

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.148.02,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФГБОУ ВО «МОСКОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ, ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

Аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 09 декабря 2021 г. № 6

О присуждении Никитиной Марине Александровне, гражданке России  
ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Интеграция цифровых технологий в процесс принятия  
решений при разработке пищевых продуктов заданного состава и свойств»,  
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по  
научным специальностям 05.13.06 – «Автоматизация и управление  
технологическими процессами и производствами (в пищевой  
промышленности)» и 05.18.04 – «Технология мясных, молочных и рыбных  
продуктов и холодильных производств» принята к защите 02.07.2021  
(Протокол заседания № 3) диссертационным советом Д 212.148.02, созданным  
на базе ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых  
производств», 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11, утвержденного  
приказом от 11.04.2012 г. № 105/нк.

Соискатель Никитина Марина Александровна, 1973 года рождения.  
Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук  
«Структурно-параметрическое моделирование и оптимизация системы  
адекватного питания» защитила в 2002 г. в диссертационном совете,  
созданном при Московском государственном университете прикладной  
биотехнологии Министерства образования и науки. Работает в должности  
ведущего научного сотрудника, руководителя направления Центра  
«Экономико-аналитических исследований и информационных технологий»  
ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН с 2014 года.

Диссертация выполнена в Центре «Экономико-аналитических  
исследований и информационных технологий» ФГБНУ «ФНЦ пищевых  
систем им. В.М. Горбатова» РАН.

**Научные консультанты**

– Лисицын Андрей Борисович доктор технических наук, профессор,  
академик РАН, Научный руководитель ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им.  
В.М. Горбатова» РАН;

– Чернуха Ирина Михайловна доктор технических наук, профессор,  
академик РАН, руководитель отдела координации инициативных и  
международных проектов ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М.  
Горбатова» РАН.

**Официальные оппоненты:**

Красуля Ольга Николаевна, доктор технических наук, профессор,  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский государственный аграрный университет –

Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева», профессор кафедры «Технология хранения и переработки продуктов животноводства»;

Просеков Александр Юрьевич, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет, ректор;

Пашенко Федор Федорович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова» РАН, главный научный сотрудник лаборатории № 40 «Интеллектуальных систем управления и моделирования»

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ФГБОУ ВО «ВГУИТ»), г. Воронеж, в своем положительном заключении, подписанном Игорем Анатольевичем Хаустовым, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Информационные и управляющие системы» и утвержденном проректором по научной работе и инновационной деятельности ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», доктором биологических наук, профессором, Ольгой Сергеевной Корнеевой,

указала, что диссертационная работа «Интеграция цифровых технологий в процесс принятия решений при разработке пищевых продуктов заданного состава и свойств» соответствует требованиям пп.9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 29.09.2013 № 842 (в ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020), а ее автор, Никитина Марина Александровна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальностям 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в пищевой промышленности) и 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств

Соискателем по теме диссертации опубликовано 115 печатных работ, в том числе 25 статей в изданиях, включенных в международные базы данных (Scopus и Web of Science) и в 41 журнале, рекомендуемом ВАК РФ, 1 учебник, 1 учебное пособие, 1 монография, 6 свидетельств о регистрации программы для ЭВМ, 2 свидетельства о регистрации базы данных, 1 патент РФ.

Научные статьи отражают основные результаты диссертационного исследования. Общий объем публикаций составляет 69,94 п.л., из которых, авторский вклад 51,06 п.л. (73%).

### Наиболее значительные работы по теме диссертации:

1. Nikitina M.A. Cluster analysis for databases typologization characteristics / M.A. Nikitina, I.M. Chernukha, Ya.M. Uzakov, D.E. Nurmukhanbetova // News of the national academy of Science Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. – 2021. – Т. 446. – № 2. – pp. 114-121. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.42>
2. Bolshakov A. Intelligent System for Determining the Presence of Falsification in Meat Products Based on Histological Methods / A. Bolshakov, M. Nikitina, R. Kalimullina // Cyberspace for Advanced Human-Centered Society. Studies in Systems, Decision and Control. – 2021. - Vol. 333. - pp. 179-201. DOI: 10.1007/978-3-030-63563-3\_15.
3. Nikitina M.A. Agent-Based Situational Modeling and Identification Technological Systems in Conditions of Uncertainty / M. Nikitina, Y. Ivashkin // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2020. – Vol. 1156 AISC. – pp. 109-119. DOI: 10.1007/978-3-030-50097-9\_12
4. Nikitina M.A. Personalized nutrition and “digital twins” of food / M.A. Nikitina, I.M. Chernukha // Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. – 2020. – Vol. 14. – Pp. 264-270. <https://doi.org/10.5219/1312>
5. Ivashkin Y.A. Agent-oriented modeling and optimization of material flows of multi-assortment production / Y.A. Ivashkin, M.A. Nikitina // 9th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control, MIM 2019; Berlin; Germany; 28 August 2019 до 30 August 2019. – 2019. Vol. 52. – Is. 13. – pp. 660-664. DOI: 10.1016/j.ifacol.2019.11.109
6. Meshalkin V.P. Computer-aided multiagent model of chemico-physiological processes in the human gastrointestinal tract as a living biochemical system / V.P. Meshalkin, Yu.A. Ivashkin, M.A. Nikitina // Doklady Chemistry. – 2019. – Т. 484. – № 1. – pp. 29-32. DOI: 10.1134/S0012500819010087

На диссертацию и автореферат поступило 13 отзывов. Все отзывы положительные, в 12 содержатся замечания.

1. Руководитель научного направления Всероссийского научно-исследовательского института птицеперерабатывающей промышленности – Филиала ФГБНУ Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» РАН, д.с/х.н., чл.-кор. РАН В.В. Гущин дал положительный отзыв, имеются замечания:

- автором при проектировании структурных форм пищевого продукта учтены изменения функционально-технологических свойств многокомпонентного продукта в зависимости от температуры нагрева. Однако было бы желательно увидеть и вид температурного нагрева, т.к. в зависимости от вида (варка на пару, жарение, запекание и т.д.) происходит изменение аминокислотного и жирнокислотного составов.

- целесообразно помимо мясных продуктов показать применение цифровых технологий для других групп пищевых продуктов.

- в автореферате присутствуют неудачные стилистические выражения: (с.8, абзац 2), «медико-биологические требования к данной группе людей» -

следовало отнести их к продуктам для данной группы людей (с. 22), допущены опечатки (с.5,7,12,22,23,38).

2. Профессор кафедры цифровых технологий обработки данных ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»), д.т.н., профессор Е.В. Никульчев дал положительный отзыв, имеется замечание:

в автореферате на с.8-11 описана решаемая задачи оптимизации. Утверждается, что решение «осуществляется методами многокритериальной оптимизации с формированием Парето-оптимального множества решений». К сожалению, строго формальных методов поиска парето-оптимальных решений для задач общего вида не существует. Следовало бы указать более подробно, какие именно численные эвристические процедуры используются, а также необходимо доказать, что найденное множество соответствует множеству Парето.

3. Профессор кафедры кибернетики химико-технологических процессов ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет (РХТУ) имени Д.И. Менделеева»), д.т.н., заслуженный деятель науки РФ И.Н. Дорохов. Отзыв положительный, имеются замечания:

- из текста автореферата (с.6) не совсем понятен размер представленной базы данных, а также можно ли ее отнести к BigData и почему?

- представленный материал был бы более законченным, если бы в качестве примера кластеризации методом k-means использовалось сырье животного и растительного происхождения, а не кулинарные изделия и блюда.

4. Профессор Высшей школы искусственного интеллекта ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», д.т.н., профессор А.А. Большаков. Отзыв положительный, имеются замечания:

- желательно указать для каждого пункта научной новизны соответствующий пункт паспортов научных специальностей.

- не раскрыто содержание предложенной методологии создания «цифровых двойников» пищевых продуктов питания (концепция, принципы, методы, алгоритмы).

- в задаче теплопроводности (стр. 23) при описании процесса варки колбасы не указана информация об источнике для определения значения параметров  $\alpha$ -коэффициент теплопередачи;  $\lambda$ -коэффициент теплопроводности (справочник или решение обратной задачи). Также не описано, являются эти коэффициенты постоянными или их значение зависит от состояния колбасы в процессе варки.

5. Генеральный директор АО «Торговый дом «Биоснабсбыт», д.т.н., профессор Ю.И. Сидоренко. Отзыв положительный, имеются замечания:

- автор ссылается на «Паспорт здоровья», что предполагает индивидуальный подход к проектированию рационов питания, однако в реферате не приведены принципы формирования такого паспорта и не дана оценка его достаточности для гарантированного обеспечения адекватного нутриентного ответа физиологическим потребностям каждого потребителя.

- при описании алгоритма оптимизации состава продуктов автор пользуется обозначениями «k-му элементу при ограничениях по общему

объему суточного рациона, по допустимым пределам изменения массовой доли (объема)  $j$ -го продукта в рационе питания ...». Как эти обозначения соотносятся с понятиями «нутриент», «продукт питания», «кулинарное блюдо», «суточная потребность». Существует настоятельная необходимость оперировать в данном случае такими категориями.

- одной из неявных задач в работе сформулирована разработка методики «Обучения интеллектуального агента», что вероятно, обозначает аналог «Искусственного интеллекта». Гуманистически ориентированная часть ученого мира в настоящее время при проектировании «интеллектуальных ИТ-систем» требует разработки принципов, безусловного контроля «искусственного разума» человека. Усматривает ли автор подобные угрозы в рамках настоящего проекта и какие меры в связи со сказанным автор предусматривает при его практической реализации.

- на с. 13 приведен перечень основных нутриентов (или групп нутриентов), включаемых в область регулирования программой. Следует ли по мнению автора включить в список пробиотики и пребиотики.

- усматривает ли автор принципиальную разницу между терминами «адекватное» и «оптимальное» питание. В практической нутрициологии устоялось мнение, что оптимальное питание одновременно будет являться адекватным. В этом случае, считает ли автор целесообразным поиск критериев такой «оптимальности» не с лингвистической, а с математической точки зрения.

6. Директор Института естественных и точных наук ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», д.ф.-м.н., профессор А.А. Замышляева. Отзыв положительный, имеются замечания:

- в качестве недочета оформления можно отметить небольшое количество опечаток, погрешностей в оформлении графиков и схем алгоритмов, не влияющих на восприятии материала.

- из работы следует, что «цифровой двойник», «виртуальная модель», «математическая модель» и «имитационная модель» пищевого продукта суть одно и то же, однако у каждого из этих понятий имеется своя специфика. Следует аккуратнее использовать указанные термины.

- термин «параболическое уравнение теплопроводности Фурье» не общеупотребителен. В литературе уравнение (7) известно, как уравнение теплопроводности. Кроме того, в задаче (7)-(10) следовало использовать соответствующие обозначения для частных производных функции нескольких переменных, вместо обычных производных функции одной переменной.

- «настройка» нейронной сети обычно производится на обучающей выборке (70-80 % размеченного датасета), а проверка ее работоспособности – на тестовой выборке (оставшиеся размеченные данные). Поэтому говорить об обучении сети «при подаче тестовой ситуации на ее входы» не совсем корректно. При проведении анализа видеоизображений (гистологических срезов) с применением нейросетевых технологий следовало указать объем датасета, обучающей и тестовой выборки, а также количество эпох обучения.

В работе указано только, что на каждый вид «включения» представлено не менее 10 вариантов гистологических препаратов.

7. Главный научный сотрудник НИИ детского питания – филиала ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», д.б.н. Т.А. Антипова. Отзыв положительный, имеются замечания:

- в тексте работы автором применяется терминология, относящаяся в определенной степени к медицинской, например, физиологические особенности человека, медико-биологические требования; паспорт здоровья, критерии, оценивающие здоровье человека и др. При этом не указывается какие медицинские учреждения были привлечены к проведению исследований.

- при описании результатов рис. 9, автор приводит описание выбора из базы данных компонентов по признакам: химический состав, функциональные свойства и др. Целесообразно было бы указать какие функциональные свойства способны при варьировании влиять на показатели готового продукта.

- при разработке базы данных химического состава сырья, используемого в производстве комбинированных продуктов, некорректно указан документ, взятый за основу – «Справочник химического состава пищевых продуктов». Очевидно речь идет о справочнике «Химический состав пищевых продуктов» под ред. И.М. Скурихина.

8. Проректор по цифровизации, научной и инновационной деятельности ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», д.т.н., доцент Н.А. Березина. Отзыв положительный, имеются замечания:

- из алгоритма Расчетного модуля, представленного на рис. 9 (стр. 18) автореферата не ясно учитываются ли технологические свойства компонентов рецептуры мясного продукта?

- приведенный в таблице 5 (стр. 20) автореферата состав мясорастительных композиций не дает возможности оценить качество готовых изделий сбалансированного состава. На наш взгляд необходимо кроме химического состава привести другие качественные характеристики.

- неясно на основании чего при ранжировании свойств мясного продукта антисклеротического действия в таблице 7 (стр. 21) автореферата диссертант к малосущественным свойствам отнес все органолептические показатели продукта? Был ли проведен опрос экспертов или социологический опрос потенциальных потребителей продукта?

- нейросетевые технологии для контроля состава пищевых продуктов – это экспресс-метод с большими перспективами. Проводил ли диссертант корреляцию обнаруженной фальсификации с известными методами?

- из автореферата неясны учтены ли при реализации модели желудочно-кишечного тракта человека с использованием универсальной имитационной среды Simplex 3 влияние таких факторов, как например, содержание в продукте клетчатки, органических кислот, вида самого белка и других факторов, влияющих на переваримость?

9. Генеральный директор инновационной компании «АКАДЕМИЯ-Т», д.т.н., профессор, Лауреат Государственных премий СССР и России Э.С. Токаев. Отзыв положительный, замечаний нет.

10. Заведующий кафедрой «Информатика» ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», д.т.н., профессор Ю.И. Кудинов. Отзыв положительный, имеется замечание:

желательно было бы более четко пояснить выбор архитектуры сети (CNN), функции активации (ReLU) и алгоритма обучения нейронной сети (метод обратного распространения ошибки). Не ясно чем обоснован метод k-means для кластеризации. Как выбирались центры кластеров?

11. Профессор кафедры «Информационно-коммуникационные системы и программная инженерия» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», д.ф.-м.н., профессор Т.Э. Шульга. Отзыв положительный, имеется замечание:

из автореферата неясно, были ли проведен анализ известных моделей для представления знаний в исследуемой предметной области и каким образом предложенные автором база данных «Пищевые продукты» о химическом составе компонентов продуктов и блюд и база знаний о сочетаемом эффекте нутриентов коррелируют с уже известными моделями. Кроме того, непонятно, насколько предложенные модели являются открытыми для научной общественности с целью использования их в дальнейших исследованиях.

12. Заведующий кафедрой биотехнологии продуктов питания из растительного и животного сырья ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ)», д.т.н., доцент И.А. Никитин. Отзыв положительный, имеется замечание:

в автореферате на стр. 13 описана база данных программы, которая включает в себя «Справочник химического состава пищевых продуктов» с систематизированной информацией по основным нутриентам. К сожалению, современные теории питания (в частности теория адекватного питания А.М. Уголева) говорит о том, что нормальное питание обусловлено не одним потоком нутриентов из желудочно-кишечного тракта во внутреннюю среду организма, а несколькими нутритивных и регуляторных веществ, имеющими жизненно важное значение. И что также существует эндозоология организма-хозяина, образуемая микрофлорой кишечника, и до 10% различных нутриентов организм человека получает в результате метаболизма его микробиоты. Поэтому математическая постановка задачи разработки специализированных пищевых продуктов и рационов на их основе должна стремиться учитывать эти факторы в своих решениях.

13. Профессор кафедры товароведения и товарной экспертизы ФГБОУ «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», д.б.н., профессор В.П. Карагодин. Отзыв положительный, имеются замечания:

- не определен термин «оптимальная рецептура пищевого продукта» с учетом разных критериев оптимальности при персонализированном питании.

- методический подход к проблеме «составление концептуальных схем группирования пищевых продуктов и блюд по различным признакам с

применением методов и алгоритмов кластерного анализа» существует достаточно давно, соискателю следовало четче указать на собственную доработку в этой области.

- не совсем понятно, насколько детализирован пошаговый алгоритм создания «цифровых двойников» - имитационных моделей продуктов общего и специализированного питания и технологических процессов, позволяет ли он получать адекватные результаты сегодня?

- не совсем убедительно и реалистично представлена целесообразность достижения такой цели, как «создание имитационной модели ЖКТ для моделирования, прогнозирования и изучения превращений пищевых компонентов с учетом особенностей состава, специфики его воздействия и особенностей пищеварения индивида»

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их квалификацией, достижениями и наличием публикаций в данных отраслях науки, и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**научно обоснована и экспериментально подтверждена** научная концепция, заключающаяся в обосновании возможности цифровизации технологических и нутрициологических задач путем соединения технологий пищевых систем и здоровья потребителя с использованием человекомашинных систем и процессов,

**предложены** структурно-параметрическое описание, агентно-ориентированные и виртуальные модели пищеварительной системы человека, отражающая динамику расщепления нутриентов и их усвоения. Биохимические процессы в подсистемах желудочно-кишечного тракта описываются субстрат-ферментативными реакциями расщепления нутриентов и позволяют оптимизировать компонентный состав и структуру рациона питания человека с учетом его физиологического состояния,

**разработан** пошаговый алгоритм создания «цифровых двойников» - имитационных моделей пищевого продукта для анализа пищевой, биологической и энергетической ценности и др. характеристик продукта перед запуском его в производство, на примере мясного продукта антисклеротического действия. Применение имитационной модели позволит в режиме реально времени реагировать на изменения в физико-химическом составе используемого сырья или замене основного, или вспомогательного сырья, и в соответствии с этим корректировать рецептуру для получения продукта с заданным химическим составом и гарантированным качеством,

**разработаны** концептуальные схемы группирования пищевых продуктов и блюд с применением методов и алгоритмов кластерного анализа. Кластеризация продуктов по различным категориям позволяет формировать взаимозаменяемые списки блюд с размерами порций с учетом различных заболеваний и индивидуальных особенностей метаболизма,



**доказана** перспективность интеграции цифровых технологий в процесс принятия решений при разработке и контроле качества и соответствия пищевых продуктов заданного состава и свойств и апробирована на моделях микроструктурного анализа гистологических срезов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**разработана** методология построения системы поддержки принятия решений идентификации и прогнозирования состояния сложной структуры для имитационного контроля качества объектов пищевой системы, которая обеспечивает устранение риска субъективизации результата, за счет применения методов искусственного интеллекта, агентных и нейросетевых технологий,

**разработан** генетический алгоритм оптимизации аппроксимации полихромного изображения и показана его эффективность при виртуальной оценке гистологических срезов,

**решена** задача повышения эффективности, ресурсосбережения и планирования качества пищевой продукции за счет обеспечения лица принимающего решения текущей и прогнозной информацией о биологическом состоянии, пищевой ценности в пространственно-временном распределении,

**обоснована** возможность применения имитационного моделирования при разработке виртуальных методов контроля - аналогов традиционным методам, на примере метода анализа переваримости подтверждена высокая корреляции результатов,

**доказана** интреоперабельность и возможность алгоритмизации этапов технологического процесса производства пищевых продуктов и блюд; подтверждена эффективность предложенных подходов в сравнительных экспериментах с использованием традиционных методов,

**изложены**, систематизированы, обобщены, адаптированы к пищевым продуктам и детализированы прикладные аспекты пищевых систем, целевого комбинирования рецептурных ингредиентов с учетом их характеристик, а также рационов питания с применением программно-технического инструментария.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс принятых методов исследований и обработки результатов,

**проведен** анализ и систематизация наукоемких технологий в формировании продуктов питания с целью оценки их интероперабельности и возможности алгоритмизации,

**изучены** основные тенденции и направления цифровой трансформации применительно к формированию рецептур и продуктов здорового питания, применения цифровых технологий в системах поддержки принятия решений при использовании методов исследований с высоким риском субъективизации результата,

**изложены** возможности применения информационных технологий и цифровых подходов к системной оценке и комплексной поддержке принятия

решений при конструировании пищевых продуктов и рационов питания, и объективизации методов контроля,

**определены** пути цифровой трансформации технологических и нутрициологических задач путем соединения высоких технологий пищевых систем и здоровья потребителя.

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

**разработаны** и зарегистрированы программные обеспечения: «Программа по сбору и статистической обработке сенсорных данных»; «Компьютерная программа по статистической обработке экспериментальных данных»; «Расчет нутриентной адекватности состава поликомпонентных мясных продуктов»; «Подсистема статистического обеспечения биологических исследований» SSS BIO (Subsystem Statistical Support for Biological Research); «Конструктор рецептов», на основе языков программирования Borland Delphi и C++, с использованием веб-технологий.

**создан** и зарегистрирован электронный учебник «Микроструктура мяса и мясных продуктов», на основе языка программирования PHP, с использованием веб-технологий,

**представлено** автоматизированное рабочее место дегустатора мясной продукции, обеспечивающее поддержку и объективизацию принимаемых им решений, где обработка информации выполняется разработанной «Программой по сбору и статистической обработке сенсорных данных».

Результаты работы **используются** при проведении лекционных и практических занятий магистров в рамках учебного процесса по направлению подготовки «Высокотехнологичные производства пищевых продуктов функционального и специализированного назначения» ФГБОУ ВО МГУПП.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**теория** построена на известных проверяемых данных и согласуется с опубликованными экспериментальными данными,

**идея базируется** на обобщении передового опыта и анализе практики, **использован** анализ авторских данных и данных, полученных ранее по близкой тематике, при обосновании цели и задач исследования,

**использована** представительная выборочная совокупность экспериментальных данных и соответствующие методы их математической обработки,

**установлена** оригинальность авторских результатов, подтверждаемая большим объемом экспериментальных данных,

**использованы** современные методы сбора и обработки исходной информации, цифровые технологии и математический аппарат, а также языки программирования Borland Delphi, C++, PHP, R, Python.

**Личный вклад автора состоит в:** научном обосновании, постановке цели и задач исследования, самостоятельном проведении всех этапов исследования, разработке теоретических положений диссертации, анализе современного состояния проблематики исследования, формулировании практических рекомендаций по разработке систем поддержки принятия

