв Игорь Владимирович, д.т.н., профессор, профессор кафедры программной инженерии ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск. **Замечания:** 1) По аналогии с мультиверсионными системами программного обеспечения следовало оценить эффективность (например, по надежности либо по другим критериям) предлагаемых систем при увеличении числа модулей и уровней управления. 2) При описании модели идентификации нелинейной системы (стр. 13 автореферата) следовало отметить, что такая модель обычно используется в вместе с подсистемой предыскажений, что позволяет решать задачу компенсации этих искажений в канале передачи данных.

7. Лифшиц Михаил Юрьевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет». **Замечания:** 1) Судя по содержанию автореферата, в работе не рассмотрены системы управления объектами с распределёнными параметрами, для которых проблемы высокой размерности и высокой динамической неопределённости также являются весьма актуальными. 2) Представленный в автореферате способ реализации канала передачи данных с несущим хаотическим сигналом не проанализирован на устойчивость к шумам, которые неизбежно присутствуют в системах передачи данных.

8. Ломакина Любовь Сергеевна, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Вычислительные системы и технологии» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева». **Замечания:** 1) В автореферате не раскрыты возможности многоальтернативного управления в классе многоцелевых систем с несколькими показателями качества. Каким образом многоальтернативное управления можно применить к многоцелевым системам? 2) По условиям функционирования к системам с критическими режимами близки системы, которые удерживают контролируемые переменные в заданном диапазоне с помощью предиктивной модели. Требуется пояснить, как соотносятся между собой методология эволюционного подхода и предиктивное управление.

9. Преображенский Андрей Петрович, д.т.н., профессор, профессор кафедры информационных систем и технологий автономной некоммерческой образовательной организации высшего образования «Воронежский институт высоких технологий». **Замечания:** 1) На стр. 20 говорится о том, что система была разбита на три подсистемы, но нет информации о том, на сколько процентов

повысилась эффективность управления. 2) На рис. 6.6 приведены результаты перемещения груза, но не приведена информация о его форме.

10. Проталинский Олег Мирославович, д.т.н., профессор, профессор кафедры автоматизированных систем управления тепловыми процессам ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва. **Замечания:** 1) Представленная в работе (с. 16 автореферата) модель жизненного цикла оборудования с восстановлением не учитывает, что количество таких восстановлений ограничено временем, по истечении которого совокупные затраты на ремонт устаревшего оборудования в будущем будут превышать затраты на замену его новым аналогичным оборудованием вместе с его технической поддержкой. 2) В обзорной части автореферата следовало упомянуть большой класс мультиагентных систем, в задачах управления которыми остро востребованы и успешно реализуются идеи многоальтернативности, в частности, компонентный подход с иерархической структурой целей сложной системы.

11. Русинов Леон Абрамович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой автоматизации процессов химической промышленности ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). **Замечания:** 1) Использование систем управления критическими объектами является не единственным способом обеспечения их безопасного функционирования. В частности, важную роль в решении рассматриваемой проблемы играют системы прогнозирования. Следовало бы указать, каким образом идеи многоальтернативности могут быть использованы для разработки систем прогнозирования состояния сложных объектов с критическими режимами? 2) Указанная на стр. 11 автореферата процедура разделения собственных чисел характеристической матрицы нестационарной системы на части, одна из которых формирует требуемый характер переходного процесса, а другая обеспечивает свойство грубости модальному регулятору, может быть выполнена не единственным способом. Поэтому требует пояснения выбор критерия лучшего в некотором смысле такого разделения.

12. Столбов Валерий Юрьевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Прикладная математика, механика и биомеханика» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». **Замечания:**

1) На стр. 22 автореферата при описании активной нейросети следовало бы упомянуть о процедурах её обучения и тестирования. 2) На стр.24 желательно привести данные о сходимости предложенного модифицированного генетического алгоритма. 3) В выводах по работе при перечислении перспективных направлений использования результатов диссертации следовало указать востребованные задачи

построения мультисервисных информационных систем с иерархической структурой конфликтных интересов различных групп пользователей.

13. Титов Виталий Семёнович, д.т.н., профессор, профессор кафедры вычислительной техники ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск. **Замечания:** 1) Судя по автореферату, в работе не затронуты вопросы устойчивости многоальтернативных систем с нечётким управлением. Существуют ли какие-либо особенности обеспечения устойчивости в этих системах? 2) При рассмотрении примеров многоальтернативных систем с нечётким управлением (стр. 20 и 21 автореферата) следовало упомянуть о том, что нечёткие регуляторы сложных объектов высокой размерности также могут быть построены в соответствии с многоальтернативными принципами многоуровневости и модульности, а именно – по каскадной структуре, позволяющей существенно уменьшить количество решающих нечётких правил в системе.

14. Угольницкий Геннадий Анатольевич, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой прикладной математики и программирования Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону. **Замечания:** 1) Представленный в автореферате (стр. 15) метод многоальтернативного управления многоагентной системой использует два типа управления: сначала – директивное управления для быстрого выхода на магистральную траекторию, а затем – конкурсное управления для движения по магистрали. Каковы алгоритмы реализации этих управлений? 2) С методологической точки зрения очень важен вопрос о взаимосвязи моделей многоальтернативного управления с моделями теории игр. Существуют ли точки соприкосновения у этих моделей?

15. Филист Сергей Алексеевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры биомедицинской инженерии ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск. **Замечания:** 1) При моделировании адаптационного эффекта принципа многоуровневости в природе (стр. 10 автореферата) следовало упомянуть известные результаты изучения свойства гомеостазиса в человеческом организме, подтверждающие основной тезис работы о многоальтернативности как эволюционной стратегии живых систем. 2) В связи с актуальностью задач нейросетевого диагностирования состояния сложных систем целесообразно раскрыть возможности использования для этого предложенной в работе активной нейросети фасетного типа.

16. Фрид Аркадий Исаакович, д.т.н., профессор, профессор кафедры вычислительной техники и защиты информации ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий». **Замечание:** из автореферата не в полной

мере ясен механизм преобразования структур сложных систем и доведения их до отдельных подсистем с целью применения предлагаемого подхода.

17. Чистякова Тамара Балабековна, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Системы автоматизированного проектирования и управления» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)». **Замечания:** 1) В автореферате в качестве примера многоальтернативной стохастической системы рассмотрена модель системы с ресурсами полного замкнутого цикла. Каковы возможности использования этой модели для описания производственных систем с частичным возвратом ресурсов, например, в виде вторичного сырья? 2) В защищаемом в работе генетическом алгоритме поиска наилучшего технологического решения необходимо пояснить, каким образом выбор исходного множества матриц репликации влияет на сходимость метода.

Все отзывы положительные.

На замечания соискателем даны исчерпывающие ответы и разъяснения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами, наличием публикаций в этой сфере исследований и их согласием.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложен и обоснован эволюционный подход к проблеме построения систем управления сложными объектами с критическими режимами, направленный на воспроизведение в этих системах эволюционных свойств живых организмов, определяющих способность последних успешно преодолевать кризисные периоды своего развития;

доказано, что открытые живые системы достигли высокой степени адаптивного взаимодействия с внешней средой на основе механизмов многоальтернативности их строения и функционирования, которые дополняют собою механизмы естественного отбора и составляют общую эволюционную стратегию биологических систем, обеспечивающую их устойчивое существование;

раскрыта кибернетическая сущность механизмов многоальтернативности сложных систем любой природы и сформулировано их конструктивное содержание в виде принципов: принцип многоуровневости и иерархии строения и функционирования, предусматривающий передачу управления от одного уровня к другому по мере исчерпания энергетических возможностей каждого из них и обеспечивающий, тем самым, возникновение в сложных системах свойства

гомеостазиса; принцип многообразия и разделения функций подсистем, позволяющий реализовать декомпозицию системы по функциональному признаку, добиться автономности подсистем, обеспечить их высокую надёжность, а также способность системы в критических ситуациях выполнять свои функции в ограниченном объёме, т.е. обеспечить свойство живучести; принцип модульности, порождающий комбинаторное многообразие вариантов построения и режимов работы системы при ограниченном количестве отличающихся типовых модулей;

разработана эволюционная методология построения систем многоальтернативного управления сложными объектами с критическими режимами, включающая в себя: единый теоретический подход к построению систем управления сложными объектами, использующий аналогию с эволюционными механизмами биологических систем и обеспечивающий повышение надёжности и качества функционирования этих объектов в критических режимах; общие конструктивные принципы этого подхода, указывающие на конкретные пути его воплощения в системах многоальтернативного управления: принцип многоуровневости, принцип многообразия и разделения функций, принцип модульности; общую структуру систем многоальтернативного управления; прикладные модели и методы реализации указанных принципов в задачах управления сложными объектами с критическими режимами различной физической природы – детерминированными, вероятностными, хаотическими, с существенно неопределёнными состояниями, а также в системах принятия решений.

доказана перспективность использования разработанной методологии многоальтернативного построения и управления сложными объектами с критическими режимами для теоретического развития идей биокibernетики и их практической реализации в крупномасштабных системах.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

проведён содержательный анализ эволюционных процессов в живых системах, и **выявлен** ряд механизмов, расширяющий существующие представления об этих процессах с кибернетической точки зрения;

доказана единая методологическая сущность указанных механизмов, составляющих общую концепцию многоальтернативности строения и функционирования сложных систем, в частности, возможность возникновения в сложной системе свойства гомеостазиса при организации в ней многообразия управлений по состоянию;

получен общий класс законов стабилизирующего многоальтернативного управления структурно неустойчивыми балансирующими объектами при произвольном законе переключения альтернатив;

разработана общая структура систем многоальтернативного управления сложными объектами с критическими режимами различной физической природы;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых подходов и методов исследования, присущих современной теории автоматического управления, в том числе проведение кибернетических аналогий с процессами адаптации и управления в живой природе, методы модального, нечёткого и синергетического управления, численные методы и эволюционные алгоритмы поиска оптимальных решений;

изложены доказательства адаптационной и стабилизирующей функции принципов многоальтернативности на уровне добиологической организации жизни, на уровнях популяций и крупных экосистем, а также дана оценка вероятности устойчивого функционирования произвольной сложной системы на модели её многоальтернативной игры с природой;

раскрыто методологически обобщающее значение эволюционной концепции многоальтернативности для методов построения систем с переменной структурой, подчинённого регулирования, диверсных систем, систем синергетического управления и киберфизических систем;

изучена взаимосвязь разработанных принципов многоальтернативности с рядом базовых кибернетических принципов построения открытых систем управления сложными объектами: принципами обратной связи, критической сложности, дискретности информации, магистрального развития; принципом необходимого разнообразия;

проведена модернизация существующих математических моделей эволюционных процессов, позволившая раскрыть роль механизмов многоальтернативности в кризисных (критических) периодах эволюции живых систем и воспроизвести эти механизмы в искусственных системах; предложена модификация известных генетических алгоритмов, обеспечивающая решение комбинаторных задач управления высокой размерности с изолированным расположением глобального экстремума.

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

разработаны конкретные модели и методы реализации систем многоальтернативного управления сложными объектами с критическими режимами: детерминированными, вероятностными, хаотическими, с существенно

неопределёнными состояниями, а также в системах интеллектуальной поддержки принятия решений. Результаты работы использованы на ряде предприятий при разработке системы электроснабжения научно-энергетического модуля Международной космической станции, для построения диверсных систем защиты и предотвращения аварийных ситуаций на Нововоронежской атомной станции, для оценки влияния на надёжность работы автоматизированной системы радиоконтроля при интеграции новых компонентов, при разработке подсистем диспетчерского контроля электрической сети Россети центр Воронежэнерго, в технологическом процессе тепловлажностной обработки бетонных изделий, при разработке прямохаотических систем широкополосной связи с защищёнными каналами, а также в Воронежском государственном техническом университете в учебном процессе по направлению подготовки «Управление в технических системах»;

создан прикладной методический инструментарий, который даёт возможность ставить и успешно решать задачи многоальтернативного управления структурно неустойчивыми, многорежимными и динамически неопределёнными объектами, объектами с нестационарными параметрами, а также комбинаторными объектами высокой размерности.

представлены алгоритмы, способы и приёмы решения практических задач многоальтернативного управления сложными объектами с критическими режимами, обеспечивающие требуемое качество функционирования этих объектов сравнительно простыми вычислительными и аппаратными средствами;

определены перспективы практического использования разработанной методологии многоальтернативного управления в многоцелевых и крупномасштабных динамических системах.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ в рамках диссертации показана воспроизводимость результатов исследований для различных условий функционирования объектов управления и их параметров;

теория построена на известных положениях из области математического моделирования, теории управления, системного анализа и принятия решений, методов оптимизации и нечёткой логики, подтверждается согласованностью теоретических выводов с результатами численных экспериментов и с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на воспроизведении механизмов адаптивной эволюции живых систем в искусственных системах управления и принятия решений, а также на анализе и обобщении известных работ в области управления большими системами и технической гомеостатики;

использованы результаты решения рассматриваемых задач известными методами для проведения сравнительной оценки результативности предложенной методологии в сравнении с подходами, разработанными ранее

установлено качественное совпадение результатов, полученных в диссертации, с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике в области их общей применимости.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели исследования и обосновании его актуальности, формулировке задач, необходимых для достижения поставленной цели, разработке математических моделей, теоретически обосновывающих возможность эволюционного подхода к решению проблемы, в раскрытии кибернетического содержания концепции многоальтернативности и её принципов, в разработке прикладных моделей и методов реализации этой концепции в системах управления различной физической природы, в формулировке выводов и положений, выносимых на защиту, личном участии в апробации результатов исследования, внедрении полученных результатов в практику, а также в подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: следовало бы более четко сформулировать отличие принципов многоальтернативности построения и функционирования сложных систем от известных принципов декомпозиции и многоконтурности в системах управления. При рассмотрении общей структуры системы многоальтернативного управления следовало бы раскрыть взаимосвязь этой структуры с интеллектуальными системами управления, широко применяемыми для управления сложными технологическими объектами.

Соискатель Васильев Е.М. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, привел собственную аргументацию и пояснил, что предлагаемая в работе методология может быть использована для управления широким классом сложных технологических систем.

На заседании 19 марта 2024 года диссертационный совет принял решение: за разработку теоретических положений эволюционной концепции многоальтернативности, совокупность которых можно квалифицировать как существенный вклад в решение крупной научно-технической проблемы управления сложными технологическим процессами и объектами с критическими режимами функционирования, за разработку общей методологии многоальтернативного управления и конкретных объектно-ориентированных моделей и методов такого управления, имеющих важное хозяйственное значение, а

также за внедрение указанных результатов в практику присудить Васильеву Е. М. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 9 докторов наук по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 13, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



А.К. Погодаев

С.Ю. Белецкая

19 марта 2024 года