

В диссертационный совет Д 212.148.02
при ФГБОУ ВО «Московский
государственный университет
пищевых производств»

ОТЗЫВ

Официального оппонента Ольги Николаевны Красули
на диссертационную работу Никитиной Марины Александровны на тему:
«Интеграция цифровых технологий в процесс принятия решений при
разработке пищевых продуктов заданного состава и свойств»,
представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по
специальностям: 05.13.06- «автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами (в пищевой промышленности)»; 05.18.04-
«технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных
производств»

Актуальность диссертационной работы

Одной из наиболее актуальных задач, стоящих перед отечественными производителями пищевой продукции, является обеспечение населения высококачественными продуктами питания. Состояние питания населения – один из важнейших факторов, определяющих здоровье нации, которое можно рассматривать как интегральный отклик на совокупное действие группы факторов, таких как образ жизни, состояние окружающей среды, трофический статус. Наука о пище стремится воздействовать на наиболее лабильный из этих факторов – трофический статус, путем улучшения качества продуктов питания за счет целевого комбинирования рецептурных ингредиентов с применением цифровых технологий, что позволяет создавать поликомпонентные продукты с заданным составом и комплексом характеристик.

Основными факторами, определяющими соответствие пищевых продуктов их ожидаемым свойствам, является научное обоснование их рецептурного состава и функционально-технологических свойств, а также технологических воздействий. Для этих целей используются ЭВМ-программы, автоматизированные экспертные системы, которые представляют собой современные системы поддержки принятия решения при моделировании и выборе оптимальных рецептур пищевых продуктов с заданным составом и свойствами.

В настоящее время, происходит формирование нового научного направления «цифровая нутрициология», которая предусматривает цифровую трансформацию показателей о физиологических потребностях человека в эссенциальных веществах и энергии, составе продуктов, а также создание информационного обеспечения для разработки персонализированных рекомендаций по оптимальному рациону питания. Учитывая изложенное выше, разработка цифровых технологий и их интеграция в процесс принятия решений при разработке пищевых продуктов, в т.ч. персонализированных, может быть отнесена к актуальным научным направлениям.

Новизна, степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, базируются на результатах обширного анализа источников информации и значительном экспериментальном материале.

Актуальность темы определила основную цель и задачи исследований, ориентированных на изучение научных и прикладных аспектов пищевых систем, целевого комбинирования рецептурных ингредиентов с учетом их характеристик, а также рационов питания с применением программно-технического инструментария. Диссертантом сформулированы основные положения, выносимые на защиту, и последовательно решены все научные задачи. Материал диссертации изложен в логической последовательности.

Основная часть диссертационного исследования включает анализ состояния вопроса; формулировку проблемы, целей и задач исследования; характеристику организации работ, структуры, объектов и методов исследований; оценку нутриентной сбалансированности существующих и проектируемых продуктов питания с разработкой алгоритма принятия решения выбора продуктов с учетом их кластеризации; методологию проектирования пищевых продуктов с применением технологии «цифровых двойников»; анализ видеоизображений (на примере гистологических срезов) с применением нейросетевых технологий; методологию имитационного моделирования для процессов биоусвояемости продуктов; методологию интероперабельности процедуры органолептической оценки; заключение с выводами и рекомендациями.

Основное содержание работы отражено в 115 научных публикациях, из них 41-в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 25 – в зарубежных журналах, индексируемых в международных базах данных Scopus и WOS, получено 6 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ, 2 свидетельства о регистрации базы данных, один патент РФ. Результаты исследований использованы в 1 учебнике, 1 учебном пособии и 1 монографии.

Диссертационная работа Никитиной Марины Александровны по объему, содержанию и выводам представляет собой завершенное научное исследование. Основной текст диссертация изложен на 233 стр., содержит 30 страниц приложений, 30 таблиц и 60 рисунков, список использованных информационных источников содержащий 176 наименований, из них 102 – зарубежных авторов.

Изложенные в диссертационной работе научные положения, выводы и рекомендации подтверждаются результатами исследований, выполненных автором на высоком научно-методическом уровне.

Диссертантом использованы основные положения теории пищевой комбинаторики, системного анализа, а также цифровые технологии, реализованные в системах поддержки принятия решений при конструировании пищевых рационов и объективизации методов контроля, что позволило

разработать структурную схему системы комплексной информационной поддержки производства пищевых продуктов с заданным составом и свойствами.

Разработан комплекс решений, позволяющих осуществлять оптимизацию рациона питания по алгоритму структурной оптимизации. Заслуживают внимания результаты диссертационного исследования по оценке нутриентной сбалансированности продуктов питания-существующих и проектируемых- с применением цифровых технологий.

Особый интерес представляет процедура проектирования пищевых продуктов персонализированного питания с применением технологии «цифровых двойников», что способствует усилению степени объективизации процесса принятия обоснованных решений при создании новых видов продуктов. Используя «цифровой двойник» пищевого продукта перед запуском его в производство, можно проанализировать и скорректировать многообразие его характеристик.

Несомненной новизной обладают полученные результаты по анализу видеоизображений с применением нейросетевых технологий (на примере гистологических срезов рецептурных компонентов), что позволяет повысить степень идентификации мясной системы в реальном времени в условиях информационной неопределенности. Для этих целей автором разработан метод оптимизации аппроксимации полихромного изображения.

Впервые, для оптимизации рациона и режимов адекватного питания разработано структурно-параметрическое описание и агентно-ориентированная модель пищеварительной системы, отражающая динамику усвоения элементов пищи. Автором в диссертационном исследовании доказана возможность виртуального изучения влияния различных составляющих пищевой ценности продукта на скорость пищеварения и процесс их расщепления в зависимости от состояния гомеостаза человека.

Для повышения степени объективности органолептической оценки продуктов на основе дескрипторного анализа разработан программный комплекс, который состоит из 2 подсистем-программного обеспечения сервера

и пользователя(клиента), которая позволяет собрать и обработать результаты органолептической оценки, выраженные в лингвистических переменных, любого количества продуктов любым количеством экспертов, а также создать «эталонный «продукт для сравнения.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается выбором современных методов анализа, проведением исследований в лабораториях на сертифицированном оборудовании, апробацией результатов, использованием современных методов и соответствующих ЭВМ-программ обработки полученных результатов исследования. О достоверности результатов свидетельствует представительная выборочная совокупность экспериментальных данных и применение соответствующих методов их математической обработки. Результаты работы апробированы на многочисленных конференциях, форумах и семинарах международного и всероссийского уровня, а также при обучении студентов и аспирантов, слушателей курсов повышения квалификации при ФНЦ пищевых систем.

Автореферат отражает основное содержание диссертации. Тема диссертации полностью раскрыта в ее содержании. Сформулированная в работе цель достигнута. Большой личный вклад соискателя в выполнение работы не вызывает сомнения. Заключение диссертации отражает наиболее важные, полученные автором, результаты.

Практическая значимость диссертационного исследования

Разработана база данных «Пищевые продукты» (Свидетельство Роспатента №2015620557). Получен патент РФ 2536952 С1 «Способ производства функционального продукта». Разработано и внедрено в ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова автоматизированное рабочее место дегустатора, где обработка информации осуществляется разработанной автором диссертации «Программой по сбору и статистической обработке сенсорных данных». Разработано 5 видов программного обеспечения (подробный перечень приведен в Автореферате диссертации на стр.5). Разработан электронный

учебник «Микроструктур мяса и мясных продуктов» (Свидетельство Роспатента №2020629238).

Личный вклад автора в разработку научной проблемы

Автором самостоятельно решена научная проблема, обоснована методика и схема выполнения исследования, разработаны модели, алгоритмы и программное обеспечение, полученные результаты обработаны и проанализированы, сформулированы выводы.

К диссертационной работе имеются следующие **замечания**:

1. В диссертации присутствует достаточно много общеизвестной информации, касающейся необходимости математизации исследований(с.19), применения цифровых технологий(с.20), вопросов оптимальности питания (с.21) и его связи с возникновением болезней(с.22-24), оценки качества белка(с.79-84), общих принципов профилактики сердечно-сосудистых заболеваний(с.107-109), преимуществ нейросетевых технологий(с.150-152). На мой взгляд, можно было ограничиться ссылкой на соответствующие источники информации, либо значительно сократить ее без ущерба содержанию диссертации.

2. Присутствует много повторов информации (с.21,22.24,91,93,151,157).

3. В гл1. большое внимание автор уделил описанию программ медицинского назначения (для врачей диетологов) с.36-44, перечислены в табл.1 существующие экспертные системы в области здравоохранения, однако об аналогичных системах в пищевой промышленности информация отсутствует.

4. На стр.56-58 автор предлагает критерии, оценивающие здоровье человека в контексте структурной оптимизации рациона питания и приводит формулы (2-7) для определения этих критериев. Из текста диссертации неясно, это заимствованные формулы или разработанные автором? Если заимствованные, то должна быть ссылка на информационный источник. Это

замечание также касается формул (17-24), (26-31), (53-59), (69-73), а также рис.12 «Блок –схема алгоритма идентификации здоровья человека».

5. Выражение (1) на с.56, описывающее показатели нутриентной адекватности, не совсем корректно названо «критерием адекватности».

6. В представленной на рис. 18 с.94 логической модели базы данных необходимо было дать пояснения на русском языке используемых обозначений, чтобы не приходилось расшифровывать мнемонику имен сущностей и атрибутов.

7. Рис. 25 с.110 фактически является таблицей, а не рисунком.

8. На рис.26 приведена функциональная схема модуля расчета нутриентной адекватности состава поликомпонентных мясных продуктов. Помимо показателей биологической и энергетической ценности продукта, которые рассчитывает программа, разработанная автором, необходимо учитывать и функционально–технологические свойства, которые определяют его приемлемость для потребителя на основе таких характеристик, как консистенция, цвет, запах и аромат. Однако, эти характеристики в программе не учтены.

9. Отсутствует математическая постановка задачи кластеризации. Поэтому, не понятно по какому формальному критерию ищется оптимальное решение и с помощью каких инструментальных средств?

10. На мой взгляд, прежде чем использовать нейронные сети, автору следовало бы сформулировать математическую постановку полностью решаемой задачи.

11. С точки зрения теории управления, задачи разработки рационов и рецептур – это задачи планирования. На мой взгляд, следовало бы также рассмотреть задачу оперативного регулирования качества рецептур и рационов в условиях реального времени с учетом информационной неопределенности сырьевых ресурсов.

12. Отсутствует полностью разработанная информационно-управляющая система, или хотя бы Техническое задание на ее разработку, как квинтэссенция диссертационного исследования, которая бы объединяла отдельные блоки задач, представленных в диссертации.

13. Из текста диссертации неясно, проводилась ли проверка на адекватность разработанных моделей и алгоритмов в условиях реального производства?

Указанные выше замечания, в целом, не снижают научной ценности и практической значимости диссертационной работы.

Выводы, сформулированные автором, аргументированы, достоверны, обладают несомненной научной новизной; основные результаты диссертационной работы опубликованы в рецензируемых отечественных и зарубежных научных изданиях.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

В целом, диссертационная работа Никитиной Марины Александровны «Интеграция цифровых технологий в процесс принятия решений при разработке пищевых продуктов заданного состава и свойств» по структуре рукописи, объему исследований, степени их аналитической проработки и прикладной значимости отвечает требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (ред. от 01.10.2018 г). Обобщая результаты анализа оппонируемой диссертационной работы, автореферата и публикаций диссертанта следует отметить, что представленная диссертация является законченным, самостоятельно выполненным, обладающим внутренним единством научным трудом, в котором приведены результаты теоретических и прикладных исследований в области цифровой нутрициологии. Результаты работы обладают научной новизной и имеют практическую значимость.

Положительно оценивая диссертационную работу, следует заключить, что она соответствует критериям ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор – Никитина М.А., заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по заявленным специальностям.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры технологии хранения и переработки
продуктов животноводства Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Российский государственный
аграрный университет – МСХА им. К.А.Тимирязева»

Российская Федерация, 127550,
Москва, ул. Тимирязевская, д.49

Тел.: +7 (499) 976-46-12

E-mail: okrasulya@rgau-msha.ru

Красуля О.Н.

12.11.2021г.

Подпись профессора Ольги Николаевны Красули удостоверяю.

