

## УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «Пензенский  
государственный технологический  
университет», д.т.н., профессор

Д.В. Пашенко

« 15 »

2024 г.

## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пензенский государственный технологический университет» на диссертацию Хлопотова Романа Сергеевича «Модели и алгоритмы сбора и обработки данных в информационной системе нутрициолога», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12 – Приборы, системы и изделия медицинского назначения

**Актуальность исследования** определяется сложившимся противоречием между потребностью практической медицины в информационной поддержке принятия решений нутрициологом и отсутствием автоматизированных систем такого назначения, в полной мере отвечающим потребностям деятельности врача-специалиста и специфике отечественного здравоохранения. В этой связи необходимой и своевременной представляется научная проработка указанной проблемы, разработка специальных моделей и алгоритмов сбора и обработки данных в информационной системе нутрициолога.

Анализ существующих информационных систем, ориентированных на исследование фактического питания и выработку персонифицированных рекомендаций по оптимизации пищевого статуса пациента показывает, что в настоящее время не существует программных средств подобного назначения, которое в полной мере отвечало бы требованиям отечественных специалистов в области гигиены питания. Информационные системы отечественного производства не способны формировать персонифицированные рекомендации по рационам питания, недостаточно полно учитывают достижения цифровой медицины. Известным программным продуктам зарубежного производства при достаточно широких функциональных возможностях в условиях нашей страны

свойственны существенные недостатки, к числу которых относятся отсутствие русскоязычного интерфейса и сведений о российских продуктах питания, а также ограничения по поддержке пользователей и актуализации версий программного обеспечения.

Целью диссертационной работы Хлопотова Р.С. является повышение эффективности формирования и контроля исполнения рекомендаций нутрициолога путем разработки и реализации моделей и алгоритмов сбора и обработки данных.

В связи с изложенным, научная задача, решенная автором в диссертационной работе, представляется востребованной и актуальной.

### **Содержание работы, соответствие паспорту специальности**

Диссертационная работа в целом характеризуется полнотой и завершенностью исследования. Содержание работы соответствует паспорту научной специальности 2.2.12. – Приборы, системы и изделия медицинского назначения (пункты 2, 10, 14 и 20). Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и списка литературы из 156 наименований. Основной текст диссертации изложен на 192 страницах текста, содержит 17 таблиц и 36 рисунков.

Во введении обоснованы актуальность решаемой задачи, ее научная и практическая ценность, сформулированы цель и задачи исследования, изложены выносимые на защиту положения.

В первой главе представлены результаты анализа направлений развития новой формирующейся области современного здравоохранения – цифровой нутрициологии, аргументирован состав необходимой для разработки индивидуального рациона питания информации, дающего возможность поддерживать энергетический баланс организма, исключить развитие хронических заболеваний.

Во второй главе представлены результаты сравнительного анализа структурных методологий построения функциональных моделей информационных систем, которые позволили формализовать технологию выполнения мероприятий по проведению консультации и разработки рекомендаций нутрициологом, что в итоге обеспечило эффективную практическую реализацию информационной системы нутрициолога.

Третья глава посвящена разработке алгоритмов автоматизированного сбора и обработки данных для выработки нутрициологом рекомендаций по

рациону питания с акцентом на персонализацию, предикцию, превентивность и партисипативность (концепция 4П-медицины) деятельности нутрициолога.

В четвертой главе представлены результаты разработки архитектуры информационной системы и решения основных проблем ее внедрения (защита от несанкционированного доступа, аутентификация пользователя, экономия на вычислительных мощностях и другие), а также оценка эффективности предложенных автором решений.

**Научная новизна полученных результатов** определяется тем, что впервые предложены следующие модели и алгоритмы.

1. Модели сбора и обработки данных в информационной системе нутрициолога, включающие функциональную модель организации деятельности нутрициолога и информационно-логическую модель сбора и обработки данных для информационной системы нутрициолога, обеспечивающие возможность проектирования информационных систем медицинского назначения с применением гипервизорной и контейнерной технологий виртуализации, технологий распределенных реестров и автоматизации развертывания и управления приложениями.

2. Алгоритмы сбора и обработки данных в информационной системе нутрициолога, включающие: алгоритм формирования исключений пищевых продуктов и блюд в базе данных с учетом имеющихся алиментарно-зависимых заболеваний, пищевых предпочтений, гликемических индексов пищевых продуктов, величины содержания в них критически значимых пищевых веществ; алгоритм оценивания антропометрических данных, процентного содержания жировой ткани, индекса массы тела, типа телосложения, типа распределения жировой ткани нутрициологом; алгоритм конструирования анкет по методу 24-часового воспроизведения питания и их обработки; алгоритм определения и визуализации химического состава и энергетической ценности фактического рациона питания и меню; алгоритм формирования анкет по методу анализа частоты потребления и их обработки; алгоритм расчета вариантов групповых и индивидуальных меню из перечня продуктов по заданным параметрам и из рационов; алгоритм корректировки и выбора рассчитанных рационов питания и меню на заданный горизонт планирования – отличающиеся комплексным учетом индивидуальных особенностей здоровья пациентов, химического состава и энергетической ценности фактического рациона питания и меню, исключений пищевых продуктов и блюд.

**Практическая значимость работы** подтверждается тем, что применение полученных результатов дает возможность повысить эффективность формирования рекомендаций пациентам на 9 – 17% и эффективности контроля реализации рекомендаций нутрициолога на 25 – 35%.

Результаты работы нашли применение в практической деятельности ряда научных и образовательных учреждений России.

**Достоверность и обоснованность** научных результатов, представленных в диссертационной работе, подтверждается корректным использованием аппарата медицинской информатики, структурного системного анализа, программной инженерии, согласованностью полученных автором результатов с известными данными, опубликованными в профильных рецензируемых научных изданиях.

### **Публикации по теме работы и апробация результатов**

Основные положения диссертационной работы и ее результаты представлены на четырех конференциях всероссийского и международного уровня. Результаты работы достаточно полно опубликованы в 6 статьях в рецензируемых научных изданиях. Автором получен патент на промышленный образец и 8 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных. Большинство научных публикаций по теме диссертации опубликованы соискателем без соавторов.

Анализ диссертации и публикаций автора позволяет сделать заключение о том, что диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, свидетельствует о личном вкладе диссертанта в науку. В диссертации приведены сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов и даны рекомендации по использованию результатов и выводов. Предложенные автором диссертации модели и алгоритмы в достаточной степени аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Результаты и выводы диссертационного исследования следует использовать в научных медицинских центрах и лечебно-профилактических учреждениях для повышения эффективности профессиональной деятельности нутрициолога, для разработки информационных систем медицинского назначения, а также в учебном процессе при подготовке, переподготовке и

повышении квалификации специалистов в области биомедицинской инженерии, гигиены питания и медицинской информатики.

**По диссертационной работе имеются следующие замечания.**

1. По тексту диссертации сокращения приведены без расшифровки при первом упоминании. Имеются опечатки (например, на стр. 25) и некорректные формулировки (например, на стр. 38 – «умственным ограничением самого человека»). На стр. 27 отмечено, что тенденции цифровой медицины соответствуют трендам развития цифровой нутрициологии. Однако, цифровая нутрициология – частное понятие, тогда как цифровая медицина – понятие общее, поэтому, скорее, тренды развития цифровой нутрициологии должны соответствовать тенденциям цифровой медицины, а не наоборот.

2. Структура набора критериев выбора CASE-средств, приведенная на рисунке 2.4, отличается от перечня критериев, по которым проводится сравнение средств в приложении Б.1.

3. В алгоритмах на рис. 3.1, 3.2, 3.4 имеется блок регистрации нового пациента, в том числе, с формированием новой электронной истории болезни. Вызывает сомнение необходимость наличия этого блока (особенно с учетом того, что одним из критериев качества системы заявлена ее производительность), так как обычно задача регистрации выполняется при записи на прием, как в частных, так и в государственных клиниках. На рис. 3.4 приведен алгоритм определения и визуализации химического состава и энергетической ценности, однако блоки, отвечающие за визуализацию, отражены не явно.

4. На рис. 3.2 в случае, если пациент зарегистрирован, сразу производится анализ и оценка полученных данных о приеме пищи за 24 часа, но нет ни блока ввода данных, ни блока, отвечающего за получение этих данных, есть только уведомление пациента о назначении схемы питания на 24 часа. Как и в какой мере пациент придерживался схемы питания – не известно. То же относится к рис. 3.3 и 3.4 в части данных о рекомендованных продуктах.

5. На стр. 128 отмечено, что в разработанной СППВР «алгоритм оценивает состояние пациента, используя классификацию в рамках машинного обучения», однако сам интеллектуальный алгоритм не приведен, процесс обучения не описан.

6. В приложении к диссертации отсутствуют акты об использовании полученных результатов.

Перечисленные замечания носят рекомендательный характер и не порочат полученные в работе результаты.

### **Заключение**

Диссертация Хлопотова Романа Сергеевича, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а соискатель за решение научной задачи разработки моделей и алгоритмов сбора и обработки данных в информационной системе нутрициолога, обеспечивающих повышение эффективности формирования и контроля реализации рекомендаций нутрициолога благодаря разработке и реализации моделей и алгоритмов сбора и обработки данных, имеющей существенное значение для здравоохранения, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12 – Приборы, системы и изделия медицинского назначения.

Диссертация и автореферат рассмотрены и обсуждены на заседании кафедры «Биомедицинская инженерия» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 15 января 2024 г., протокол № 3.

Заведующий кафедрой «Биомедицинская инженерия»,  
доктор технических наук (специальность – 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления»), доцент

Чулков Валерий Александрович

#### Контактная информация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный технологический университет»

Адрес: 440039, Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11

Телефон: +7(8412)49-54-41, Факс: +7(8412)49-60-86

Электронная почта: rector@penzgtu.ru