

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.199.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ИНСТИТУТА ИНФОРМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 12.03.2020 г. № 1

О присуждении Жуковой Наталии Александровне, гражданке Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Многоуровневый синтез автоматных моделей объектов мониторинга» по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы)» принята к защите 10 декабря 2019 г., протокол № 3, диссертационным советом Д 002.199.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук, Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 199178, Россия, Санкт-Петербург, 14 линия ВО, дом 39, утвержден приказом Рособрнадзора номер 2472-618 от 8 октября 2010 года (с изменениями согласно приказам Минобрнауки России №105/нк от 11 апреля 2012 г. №574/нк от 15 октября 2014 г., № 386/нк от 27 апреля 2017 г., №748/нк от 12 июля 2017 г., №301/нк от 23 ноября 2018 г.).

Соискатель Жукова Наталия Александровна, 1983 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Методы и модели контроля состояния сложных динамических объектов на основе измерительной информации с использованием алгоритмов интеллектуального анализа данных» защитила в 2008 году в диссертационном совете Д 212.238.07, созданном на базе Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) (серия ДКН №068149). В настоящее время Жукова Наталия Александровна работает старшим научным

сотрудником лаборатории информационно-вычислительных систем и технологий программирования в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Санкт-Петербургском институте информатики и автоматизации Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в лаборатории информационно-вычислительных систем и технологий программирования Федерального государственного бюджетного учреждения науки Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор ОСИПОВ Василий Юрьевич, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН), лаборатория информационно-вычислительных систем и технологий программирования, главный научный сотрудник, руководитель лаборатории.

Официальные оппоненты:

ДЕГТЯРЕВ Александр Борисович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», кафедра компьютерного моделирования и многопроцессорных систем, профессор;

МАРЛЕЙ Владимир Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», кафедра вычислительных систем и информатики, профессор;

СТРАБЫКИН Дмитрий Алексеевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный университет», кафедра электронных вычислительных машин, заведующий кафедрой

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск в своем **положительном** отзыве, подписанном Броновым Сергеем Александровичем, доктором технических наук, доцентом, руководителем научно-учебной лаборатории систем автоматизированного проектирования кафедры вычислительной техники Сибирского федерального университета, Легаловым Александром Ивановичем, доктором технических наук, профессором, руководителем научно-учебной лаборатории технологии программирования кафедры вычислительной техники Сибирского федерального университета и утвержденном Барышевым Русланом Александровичем, кандидатом философских наук, проректором по научной работе Сибирского федерального университета, указала, что в целом диссертационная работа Н.А. Жуковой представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему, отличается научной новизной и практической значимостью полученных результатов. Разработаны основы теории и методы многоуровневого автоматического синтеза автоматных моделей объектов мониторинга. Для построения моделей объектов разработаны методы многоуровневого автоматического синтеза автоматных моделей процессов и программ мониторинга, а также методы и модели многоуровневой адаптивной трансформации данных мониторинга. Предложены методы и модели разработки проблемно- и предметно-ориентированных систем построения моделей объектов по данным мониторинга и система методик, обеспечивающая возможность решения прикладных задач с их использованием. Автором в диссертации сформулирована и решена важная научно-техническая проблема разработки основ теории и методов многоуровневого автоматического синтеза автоматных моделей объектов мониторинга, отвечающих современным потребностям практики по снижению вычислительной сложности этого синтеза.

Практическая ценность работы состоит в новых возможностях по построению моделей объектов при решении практических задач в различных предметных областях. Результаты эксплуатации разработанных систем в области объектов космического назначения, телекоммуникации, океанографии, исследовательской и практической медицины показали, что применение новых систем на практике позволяет существенно расширить состав решаемых задач, сократить время,

затрачиваемое на их решение. Также предложенные системы обеспечивают повышение точности и достоверности формируемых решений значительной части прикладных задач по сравнению с существующими подходами. Предложенные методы индуктивного и дедуктивного синтеза предлагается адаптировать для решения задач синтеза интегральных схем, в том числе, сверх больших интегральных схем. Разработка и применение методов индуктивно - дедуктивного синтеза интегральных схем позволит повысить эффективность их построения и модернизации. Разработанный аппарат многоуровневого автоматического синтеза автоматных моделей объектов мониторинга целесообразно применять при решении практических задач в существенно большем числе предметных областей, чем он применяется в настоящее время. Не вызывает сомнений эффективность его применения в таких областях, как городское хозяйство, сельское хозяйство, область образования и других. Следует отметить, что для применения предложенного аппарата в новых предметных областях нет необходимости его дорабатывать. Перспективным представляется применение идей, положенных в основу теории многоуровневого автоматического синтеза, в рамках проведения фундаментальных исследований. Результаты многоуровневого синтеза могут быть также реализованы при проведении прикладных исследований, в том числе, при разработке новых робототехнических комплексов, программного обеспечения беспилотных летательных аппаратов и других. В частности, результаты могут быть использованы в следующих организациях: в Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» (Госкорпорация «Роскосмос»); в Публичном акционерном обществе «Информационные телекоммуникационные технологии» (ПАО «Интелтех»); в Федеральном государственном учреждении «Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова» (ФГУ «ГОИН»); в Военно-медицинской академии имени С. М. Кирова (ВМА им. С. М. Кирова).

Диссертационное исследование «Многоуровневый синтез автоматных моделей объектов мониторинга» является научно-квалификационной работой и соответствует критериям, изложенным в п. 9 - 14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемых к докторским диссертациям, а его автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по

специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы)».

Соискатель имеет более 185 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 180 работ, в рецензируемых научных изданиях опубликовано 169 работ, в том числе 36 статей в журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, 20 статей в изданиях, индексируемых в SCOPUS и Web of Science, издано 5 монографий, 3 учебных пособия, получено 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Основные научные результаты опубликованы в 58 научных трудах общим объемом 116,6 п.л., объем личного вклада соискателя составляет 45,8 п.л. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

Опубликованные в журналах из Перечня рецензируемых научных изданий:

1. **Жукова, Н.А.** Общая и частные задачи многоуровневого синтеза моделей объектов мониторинга // Научно-техническая информация. Сер. 2, Информационные процессы и системы. 2019. № 11. С. 16–22.
2. **Жукова, Н. А.** Онтологические модели трансформации данных о состоянии технических объектов / Н. А. Жукова // Онтология проектирования. 2019. Т. 9. № 3 (33). С. 345–360.
3. **Жукова, Н. А.** О возможностях синтеза многоуровневых моделей объектов / Н.А. Жукова // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2019. № 10. С. 16–21.
4. **Жукова, Н. А.** Проблема когнитивного мониторинга распределенных объектов / Н. А. Жукова, Н. Р. Андриянова // Научно-техническая информация. Сер. 2, Информационные процессы и системы. 2019. № 2. С. 18–29. *Личный вклад соискателя –90%.*
5. **Жукова, Н.А.** Вычислительные модели когнитивных систем мониторинга / А.И. Водяхо, Н.А. Жукова, Н.В. Климов, О.О. Луковенкова, В.Ю. Осипов, А.Б. Тристанов // Морские интеллектуальные технологии. 2018. Т. 3. № 4 (42). С. 147–153. *Личный вклад соискателя –30%*
6. **Жукова, Н. А.** Слияние медицинских данных на основе онтологий / С.В.Лебедев, Н. А. Жукова // Онтология проектирования. 2017. Т. 7, № 2 (24). С. 145–159. *Личный вклад соискателя –70%*

7. **Жукова, Н. А.** Модели представления данных в области медицины / Д. А. Коробов, М. В. Лапаев, А. И. Водяхо, Н.А. Жукова // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2016. № 7. С. 7–13. *Личный вклад соискателя –60%*
 8. **Жукова, Н. А.** Гармонизация, интеграция и слияние многомерных измерений параметров природных и технических объектов в системах мониторинга / Н. А. Жукова // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Сер. Информатика, управление и компьютерные технологии. 2014. Вып. 2. С. 27–33.
 9. **Жукова, Н. А.** Методы оценивания информативности результатов опытной эксплуатации сложных многопараметрических объектов в условиях неопределенности / А. В. Васильев, Н. А. Жукова // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Сер. Информатика, управление и компьютерные технологии. 2013. Вып. 9. С. 63–67. *Личный вклад соискателя –75%*.
 10. **Жукова, Н. А.** Метод восстановления структуры группового телеметрического сигнала на основе графовой модели / Н. А. Жукова, И. С. Соколов // Труды СПИИРАН. 2010. № 2. С. 45–66. *Личный вклад соискателя –70%*.
- Опубликованные в изданиях, индексируемых в SCOPUS и Web of Science:*
11. **Zhukova, N. A** Knowledge-Oriented Recommendation System for Machine Learning Algorithm Finding and Data Processing / M. Tianxing, N. Zhukova etc. // International Journal of Embedded and Real-Time Communication Systems (IJERTCS). – 2019. – Vol. 10, Iss. 4. Art. 2. P. 20–38. Scopus. *Личный вклад соискателя – 60%*.
 12. **Zhukova, N.** Automatic Synthesis of Multilevel Automata Models of Biological Objects / V. Osipov, M. Lushnov, E. Stankova, A Vodyaho, Yu. Shichkina, N. Zhukova // Proceedings of International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA 2019). Springer, Cham., 2019. P. 441–456. Scopus. *Личный вклад соискателя – 65%*.
 13. **Zhukova, N.** Distributed Technical Object Model Synthesis Based on Monitoring Data / V. Yu. Osipov, A. I. Vodyaho, N. A. Zhukova, M. Tianxing, S. Lebedev // International Journal of Knowledge and Systems Science (IJKSS). 2019. Vol. 10, Iss. 3. Art. 3. P. 27–43. WoS, Scopus. *Личный вклад соискателя – 70%*.
 14. **Zhukova, N.** Multilevel Automatic Synthesis of Behavioral Programs for Smart Devices / V. Osipov, A. Vodyaho, N. Zhukova, P. Glebovsky // Control, Artificial Intelligence, Robotics & Optimization (ICCAIRO 2017). IEEE, 2017. P. 335–340. WoS, Scopus. *Личный вклад соискателя – 70%*.

15. **Zhukova, N.** Inductive Synthesis of the Models of Biological Systems According to Clinical Trials / V. Osipov, M. Lushnov, E. Stankova, A Vodyaho // International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA 2017). Lecture Notes in Computer Science. Springer, Cham., 2017. Vol. 10404. P. 103–115. WoS, Scopus. *Личный вклад соискателя – 50%*.
16. **Zhukova, N.** Logical and Mathematical Models of Data Fusion / I. Baymuratov, N. Zhukova // Control, Artificial Intelligence, Robotics & Optimization (ICCAIRO 2017). IEEE, 2017. P. 121–126. WoS, Scopus. *Личный вклад соискателя – 65%*.

Оригинальность содержания диссертации составляет не менее 95% от общего объёма текста; цитирование оформлено корректно; заимствованного материала, использованного в диссертации без ссылки на автора либо источник заимствования, не обнаружено; научных работ, выполненных соискателем учёной степени в соавторстве без ссылок на соавторов не выявлено. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На автореферат диссертации поступило 11 отзывов, все отзывы положительны:

1) ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения». Отзыв составил заведующий кафедрой “Прикладная математика, информатика и информационные системы”, д.т.н., профессор Тюгашев А.А. Замечания: В шестом пункте заключения сказано, что предлагаемая автором новая методика построения моделей для решения прикладных задач отличается от существующих тем, что обеспечивает, в том числе, полноту синтезируемых моделей. Из автореферата не совсем ясно, какая именно полнота имеется в виду и за счет чего удастся ее достичь. Речь идет о существенном сокращении времени, затрачиваемого на вычисления, при решении ряда прикладных задач в различных предметных областях. При этом не вполне понятно, каким именно образом удастся преодолеть проблему комбинаторного взрыва числа состояний, характерного для автоматных моделей, применяемых к реальным объектам мониторинга промышленного уровня. К сожалению, присутствуют замечания по стилю оформления и языку автореферата. Автор, с моей точки зрения, чрезмерно склонен к использованию

сложноподчиненных предложений со слишком общими формулировками, из-за использования коих иногда ускользает конкретный смысл высказывания. В некоторых местах считаю не вполне уместным для официальной научной работы применение неологизмов, таких, как (орфография автора сохранена) «контент информационных потоков» (с.11), «лог файл» (с. 28), «контентно адаптивная обработка» (с. 31), и пр. В некоторых местах присутствуют погрешности пунктуации.

2) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космофизических исследований и распространения радиоволн Дальневосточного отделения Российской академии наук. Отзыв составила главный научный сотрудник лаборатории системного анализа, д.т.н., Мандрикова О. В. Замечания: Не определены требования к объему данных, которые необходимы для построения автоматных моделей объектов, позволяющих синтезировать модели процессов мониторинга. Требуется пояснить каким образом разрабатываются частные методики построения моделей объектов по данным мониторинга на основе предложенной общей методики.

3) Институт информатики и математического моделирования – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИИММ КНЦ РАН). Отзыв составил главный научный сотрудник, д.т.н., профессор Олейник А. Г. Замечания: В тексте автореферата не рассмотрено как при автоматическом синтезе моделей объектов мониторинга учитываются различные особенности объектов, в частности, их структурная и логическая организации, назначение и другие. Предусматривают ли разработанные методы создание и совместный анализ «организационных» моделей объекта? В автореферате указано, что содержательная оценка синтезируемых моделей строится на основе расчета показателей их точности и достоверности (стр.11), а также то, что показатели точности и достоверности используются в качестве ограничений при поиске варианта синтеза моделей объектов, процессов и программ мониторинга, обеспечивающего достижение максимума информативности (стр.15). Однако из текста автореферата не ясно, каким образом определяются эти показатели в ходе

процессов синтеза моделей. Судя по виду рисунка 7 (стр. 28) он был построен автоматически в ходе выполнения эксперимента с моделью. Видимо, автор привел его в таком виде в расчете на подтверждение достоверности полученного результата. Но в итоге рисунок получился с нечитаемыми надписями и значениями координат.

4) ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет». Отзыв составил профессор кафедры «Прикладной математики и информационных технологий», д.т.н. Горохов А.В. Замечания: Не указано, чем ограничивается функциональное пространство и пространство состояний, в которых синтезируются модели объектов мониторинга. Из автореферата не ясно, каким образом могут учитываться экспертные знания, если таковые имеются, при синтезе моделей объектов, процессов и программ мониторинга. Из реферата не ясно, позволяет ли состав взаимосвязей, которые учитываются в моделях, проводить анализ состояний наблюдаемого объекта.

5) Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского». Отзыв составил профессор кафедры автономных систем управления, д.т.н. Голяков А.Д. Замечания: Из текста автореферата не ясно, проводилось ли исследование на устойчивость процесса автоматического формирования автоматной модели объекта мониторинга, и сколько итераций необходимо провести для формирования корректной модели объекта. При автоматическом синтезе формируемые автоматные модели соответствуют реальным объектам с какой-то степенью достоверности, а значит и модельное состояние системы мониторинга будет получено с некоторой неточностью. Из текста автореферата не ясно, при функционировании автоматически созданной автоматной модели формируется ли информация о точности соответствия состояний модели с состояниями реальных объектов, которая необходима при принятии решения на управление системой.

6) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН. Отзыв составил главный научный сотрудник лаборатории № 80 «Киберфизические системы», д.т.н. Мещеряков Р.В.

Замечания: При разработке основ теории необходимо было дать четкие определения всем понятиям, используемым при построении новой теории. Однако, в автореферате отсутствуют определения даже тех терминов, которые используются в названии работы. В тексте автореферата следовало привести формальную постановку первичной задачи - задачи мониторинга объектов, сформулированную в соответствии с потребностями прикладных предметных областей. Автором приводится только постановка задачи многоуровневого синтеза моделей объектов, которая определяет требования к разрабатываемому аппарату синтеза. При этом теряется важная связь между потребностями, возникающими на практике, и требованиями, которым должны отвечать разрабатываемые модели, методы и т.д. Имеются также замечания по стилю изложения, в частности, встречаются общие утверждения, которые далее по тексту не раскрываются или раскрываются не в полном объеме.

7) ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН». Отзыв составил профессор кафедры “Сенсорные и управляющие системы”, д.т.н. Андреев В.П. Замечания: В реферате приведены основные положения, в соответствии с которыми осуществляется разработка предлагаемого нового класса проблемно- и предметно-ориентированных систем построения моделей объектов по данным мониторинга, однако, структуры систем, их функциональный состав, технические требования к их компонентам не рассмотрены. Не вызывает сомнений, что предложенные модели и методы позволяют снизить сложность разработки и применения программных систем, однако для более точной оценки имеющегося в автореферате описания явно недостаточно. Отсутствует конкретное описание примеров использования в системах мониторинга разработанного теоретического и методологического аппарата. Какие при этом датчики были использованы для сбора данных? Может ли (и каким образом) предложенная иерархия относительно конечных операционных автоматов быть реализована посредством организации распределенных вычислений? С применением каких программно-аппаратных средств может осуществляться построение компонент иерархии?

8) ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики». Отзыв составил профессор кафедры вычислительных систем, д.т.н. Курносоев М.Г. Замечания: В работе наблюдаемые объекты (системы, комплексы) определяются в общем виде, хотя для определения состояния разных классов наблюдаемых объектов потребуется использовать разные стратегии и алгоритмы мониторинга. Автору следовало бы либо определить ограничения, накладываемые на наблюдаемые объекты, либо рассмотреть, хотя бы основные классы наблюдаемых объектов с точки зрения специфики построения систем мониторинга. В автореферате недостаточно подробно описаны программно-аппаратные параметры систем, для которых приведены результаты экспериментов, что затрудняет интерпретацию результатов.

9) ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет». Отзыв составил заведующий кафедрой высшей математики, д.ф.-м.н. Антипов Ю.Н. Замечания: Фактически в работе предлагается система моделей объектов, включающая статические, динамические и автоматные модели. В автореферате рассматриваются только иерархические перестраиваемые автоматные модели, которые лежат в основе всех трех моделей. Следовало дать описание каждой модели. В автореферате указано, что в диссертации сформулированы общая и частные задачи синтеза моделей объектов. В автореферате приведена только постановка общей задачи, в то время как основной интерес представляют постановки частных задач. Проводилось ли исследование предложенных моделей и методов на модельных данных? Какие получены результаты?

10) ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». Отзыв составил профессор кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы», д.т.н. Костарев С.Н. Замечания: Сравнилось ли в диссертационном исследовании эффективность нейронных сетей или других современных методов для синтеза моделей мониторинга по сравнению с автоматными моделями, предложенными диссертантом? На стр. 11 автореферата приведено уравнение (2) расчеты полноты синтезируемых моделей, где указывается определение полноты $Q_r=1$ или $Q_r=0$. А если расчетное значение Q_r окажется в диапазоне от 0 до 1, то как определить полноту модели? На стр.12 автореферата

указывается, что характеристическое уравнение автомата определяется относительно предыдущего шага ($r-1$), необходимо пояснить, как будет происходить запуск автомата на шаге 0, если предыдущий шаг не был определен? По реферату диссертации непонятно, синтез автоматных моделей мониторинга производится только для точечных динамических объектов, или также может производиться для пространственно-динамических моделей, когда объект имеет пространственно-динамическую структуру. Не определено, какое может быть время задержки, связанное с процессами мониторинга, при решении прикладных задач. Также необходимо уточнить какие требуются вычислительные ресурсы для синтеза моделей объектов мониторинга. В работе указывается, что предлагаемый подход может быть использован для построения прогнозных моделей, однако не указано каким именно образом это делается.

11) ФГБОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Самарский университет). Отзыв составил заведующей кафедрой информационных систем и технологий, д.т.н. Прохоров С.А. Замечания: Было бы полезно рассмотреть возможность реализации механизмов обучения, которые могут быть использованы как в процессе синтеза моделей объектов мониторинга, так и в процессе их применения. Автором утверждается, что разработанные модель и метод многоуровневой трансформации обеспечивают контентно адаптивную обработку данных мониторинга. Однако, автором не объясняется каким именно образом автоматически выполняется адаптивная обработка, не рассматриваются примеры.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что д.т.н., профессор Дегтярев А.Б. является крупным ученым в области компьютерного моделирования сложных биологических и технических объектов, а также в области современных вычислительных технологий;

д.т.н., профессор, Марлей В.Е. – ученый, известный работами в области мониторинга состояния сложных технических объектов;

д.т.н., профессор, Страбыкин Д.А. – известный специалист в области современной теории логического вывода;

ведущая организация, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет» (СФУ) является одним из крупных научных и образовательных центров РФ, включает в свой состав целый ряд подразделений, в частности, институт космических и информационных технологий, в которых активную научную деятельность ведут специалисты международного уровня, в том числе, по направлениям, непосредственно связанным с темой диссертационного исследования: моделирование динамических объектов с переменной структурой, методы высокоуровневого синтеза сложных технических объектов, многокритериальный синтез, системы мониторинга.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны основы теории и методы многоуровневого автоматического синтеза моделей относительно конечных операционных автоматов как моделей объектов мониторинга на основе собираемых об объектах непротиворечивых данных;

предложены:

- основы новой теории многоуровневого автоматического синтеза автоматных моделей объектов мониторинга, отличающейся оригинальными: концептуальной моделью синтеза многоуровневых перестраиваемых автоматных моделей, системой показателей и критериев эффективности, предусматривающей оценку полноты моделей и сложности их построения, формализмами математического описания иерархических относительно конечных автоматов, математическими формулировками задач многоуровневого синтеза;

- новые методы многоуровневого автоматического синтеза автоматных моделей объектов мониторинга, которые, в отличие от существующих, являются индуктивно - дедуктивными, базируются на новых постановках задач такого синтеза и методах их решения, включающих метод многоуровневого индуктивного синтеза, с помощью которого осуществляется построение моделей объектов по поступающим от них данным, и метод многоуровневого дедуктивного синтеза, позволяющий

доказывать существование новых моделей в пространстве моделей, построенном в результате индуктивного синтеза;

- новые методы многоуровневого автоматического синтеза автоматных моделей процессов и программ их мониторинга для построения моделей объектов, вычислительная сложность которых кратно ниже, чем у существующих методов; указанный уровень вычислительной сложности обеспечивается за счет разработки точных и приближенных методов, основанных на применении прямого и обратного многоуровневого вывода;

- новые методы и модели многоуровневой трансформации данных, которые обеспечивают контентно адаптивную обработку результатов мониторинга за счет описания процессов преобразования данных в общем виде и их поэтапной детализации до уровня программно-реализуемых процессов с учетом содержания данных и условий синтеза моделей объектов;

- оригинальные методы и модели разработки проблемно- и предметно-ориентированных программных систем построения моделей объектов по данным мониторинга, позволяющие применять гибкие методологии при их проектировании, создании и сопровождении, что обеспечивается за счет описания предлагаемых систем в виде иерархии согласованных архитектурных и онтологических моделей этих систем;

- новая система программно реализуемых методик, которая позволяет строить модели объектов мониторинга и использовать их для решения прикладных задач, включая задачи прогнозирования состояния этих объектов и управления ими; методики отличаются от существующих тем, что обеспечивают лучшие показатели качества формируемых решений задач мониторинга за счет полноты синтезируемых прикладных моделей, оцениваемой числом параметров этих моделей, и меньшего числа операций, требующихся для их синтеза; система методик позволяет учитывать классы решаемых задач, показатели и критерии эффективности, используемые для оценки формируемых результатов, а также типы данных, свойственные предметным областям;

доказана перспективность использования предложенного многоуровневого автоматического синтеза автоматных моделей объектов мониторинга при решении

практических задач в предметных областях, включая задачи прогнозирования и управления наблюдаемыми объектами по поступающим от них данным;

введены:

- концептуальное описание новой модели многоуровневого автоматического синтеза моделей объектов мониторинга, основанной на индуктивно-дедуктивном подходе к синтезу моделей объектов по поступающим от них данным;

- новые иерархические относительно конечные операционные автоматы, построенные на основе существующих одноуровневых автоматов;

- новый класс проблемно- и предметно- ориентированных систем построения моделей объектов мониторинга с гибкой архитектурой, основанной на совместном использовании онтологических и архитектурных моделей этих систем.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность автоматического синтеза иерархических относительно конечных автоматных моделей объектов, процессов и программ мониторинга на основе поступающих от них непротиворечивых данных;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы методы и модели: синтеза моделей объектов, процессов и программ; теории сложных систем; системного анализа; математического моделирования; искусственного интеллекта; адаптивной обработки данных; математической статистики; инженерии знаний; методологий проектирования, разработки и сопровождения информационных систем;

изложены теоретические, методологические и методические основы многоуровневого автоматического синтеза перестраиваемых автоматных моделей объектов мониторинга;

раскрыты:

проблемные аспекты применения имеющихся методов и средств построения моделей объектов мониторинга в предметных областях, а также проблемы синтеза моделей объектов, процессов и программ мониторинга по данным, поступающим от наблюдаемых объектов, состоящие в их высокой вычислительной сложности;

основные проблемные вопросы, связанные с обеспечением возможности преобразования и связывания элементов данных, содержащихся в передаваемых с объектов информационных потоках, с учетом их содержания и условий синтеза моделей объектов мониторинга;

ограничения имеющихся решений, разработанных в области информационных систем, не позволяющие обеспечить проектирование, построение и сопровождение программных систем, предназначенных для решения различных задач и относящихся к различным предметным областям, но использующих общие решения, в частности, модели и методы многоуровневого синтеза;

изучены существующие модели объектов, процессов и программ мониторинга, методы и средства обработки данных, основное внимание уделено имеющимся моделям и методам синтеза, в частности, аппарату синтеза относительно конечных операционных автоматов;

проведена модернизация существующих моделей и методов, ориентированных на многоуровневую обработку данных; методик, используемых в предметных областях, в частности, они дополнены методиками синтеза моделей объектов мониторинга.

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

разработаны и внедрены (указать степень внедрения) следующие результаты диссертационной работы:

- в российско-американской компании Zodiac Systems Inc при разработке новых систем оперативного мониторинга и управления телекоммуникационными сетями операторов кабельного телевидения, в том числе, крупных операторов кабельного телевидения США и Канады внедрены: многоуровневые модели объектов мониторинга и методы их построения, включая методы многоуровневого синтеза моделей процессов и программ мониторинга; методы и модели многоуровневой адаптивной трансформации данных мониторинга; методы и модели разработки проблемно- и предметно- ориентированных систем построения моделей объектов по данным мониторинга. Результаты, полученные в ходе применения новых систем

мониторинга и управления, показали, что они позволяют оперативно выявлять и устранять 98,5% ошибок в работе систем кабельного телевидения, а также снизить стоимость проектирования и сопровождения систем мониторинга и управления, применяемых операторами кабельного телевидения;

- в Научно-инженерном центре Санкт-Петербургского электротехнического университета использовались:

разработанные автоматные модели объектов мониторинга и методы их многоуровневого автоматического синтеза, методы многоуровневого автоматического синтеза автоматных моделей процессов и программ мониторинга, методы и модели многоуровневой адаптивной трансформации данных мониторинга, а также методы и модели разработки проблемно- и предметно- ориентированных систем построения моделей объектов по данным мониторинга при выполнении следующих НИР и ОКР: ОКР «Поиск-СНВ», ОКР «Адекватность», ОКР «Ленинградка», ОКР «Математика-ПИК», ОКР «Модернизация», ОКР «Перспектива-ПИК», ОКР «ИАС-М», ОКР «Признак», ОКР «Указчик-ВКО/ПТК ОДПП и ОРИ», НИР «Листва-2000-НЦ», направленных на решение задач восстановления характеристик объектов космической техники (ОКТ) по данным, передаваемым с них во время пусков, задач анализа состояния ОКТ по результатам измерений их параметров при комплексной подготовке к пускам и их проведении;

теория многоуровневого автоматического синтеза автоматных моделей объектов мониторинга при решении задач анализа надежности, безопасности, выявления причин и факторов, приводящих к отказам, инцидентам, авариям, катастрофам, задачи планирования профилактики и предотвращения происшествий на объектах ракетно-космической техники (РКТ) и наземно-космической инфраструктуры (НКИ). Модели и методы многоуровневого синтеза реализованы при разработке прототипов программных систем, проводившейся, проводившейся в НИЦ СПб ЭТУ в рамках выполнения НИР «Радиент», ОКР «Радиент», ОКР «Диагностика- НИЦ»;

- в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» при приведении исследований, направленных на разработку перспективных медицинских информационных систем, выполнявшихся на базе

Университета ИТМО, применялись иерархические автоматные модели, а также методы и модели, обеспечивающие возможность их многоуровневого синтеза. В состав использованных методов входят: методы многоуровневого автоматического индуктивного и дедуктивного синтеза автоматных моделей объектов мониторинга, методы многоуровневого автоматического синтеза автоматных моделей процессов и программ мониторинга, методы и модели многоуровневой адаптивной трансформации данных мониторинга. При разработке прототипов медицинских информационных систем применялись методы и модели разработки проблемно- и предметно- ориентированных систем построения моделей объектов по данным мониторинга. Обработка медицинских данных проводилась с использованием предложенных методик построения моделей объектов по данным мониторинга для решения прикладных задач. Применение моделей и методов многоуровневого автоматического синтеза автоматных моделей в области практической и исследовательской медицины позволило значительно увеличить число решаемых прикладных задач в результате модификации постановок существующих задач, а также рассмотрения принципиально новых, ранее не решавшихся задач, требующих применения методов системного анализа. Результаты обработки данных о кардиологических больных, полученные с применением предложенных моделей, методов и средств, показали, что при решении задач комплексной оценки состояния пациентов в 99% случаев получаемые показатели адекватно отражают динамику изменения состояния пациентов. Также применение новых моделей, методов и средств позволило повысить результативность назначения диагностических процедур. Достоверность построенных моделей, характеризующих состояния пациентов с различными диагнозами, на основе данных эхокардиографии достигает 98%;

- в лаборатории "Объектно-ориентированных геоинформационных систем" модели и методы многоуровневого синтеза использовались при выполнении ОКР «Алеврит», ОКР «Автоматизм», «СППР «Автоматизм», ОКР «Галтель - Алеврит», НИР ONR-Global# 62909-12-1-7013 «Decision Making Support System for Arctic Exploration, Monitoring and Governance». Использование разработанных моделей и методов позволило получить следующий положительный эффект: сократить время

предоставления данных о состоянии водной среды, в частности, обеспечена возможность предоставления порядка 85% данных, поступающих от сетей океанографических станций, практически без задержек; повысить достоверность и точность предоставляемых данных о состоянии водной среды, результаты обработки данных по Баренцеву морю показали, что достоверность получаемых решений была увеличена в среднем на 15-17%, точность возросла на 8-15%; выполнять построение динамических моделей водной среды для отдельных районов;

- основы теории, модели и методы многоуровневого синтеза объектов мониторинга использовались в учебном процессе Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (СПбГЭТУ «ЛЭТИ») при подготовке лекций по дисциплине "Теория принятия решений" в разделе "Использование наблюдений в принятии решений", а также в учебном процессе Университета ИТМО в дисциплинах "Методы машинного обучения", "Интеллектуальный анализ данных", "Неклассические логики", "Разработка интеллектуальных систем".

определены возможности и перспективы практического использования полученных в диссертации результатов при решении широкого круга прикладных задач в предметных областях, требующих построения моделей наблюдаемых объектов, включая задачи прогнозирования и управления;

создана единая система методик построения моделей объектов мониторинга для решения прикладных задач, обеспечивающая полноту синтезируемых моделей и низкую сложность их синтеза, за счет использования многоуровневого синтеза при построении моделей объектов мониторинга;

представлены предложения и направления для дальнейших научных исследований, в основу которых может быть положена разработанная теория многоуровневого синтеза.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность полученных результатов подтверждена проведением всестороннего анализа работ по исследуемой проблеме, обоснованными формулировками постановок научных задач, использованием

апробированного математического аппарата, согласованностью разработанной теории с общими принципами построения моделей объектов мониторинга, а также апробацией основных результатов диссертации в печатных трудах и докладах на международных и всероссийских конференциях, положительными итогами практической реализации результатов работы;

теория построена на апробированных принципах, проверенных данных и фактах с использованием современных известных и апробированных методов исследования, согласуется с опубликованными результатами других исследователей;

идея базируется на анализе работ, выполненных отечественными и зарубежными исследователями в области синтеза моделей объектов, процессов и программ мониторинга;

использованы полученные оценки сложности многоуровневого синтеза иерархических автоматных моделей объектов мониторинга для сравнения с оценками сложности одноуровневого синтеза, приведенными в современной научной литературе по синтезу перестраиваемых автоматных моделей объектов, процессов и программ;

установлено качественное и количественное соответствие результатов разработки теории многоуровневого синтеза. При этом подтверждено преимущество предложенного подхода перед результатами, полученными с использованием ранее разработанных моделей и методов.

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации от систем мониторинга сложных технических объектов.

Личный вклад соискателя состоит в:

- анализе современного состояния методов и средств построения моделей наблюдаемых объектов по данным мониторинга их состояний, применяющихся на практике в различных предметных областях;
- разработке основ новой теории многоуровневого автоматического синтеза иерархических относительно конечных автоматных моделей объектов мониторинга

на основе развития теории одноуровневого синтеза и теории относительно конечных операционных автоматов;

- разработке индуктивно - дедуктивных методов многоуровневого автоматического синтеза автоматных моделей объектов мониторинга, включающих метод многоуровневого индуктивного синтеза, обеспечивающего построение моделей объектов мониторинга по поступающим от них данным, и метод многоуровневого дедуктивного синтеза, использующийся для доказательства существования новых, ранее не рассматривавшихся моделей, в пространстве моделей, построенном в результате индуктивного синтеза;

- разработке метода многоуровневого автоматического синтеза автоматных моделей процессов мониторинга для построения процессов мониторинга на основе доказательства их существования с применением прямого нисходящего многоуровневого вывода;

- разработке метода многоуровневого автоматического синтеза автоматных моделей программ мониторинга на основе синтезированных моделей процессов с использованием обратного многоуровневого вывода;

- разработке методов и моделей многоуровневой трансформации данных для обеспечения возможности контентно адаптивной обработки результатов мониторинга с учетом содержания данных и условий синтеза моделей объектов;

- построении нового класса проблемно- и предметно- ориентированных систем для применения многоуровневого синтеза при решении различных задач, относящихся к различным предметным областям;

- создании новых гибких архитектур программных систем, которые описываются в виде иерархии согласованных архитектурных и онтологических моделей этих систем;

- разработке методов, позволивших применять гибкие методологии на всех этапах жизненного цикла систем построения моделей объектов мониторинга;

- создании системы методик построения моделей объектов по данным мониторинга для решения прикладных задач, включающую общую методику и частные методики для предметных областей;

- разработке и внедрении программных систем построения моделей объектов мониторинга для четырех предметных областей, в частности, космической области, океанографии, медицины, телекоммуникаций;
- решении практических задач построения моделей объектов в предметных областях с использованием разработанных и внедренных программных систем.
- подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертационный совет считает, что в соответствии с требованиями п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемыми к докторским диссертациям, и пп. 1, 2, 4, 7 и 9 паспорта научной специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации, Жукова Н.А. в своей диссертационной работе решила важную научную проблему разработки основ теории и методов многоуровневого автоматического синтеза автоматных моделей объектов мониторинга, кратко снижающих вычислительную сложность этого синтеза, имеющую важное народно-хозяйственное значение, особенно в высокотехнологичных и оборонной отраслях.

На заседании 12.03.2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Жуковой Н.А. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 19, против нет, недействительных бюллетеней 2.

Председатель диссертационного совета

доктор технических наук,

член-корреспондент РАН

Юсупов Рафаэль Мидхатович

Ученый секретарь диссертационного совета

кандидат технических наук

Зайцева Александра Алексеевна

12.03.2020 г.