

АНАЛИЗ ТРЕНДОВ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГИГИЕНЫ ПИТАНИЯ

Р. С. Хлопотов

Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр
Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия
gniiivm-h@yandex.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Рассматривается проблема разработки автоматизированных систем решения задач гигиены питания, которая связана с необходимостью учета большого числа взаимосвязанных количественных и качественных характеристик здоровья человека и рационов питания. Показаны условия, необходимые для обеспечения соответствия разрабатываемого программного обеспечения требованиям цифровой медицины и цифрового здравоохранения. *Материалы и методы.* Информационной базой выступили результаты научных и прикладных исследований специалистов в области нутрициологии, диетологии и медицинской информатики, для анализа которых применены методы системного анализа и программной инженерии. *Результаты.* Проанализированы наиболее распространенные компьютерные программы, применяемые для анализа фактического питания и выработке персонализированных рекомендаций по оптимизации пищевого статуса пациента. В результате обосновано, что не существует программного обеспечения, которое в полной мере бы отвечало требованиям российских специалистов в области гигиены питания, нутрициологов и диетологов, сформулированы ключевые требования к такому программному обеспечению. *Выводы.* Результаты исследования позволят повысить эффективность решения задач разработки программного обеспечения анализа статуса питания представителей различных социoproфессиональных групп населения с формированием персонализированных рекомендаций по его оптимизации, а также будут способствовать рациональному позиционированию и продвижению разрабатываемого программного обеспечения на рынке.

Ключевые слова: цифровая медицина, медицинская информатика, автоматизированная система медицинского назначения, гигиена питания, цифровая нутрициология, цифровая диетология, персонализированная медицина

Финансирование: работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ РФ (грант НШ-122.2022.1.6).

Для цитирования: Хлопотов Р. С. Анализ трендов развития автоматизированных систем решения задач гигиены питания // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 3. С. 140–157. doi:10.21685/2227-8486-2022-3-9

ANALYSIS OF TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF AUTOMATED SYSTEMS FOR SOLVING THE PROBLEMS OF FOOD HYGIENE

R.S. Khlopotov

St. Petersburg Federal Research Center
of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia
gniiivm-h@yandex.ru

Abstract. *Background.* The article considers the problem of developing automated systems for solving food hygiene problems, the solution of which is associated with the need to take into account a large number of interrelated quantitative and qualitative characteristics of human health and diets. The conditions necessary to ensure that the developed software meets the requirements of digital medicine and digital health are shown. *Materials and methods.* The information base was the results of scientific and applied research of specialists in the field of nutrition, dietology and medical informatics, for the analysis of which the methods of system analysis and software engineering were used. *Results.* The most common computer programs used to analyze the actual nutrition and develop personalized recommendations for optimizing the nutritional status of the patient are analyzed. As a result, it is substantiated that there is no software that would fully meet the requirements of Russian specialists in the field of food hygiene, nutritionists and dieticians, and key requirements for such software are formulated. *Conclusions.* The results of the study will improve the efficiency of solving the problems of developing software for analyzing the nutritional status of representatives of various socio-professional groups of the population with the formation of personalized recommendations for its optimization, and will also contribute to rational positioning and promotion of the developed software on the market.

Keywords: digital medicine, medical informatics, automated medical system, food hygiene, digital nutrition, digital dietology, personalized medicine

Acknowledgments: the work was supported by the grant of the President of the Russian Federation for the state support of leading scientific schools of the Russian Federation (grant NSh-122.2022.1.6).

For citation: Khlopotov R.S. Analysis of trends in the development of automated systems for solving the problems of food hygiene. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(3):140–157. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-3-9

Введение

По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), каждый третий человек в мире страдает от разной формы неполноценного питания [1]. Так, например, 45 % смертей детей до пяти лет происходят в связи с недостатком в рационе питания отдельных веществ (например, микронутриентов), пятая часть беременных женщин имеет дефицит железа, а одна треть – витамина А [2, 3]. При этом экономический ущерб от неполноценного питания, по оценкам Всемирной организации здравоохранения, составляет около 3,5 трлн долл. в год [4–8]. Согласно прогнозам, к 2040 г. нехватка продовольствия станет глобальной проблемой, которая окажет сильное воздействие на питание [9–15]. Таким образом, лечебное питание является одним из наиболее значимых факторов сохранения здоровья и неотъемлемой составной частью комплексной терапии многих заболеваний.

Материалы и методы

Информационной базой выступили результаты научных и прикладных исследований специалистов в области нутрициологии, диетологии и медицинской информатики, для анализа которых применены методы системного анализа и программной инженерии.

Результаты

Преобладающим методом диагностирования пациента в гигиене питания является опрос [17–19]. Метод изучения индивидуального профиля питания путем опроса о потреблении пищи известен еще с XIX в. В XX в. проведены массовые обследования питания в научных и прикладных целях. В наши дни с распространением компьютерной техники стали доступными исследования отдельного человека (персонифицированные) или небольших однородных социoproфессиональных групп (занимающихся одним видом спорта, больных с одной патологией, рабочих одной специальности и т.п.), расширилась номенклатура исследуемых характеристик пищевой ценности, появилась возможность применения научно обоснованных и официальных норм потребления [20–25].

В основе анализа питания традиционно лежит идея баланса: расход энергии и основных веществ должен компенсироваться их поступлением в организм, прежде всего, с пищей, а разбалансированность (недостаток или избыток) повышает риски болезни [26, 27]. Поскольку индивидуальные нормы потребления различаются для людей разной массы, пола и возраста, при опросе также фиксируются показатели антропометрического статуса [28, 29]. Очевидно, что для такой сложной аналитической работы компьютер является неотъемлемым инструментом в реализации врачом-нутрициологом своих профессиональных функций [30–32].

На сегодня существует огромное количество различных компьютерных программ анализа фактического питания. Сравнительная характеристика наиболее широко распространенных из них представлена в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ компьютерных программ анализа фактического питания

Программа	Преимущества	Недостатки
1	2	3
DietPlan (Великобритания)	– включает базы данных Макканса – Видоусон, американские USDA NDB, австралийские NUTTAB, датские, канадские, новозеландская и другие базы данных нутриентов доступны для загрузки в эту программу; – обеспечивает ввод отдельных обследований, пищевых дневников, позволяет формировать индивидуальные и групповые отчеты	– имеет англоязычный интерфейс. Однако наименования продуктов можно ввести и по-русски. К сожалению, русские буквы не распечатываются в итоговых отчетах, поэтому пользователи в нашей стране используют транслитерацию для ввода данных; – интерфейс программы требует специального освоения

Продолжение табл. 1

1	2	3
DietPlan (Великобритания)	<ul style="list-style-type: none"> – данные о новых продуктах могут быть внесены самим пользователем или загружены из дополнительных баз данных; – допускается также редактирование нормативных (референтных) значений для обследуемой категории; – все сведения в программе ведутся в универсальной базе данных MySQL, что позволяет использовать накопленные данные в интеграции с внешними системами, средствами языка SQL и ODBC-драйверов, а при необходимости и обеспечить загрузку данных обследований извне 	
NutriSurvey (Германия)	<ul style="list-style-type: none"> – простота использования; – предусмотрено получение графиков в сравнении с нормами; – содержит несколько наборов норм потребления (референтных значений): немецкий, американский, международный (ФОА/ВОЗ), в каждом наборе значения делятся по возрасту и полу, отдельно для каждой характеристики пищевой ценности 	<ul style="list-style-type: none"> – реализует классический опросно-частотный метод изучения потребления без персонификации (средние значения); – база данных продуктов, по умолчанию, конечно же, немецких, может быть дополнена из широкого списка иных национальных баз данных: США, французской, боливийской, бразильской, египетской, индийской, гватемальской, индонезийской, кенийской, мексиканской, малийской, перуанской, сенегальской, тайской, вьетнамской (Россия отсутствует в списке)
NutriBase (США)	<ul style="list-style-type: none"> – организация совместной работы, помимо сетевой версии, предусмотрена синхронизация данных через интернет, средства импорта-экспорта бланков дневников потребления в doc-формате; – содержит базы данных нутриентов: USDA SR (США) и CNF 2005 (Канада), может также подключать и другие данные; 	<ul style="list-style-type: none"> – в составе выходных данных графики и таблицы о состоянии и динамике потребления, стандартные (для США и Канады) ярлыки блюд со сведениями о пищевой ценности

1	2	3
NutriBase (США)	<ul style="list-style-type: none"> – содержит «советчик» по выбору продуктов, наиболее рекомендованных данному человеку; – пользователь сам может добавлять продукты, создавать рецепты, формировать меню и список покупок 	
NUT (США)	<ul style="list-style-type: none"> – программа содержит сведения о 8194 продуктах и 146 нутриентах, позволяет вести различные планы питания, включая кетагеновую, низкоуглеводную и другие диеты, советчик по выбору продуктов, строит графики дневных значений и месячного тренда; – программа поставляется вместе с исходными текстами, что позволяет строить на ее основе собственные проекты 	– используется только пользователями системы Linux
Diet Assistant (Великобритания)	<p>Она позволяет фиксировать антропометрию, самочувствие, потребление, содержит сведения о пищевой ценности продуктов, выдает советы по потреблению. Однако возможностей программы для профессионального контроля питания явно недостаточно. Большим недостатком является и отсутствие русификации</p>	<ul style="list-style-type: none"> – исключительно для платформы Android; – программы на русском языке для Android найти можно, однако их правильнее отнести к электронным информаторам, поскольку возможности ведения базы данных, обмена с компьютером врача, загрузки данных в них не предусматриваются

Таким образом, программы зарубежного производства, в том числе и профессиональные, при всей их известности и широком спектре функциональных возможностей имеют в условиях нашей страны существенные недостатки, в том числе отсутствие русскоязычного интерфейса и сведений о российских продуктах питания [33–36]. Это делает их применение невозможным без предварительной доработки и загрузки дополнительных данных.

В связи с этим на сегодняшний день специалист-нутрициолог или отдельный человек скорее всего будет искать отечественные компьютерные средства. Таких программ разработано довольно много: поиск в интернете достаточно быстро позволяет найти сайты, где их распространяют и продают.

Также следует отметить, что серьезной методологической проблемой является то, что все опросные методики учитывают лишь средние значения показателей, что не обеспечивает формирование персонализированных рекомендаций.

Самыми популярными на сегодня являются программы: «Правильное питание», «Диетолог» и «Домашний диетолог». Общими характеристиками этих программ является минимализм функций и простота экранных форм. При этом такие свойства, как пополняемый состав продуктов и блюд, широкий набор характеристик пищевой ценности, различные категории питающихся, работа через интернет не включены в их состав. В связи с этим профессиональное применение во врачебной практике подобных средств практически бесполезно.

Для разработки эффективного программного обеспечения проведен анализ специфики профессиональной деятельности врача-нутрициолога. Предварительно проведен анализ семантики базовых категорий, определяющих специфику структурного системного анализа предметной области: «диетология», «нутрициология». Разграничение этих дефиниций является ключевым аспектом в идентификации сферы деятельности врача-нутрициолога.

В процессе исследования мы пришли к выводу, что в современной научной литературе к определению понятия «нутрициология» сложилось два подхода:

- нутрициология как междисциплинарная наука [37–39];
- нутрициология как раздел медицины [40–43].

Исходя из позиции ведущих отечественных ученых [1, 20, 30], более корректным является первый подход, поскольку нутрициология изучает здоровое питание человека, совместимость продуктов и адекватность рациона, влияние пищи на организм человека и возможности коррекции самочувствия только персонализацией пищевого статуса.

В настоящее время нутрициология рассматривается не как специфическая узконаправленная наука [1, 9, 20]. Она объединяет комплекс областей, связанных с гигиеной питания человека: изучение состава пищевых продуктов, взаимодействия продуктов, влияния пищи на здоровье, исследование механизмов клеточного питания и процессов усвояемости пищи у представителей различных социoproфессиональных групп населения [1, 9, 20].

Прогресс нутрициологии связан с прогрессом смежных научных дисциплин, которые помогают изучать аспекты питания для определенных групп лиц: медицины, химии, фармакологии, генетики, биотехнологии, физиологии и др.

В свою очередь, второй подход отождествляет нутрициологию и диетологию. Такое приравнивание мы считаем неправомерным. Согласно проведенному анализу, можно утверждать, что понятия «нутрициология» и «диетология» имеют как общие, так и особенные черты. Оба этих понятия тесно связаны с питанием человека, технологиями пищевой промышленности, изучением механизмов действия веществ, поступающих в организм с пищей и выполняющих строительный, пластический, энергетический, гормональный и другой функционал. При этом предметная область нутрициологии более обширна, поскольку занимается питанием и тем, как усваиваются человеком питательные вещества из продуктов и блюд, в то время как диетология изначально подразумевала под собой питание больного человека и являлась отраслью нутрициологии.

Описанную точку зрения подтверждает и эволюционный анализ формирования и развития науки «нутрициология» (табл. 2).

Эволюция нутрициологии как науки [44]

Этап	Характеристика
Эра зарождения (400 г. до н.э. – начало XIX в.)	Основы современной нутрициологии заложены благодаря знаниям общей химии, развитию химического анализа, биохимии и физиологии. В XVII в. наметилось развитие диетологии: Т. Сиденхем разрабатывал диеты для пациентов с подагрой и ожирением, предостерегал от увлечения лекарствами и придавал большое значение питанию больных, требуя замены аптеки кухни
Эра физиологии (1910–1950)	В первой половине XX в. обнаружены и синтезированы многие незаменимые для здоровья человека витамины и минералы. В работах ученых первой трети XX в. показано, что помимо макронутриентов и энергии для поддержания жизнедеятельности организма в строго определенных количествах необходимы минорные вещества пищи (витамины группы B, D, C и др.). Это послужило началом биохимической эры в развитии нутрициологии
Эра биохимии (1950–1970)	После Второй мировой войны резко возросло количество заболеваний, связанных с питанием, основное внимание ученых было сосредоточено на жирах и сахаре. В СССР основоположником нутрициологии является биохимик Алексей Алексеевич Покровский: он установил основные метаболические пути и механизмы превращения и ассимиляции пищевых веществ, что позволило сформулировать концепцию сбалансированного питания
Микронутриентология (1970–2010)	Значительно расширился список нормируемых макро- и микроэлементов, эссенциальных в питании человека (K, Na, Cl, Cu, Mn, Cr, Mo, Se), а также имеющих предполагаемые биохимические функции (Si, Br, V, Ag, Co, F). В работах 1980–2010-х гг. доказана важная роль в питании человека биологически активных веществ
Эра геномных и постгеномных технологий (2010–2015)	Интенсивно проводились исследования влияния питания на центральную нервную систему, головной мозг, поведение и память, а также центральные механизмы гомеостаза пищевых веществ и энергии
Персонализированная нутрициология и нутримикробиомика (2015–2021)	Изучение конституциональных соматотипов, развитие персонализации питания (антропонутрициологии). Развитие технологий автоматизированной многоуровневой диагностики нарушений пищевого статуса и рискометрии развития алиментарно-зависимых заболеваний
Цифровая нутрициология (2021 г. – наши дни)	Основными направлениями научных исследований являются: оцифровка антропометрических показателей индивида; оцифровка метаболома индивида; оцифровка потребностей индивида в нутриентах; оцифровка химического состава пищевых продуктов; автоматизация составления персонализированных рационов питания

Таким образом, эти специализации (нутрициология и диетология) имеют общую направленность, однако целевые установки у них совершенно разные. Разберем основные отличия этих профессий.

Необходимо отметить, что между нутрициологией и диетологией есть огромная разница. В первом случае мы говорим про науку, которая изучает продукты питания. Что касается диетологии, то она является тем медицинским разделом, который организует и исследует питание человека. Иными словами, ключевым объектом изучения для нутрициолога будет процесс всасывания компонентов из продуктов питания и напитков человеческим организмом, тогда как диетологи создают рационы, состоящие из здоровой и правильной еды.

В связи с этим образовательный стандарт подготовки диетологов включает обязательное получение высшего медицинского образования (медицинское высшее учебное заведение и интернатура) по общей практике и/или ординатура по диетологии. Нутрициологом же возможно стать и без медицинского образования. Он по образованию может быть биологом, медицинской сестрой либо иметь другую специальность изначально.

Во многих странах подготовка по нутрициологии и диетологии имеет похожую учебную программу. Образовательные программы начинаются с основных дисциплин, таких как анатомия человека, физиология, микробиология. Далее студенты, изучающие нутрициологию, углубляются в модули биологической ценности и безопасности пищевых продуктов, оценки составления рационов программ по изменению привычек (коучинг), а также питания при физической активности у практически здоровых людей.

Студенты-медики изучают все предметы, связанные с медициной: и хирургию, и офтальмологию, и инфекции и др. А когда выпускник поступает в интернатуру или ординатуру по диетологии, то там уже преподают более углубленно дисциплины по лечебному и лечебно-профилактическому питанию, лекарственную и диетотерапию заболеваний.

Более основательная подготовка врача дает возможность ему лечить людей, а также стать и диетологом, и нутрициологом сразу, углубившись в необходимые модули по питанию и пищевому поведению. Сокращенное образование нутрициолога не позволяет работать с больными людьми, так как нет подготовки в области медицины и диетологии и нет клинической практики.

И диетолог, и нутрициолог могут:

- изучать, как питание влияет на организм человека, и популяризировать научные знания о питании, рассказывая людям простым языком, как это можно применить на практике;
- составлять индивидуальные программы коррекции пищевого поведения и помогать людям формировать здоровые привычки;
- обучать людей составлять сбалансированный по макро- и микронутриентам рацион питания;
- помогать с выбором наиболее качественных продуктов питания и методов приготовления;
- подбирать специализированные рационы детям, беременным и кормящим женщинам, пожилым людям и спортсменам (если они условно здоровые – нутрициолог, иначе – диетолог) [45–47].

При этом нутрициолог, в отличие от диетолога, не может:

- назначать и рекомендовать обследования, анализы и ставить диагнозы;
- интерпретировать анализы и выдавать заключения и рекомендации по ним;
- назначать диеты при заболеваниях, в том числе ассоциированных с питанием (диабет, панкреатит, синдром раздраженного кишечника, пищевая аллергия и др.);
- рекомендовать к приему лекарства, витамины, БАДы, травяные сборы;
- давать рекомендации по питанию, следуя своему «авторскому» подходу или отличающиеся от официальной позиции авторитетных медицинских организаций о здоровом, сбалансированном питании.

Таким образом, диетолог – это врач, а нутрициолог – не обязательно. Диетолог использует разнообразные варианты питания для терапии заболеваний, предотвращения их осложнений и снижения рисков развития заболеваний. Нутрициолог помогает практически здоровому человеку оптимизировать рацион питания, скорректировать его в соответствии с целями, которые ставит перед собой пациент, для сохранения биологического возраста, продления долголетия, повышения качества жизни и т.п.

Хотя и диетологи, и нутрициологи играют важную роль в улучшении рациона питания и здоровья человека, они, как правило, работают в совершенно разных условиях.

Так, диетологи могут работать врачом, заведующим отделением, преподавателем, ученым или могут открыть частный кабинет. Они также могут работать в области здравоохранения, науки и образования. В свою очередь, нутрициологи чаще работают учеными-исследователями и практикующими консультантами в коммерческих условиях (фитнес-центры, сервисы здорового питания, сами на себя, консультируя индивидуально).

В зарубежных странах, например в Великобритании и США, где нутрициология – это более развитое направление, зарегистрированные нутрициологи, имеющие высшее образование и научную степень, часто востребованы в работе в научно-исследовательских и медицинских организациях.

Следующим различием является то, что профессия «диетолог» регламентируется законодательно, а «нутрициолог» – не всегда.

Во многих странах, в том числе в России, профессия диетолога требует аккредитации, сертификации и лицензирования. Профессия нутрициолога чаще всего законом не защищается, т.е. в странах, в которых не утверждены профессиональные стандарты (в том числе в России), считать себя нутрициологом может фактически любой желающий. Это затрудняет различие между профессионалами, обладающими необходимыми знаниями, умениями и навыками, и непрофессионалами, действия которых могут причинить вред здоровью человека [48, 49].

Следует отметить, что регистрация диетолога или нутрициолога – это важный фильтр для практикующих специалистов в сфере здравоохранения с целью защитить здоровье людей и обеспечить доверие к ним. Регистрация позволяет людям с признанной степенью в области питания подтвердить ее, зарегистрировавшись в соответствующем органе, а пациентам – отличить квалифицированного специалиста от человека без подлинной квалификации.

Таким образом, врачи-нутрициологи консультируют только практически здоровых людей, которые желают сохранить хороший уровень самочув-

ствия за счет правильного питания, а диетологи работают как с условно здоровыми, так и с больными людьми, формируя медикаментозную терапию и планы лечебного питания. Непосредственное отношение к нутрициологии имеют процессы нарушения здоровья, обусловленные неполноценным питанием, и наоборот, профилактическое и лечебное воздействие на организм человека пищи и образа жизни. В круг интересов нутрициологов входят коррекция пищевого поведения человека, подбор пищи, обработка и хранение пищевых продуктов, вопросы «пищевого законодательства» и др.

Таким образом, врач-нутрициолог должен быть специалистом, который обязан анализировать большой объем информации. Это обуславливает необходимость разработки и реализации специальных автоматизированных информационных систем решения задач гигиены питания. Применение таких систем должно обеспечивать автоматизацию процесса диагностирования, консультирования и сопровождения пациента врачом-нутрициологом, а именно [20, 30, 50–53]:

- ведение учета пациентов с возможностью ввода данных, характеризующих образ жизни пациента и базовые показатели физиологического состояния, а также показатели, специфичные для решения задач гигиены питания (результаты биоимпедансометрии, основной обмен веществ, содержание жиров, соотношение жировой и безжировой массы, активная клеточная и скелетно-мышечная масса, содержание внеклеточной и внутриклеточной жидкости и др.);

- анализ антропометрических данных, процентного содержания жировой ткани, индекса массы тела, типа телосложения, типа распределения жировой ткани, рекомендуемого веса;

- формирование (конструирование) анкет по методу 24-часового опроса (воспроизведения) питания или по методу анализа частоты потребления пищи под различные задачи исследования и группы населения [20, 30];

- оценка фактического питания потребителей с заполнением анкеты по методу 24-часового опроса (воспроизведения) питания с использованием альбома фотографий блюд или по методу анализа частоты потребления пищи [20, 30];

- определение химического состава и энергетической ценности фактического рациона питания потребителя и визуализация этих данных;

- формирование исключений пищевых продуктов и блюд в базе данных с учетом имеющихся алиментарно-зависимых заболеваний, пищевых предпочтений, а также с учетом гликемических индексов пищевых продуктов, величины содержания в них жизненно важных пищевых веществ (пищевая соль, сахара, жиры, включая жиры с насыщенными жирными кислотами и трансизомерами жирных кислот) [1, 20, 30];

- расчет вариантов групповых и индивидуальных рационов питания;

- расчет вариантов групповых и индивидуальных меню из перечня продуктов по заданным параметрам и из рационов;

- определение химического состава и энергетической ценности введенных рационов питания и меню для потребителя и визуализация этих данных;

- корректировка и выбор рассчитанных рационов питания и меню на заданный горизонт планирования (1 день, 7 дней, 10 дней, 14 дней, 30 дней);

- формирование отчетов: не только автоматическое формирование отчета, но и возможность настройки титула и колонтитулов отчета под требо-

вания пациента, включения в него рецептов приготовления блюд из рекомендуемого рациона;

– обновление программного обеспечения и информационных баз данных программного комплекса.

Таким образом, основной задачей автоматизированного рабочего места является автоматизированное формирование персонализированного рациона питания и меню с учетом особенностей человека, антропометрических данных, состояния здоровья и др.

В свою очередь, такая реализация рекомендаций, формируемых с помощью программного обеспечения, позволит не только усилить терапевтический эффект за счет рационализации (оптимизации) режимов питания и удовлетворения индивидуальных предпочтений пациентов, но и в большинстве случаев сократить затраты на приобретение продуктов питания за счет четко сформулированного списка необходимых продуктов и их объема (веса) с указанием возможных замен продуктов.

Структурно такая автоматизированная система должна состоять из следующих блоков:

– база данных, которая реализует функции сбора и накопления информации с обеспечением информационного поиска. Выполнение указанных требований обеспечивает информационную и интеллектуальную поддержку деятельности врача-нутрициолога, что, в свою очередь, способствует оказанию им соответствующей консультативной помощи, необходимой для выполнения своих функциональных обязанностей;

– основная часть, ключевыми подсистемами которой должны быть блоки (модули):

1) первичной обработки данных: обеспечивает сопряжение хранилища данных и других подсистем программы (потребителей информации из хранилища);

2) фильтрации данных: формирует меню с учетом наличия исключений пищевых продуктов и блюд в связи с наличием алиментарно-зависимых заболеваний, аллергических реакций и пищевых предпочтений;

3) подбора оптимального меню: формирование такого рациона или меню, соблюдение которого обеспечит лечебное воздействие при имеющихся у пациента алиментарно-зависимых заболеваниях;

4) графического интерфейса: предназначен для составления отчетов, графическая часть которых включает мониторинг веса, а также любого параметра биоимпедансометрии, затраченных за сутки калорий, калорийность рекомендуемого рациона, калорийность фактического рациона. Масштаб отображения рассчитывается автоматически, исходя из вариабельности данных. Узловые точки интерполяции и прогнозирования на графике устанавливаются на дату измерения, графическая часть отчета включает групповой или персонализированный рацион или меню.

Заключение

Наблюдаемая цифровизация всех сфер жизнедеятельности человека, безусловно, включает цифровизацию гигиены питания как одного из ключевых процессов, необходимых для поддержания жизни и здоровья.

К настоящему времени очевидна необходимость персонализации (персонализации) питания, учитывающей индивидуальные особенности здоровья и индивидуальные риски развития заболеваний (обусловленные как генотипом человека, так и воздействием потенциально опасных факторов жизнедеятельности). Решение этих задач требует объединения информации о микроэлементном составе и сочетаемости продуктов питания, которую необходимо сопоставлять с информацией об образе жизни и здоровье человека.

Проведенный анализ показал, что достижения информационно-телекоммуникационных технологий обеспечивают потенциальную возможность решения таких задач. Проблемным вопросом является разработка алгоритмического обеспечения формирования оптимального режима питания, позволяющего синтезировать меню для отдельно взятого пациента с учетом предписанной ему диеты и индивидуальных предпочтений.

Перспективы дальнейших исследований состоят в разработке алгоритмического и программного обеспечения системы планирования оптимального режима питания, реализующей потенциал информационно-телекоммуникационных технологий и ориентированной на отечественных потребителей.

Список литературы

1. Тутельян В. А. Эволюция и революции на пути формирования современной нутрициологии. Интегративная и цифровая нутрициология как ближайшее будущее // Вопросы питания. 2018. Т. 87, № 5. С. 21–22.
2. Adams T., Connor M., Whittaker R. Protecting our digital medicine infrastructure // NPJ Digital Medicine. 2019. Vol. 2, № 10. P. 97. doi:10.1038/s41746-019-0177-y
3. Caggiano G., Marcotrigiano V., Trerotoli P. [et al.]. Food Hygiene Surveillance in Italy: Is Food Ice a Public Health Risk? // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020. Vol. 17, № 7. P. 2408. doi:10.3390/ijerph17072408
4. Курганов М. Остеопороз: вопросы и ответы. URL: <http://kurganov.pro/Остеопороз>. Вопросы и ответы (дата обращения: 20.03.2022).
5. Simiyu S., Czerniewska A., Aseyo E. R. [et al.]. Designing a Food Hygiene Intervention in Low-Income, Peri-Urban Context of Kisumu, Kenya: Application of the Trials of Improved Practices Methodology // American Journal of Tropical Medicine and Hygiene. 2020. Vol. 102, № 5. P. 1116–1123. doi:10.4269/ajtmh.19-0629
6. Galindo C. O., Beux M. R., Costa da R. L. [et al.]. Home-Prepared Enteral Tube Feeding: Evaluation of Microbiological Contamination, Hygiene, and the Profile of the Food Handler // Nutrition in Clinical Practice. 2021. Vol. 36, № 3. P. 704–717. doi:10.1002/ncp.10577
7. Kirk D., Catal C., Tekinerdogan B. Precision nutrition: A systematic literature review // Computers in Biology and Medicine. 2021. Vol. 133, № 6. P. 104365. doi:10.1016/j.compbiomed.2021.104365
8. Ball L. Where to from here? Nutrition and dietetics research into the future // Nutrition and Dietetics. 2021. Vol. 78, № 5. P. 463–465. doi:10.1111/1747-0080.12713
9. Хидешели А. Г., Агапкин А. М. Перспективы развития нутрициологии в РФ // Академическая публицистика. 2021. № 3. С. 51–54.
10. Батурин А. К., Мартинчик А. Н., Камбаров А. О. Структура питания населения России на рубеже XX и XXI столетий // Вопросы питания. 2020. Т. 89, № 4. С. 60–70.
11. Moltu S. J., Bronsky J., Embleton N. [et al.]. ESPGHAN Committee on Nutrition. Nutritional Management of the Critically Ill Neonate: A Position Paper of the ESPGHAN Committee on Nutrition // Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. 2021. Vol. 27, № 2. P. 274–289. doi:10.1097/MPG.0000000000003076

12. Adane M., Teka B., Gismu Y. [et al.]. Food hygiene and safety measures among food handlers in street food shops and food establishments of Dessie town, Ethiopia: A community-based cross-sectional study // *PLoS One*. 2018. Vol. 13, № 5. P. e0196919. doi:10.1371/journal.pone.0196919
13. Abidin A. U., Asmara A. A., Asmarany A. [et al.]. A linkage of personal, food, and environmental hygiene to presence of *E. coli* in Warmindo Food Stall // *Gaceta Sanitaria*. 2021. № 35. P. 107–111. doi:10.1016/j.gaceta.2021.10.008
14. Raji I. A., Oche O. M., Kaoje A. U. [et al.]. Effect of food hygiene training on food handlers' knowledge in Sokoto Metropolis: a quasi-experimental study // *Pan African Medical Journal*. 2021. Vol. 40, № 9. P. 146. doi:10.11604/pamj.2021.40.146.27183
15. Gerasimidis K., Bryden K., Chen X. [et al.]. The impact of food additives, artificial sweeteners and domestic hygiene products on the human gut microbiome and its fibre fermentation capacity // *European Journal of Nutrition*. 2020. Vol. 59, № 7. P. 3213–3230. doi:10.1007/s00394-019-02161-8
16. Elfert P., Tiryaki E., Eichelberg M. [et al.]. A Deep Learning Assisted Digital Nutrition Diary to Support Nutrition Counseling for People Affected by the Geriatric Frailty Syndrome // *IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*. 2021. P. 1–7. doi:10.1109/ISCC53001.2021.9631394
17. Yalun L., Khamaksorn A. A Review of Applying Healthy Dietary Nutrition Knowledge in Tertiary Education Setting // *Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON)*. 2020. P. 342–346. doi:10.1109/ECTIDAMTNCN48261.2020.9090755
18. Setyawati A. V. V., Herlambang A. B. Mobile Health Nutrition Book Design to Prevent Stunting at Children // *International Seminar on Application for Technology of Information and Communication*. 2018. P. 275–279. doi:10.1109/ISEMANTIC.2018.8549745
19. Тутельян В. А., Мусина О. Н., Балыхин М. Г. [и др.]. Цифровая нутрициология: применение информационных технологий при разработке и совершенствовании пищевых продуктов. М. : Азбука, 2020. 378 с.
20. Ушаков И. Б., Богомолов А. В. Информатизация программ персонализированной адаптационной медицины // *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2014. Т. 69, № 5-6. С. 124–128.
21. Пивоварова О. А., Аксенова Е. И., Камынина Н. Н. Анализ глобальных исследовательских направлений в медицине (обзор литературы) // *Здравоохранение Российской Федерации*. 2021. Т. 65, № 5. С. 477–484.
22. Sempionatto J. R., Montiel V. R., Vargas E. [et al.]. Wearable and Mobile Sensors for Personalized Nutrition // *ACS Sensors*. 2021. Vol. 6, № 5. P. 1745–1760. doi:10.1021/acssensors.1c00553
23. Bigson K., Essuman E. K., Lotse C. W. Food Hygiene Practices at the Ghana School Feeding Programme in Wa and Cape Coast Cities // *Journal of Environmental and Public Health*. 2020. № 12. P. 9083716. doi:10.1155/2020/9083716
24. Molner J. G. Food hygiene // *Journal of the Royal Society of Medicine*. 1956. Vol. 56, № 7. P. 370–376. doi:10.1177/146642405607600715
25. Портов Н. М. Компьютерные программы оценки фактического питания // 1С: Планового питания. URL: <http://www.1cr.ru/m/kpofp.pdf> (дата обращения: 25.04.2022).
26. Giacomello E., Toniolo L. Nutrition, Diet and Healthy Aging // *Nutrients*. 2021. Vol. 14, № 1. P. 190. doi:10.3390/nu14010190
27. Pillon B. C., Machado R. L., Silva Da R. P. Augmented Reality Application Development About Nutrition for the Elderly // *XIII Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)*. 2018. P. 21–24. doi:10.1109/LACLO.2018.00014

28. Yuan Y., Chen L., Li M. [et al.]. Diagnosis of nitrogen nutrition of rice based on image processing of visible light // IEEE International Conference on Functional-Structural Plant Growth Modeling, Simulation, Visualization and Applications (FSPMA). 2016. P. 228–232. doi:10.1109/FSPMA.2016.7818311
29. Гавриков М. Б., Кислицын А. А., Орлов Ю. Н. [и др.]. Цифровая персонализиованная нутрициология: проблемы и решения // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша. 2020. № 25. 36 с.
30. Spradling M., Straub J., Strong J. Introducing & Evaluating ‘Nutrition Facts’ for Online Content // International Conference on Cyber Security and Protection of Digital Services (Cyber Security). 2020. P. 1–8. doi:10.1109/CyberSecurity49315.2020.9138867
31. Vaskovsky A. M., Chvanova M. S., Rebezov M. B. Creation of digital twins of neural network technology of personalization of food products for diabetics // 4th Scientific School on Dynamics of Complex Networks and their Application in Intellectual Robotics (DCNAIR). 2020. P. 251–253. doi:10.1109/DCNAIR50402.2020.9216776
32. Kirkman S., Hollingsworth B., Lake A. [et al.]. Field validity and spatial accuracy of Food Standards Agency Food Hygiene Rating scheme data for England // Journal of Public Health. 2021. Vol. 43, № 4. P. 720–727. doi:10.1093/pubmed/fdaa172
33. Lee J. H., Seo K. H. An Integrative Review of Hygiene Practice Studies in the Food Service Sector // Journal of Food Protection. 2020. Vol. 83, № 12. P. 2147–2157. doi:10.4315/JFP-19-488
34. Zanin L. M., Cunha da D. T., Rosso de V. V. [et al.]. Knowledge, attitudes and practices of food handlers in food safety: An integrative review // Food Research International. 2017. № 100. P. 53–62. doi: 10.1016/j.foodres.2017.07.042.
35. Berisha V., Krantsevich C., Hahn P. R. [et al.]. Digital medicine and the curse of dimensionality // NPJ Digital Medicine. 2021. Vol. 1, № 4. P. 153. doi:10.1038/s41746-021-00521-5
36. Скальный А. В., Рудаков И. А., Нотова С. В. [и др.]. Нутрициология: основные понятия и термины : терминологический словарь. Оренбург : ГОУ ОГУ, 2005. 49 с.
37. Каковы понятия нутрициологии? URL: <https://www.genon.ru/GetAnswer.aspx?qid=1ea09885-1100-457e-820c-6690fe6cf330> (дата обращения: 19.03.2022).
38. Fogel A. L., Kvedar J. C. Artificial intelligence powers digital medicine // NPJ Digital Medicine. 2018. № 1 (1). doi:10.1038/s41746-017-0012-2.
39. Нутрициология: как питаться, чтобы здорово жить. URL: <https://4brain.ru/blog/nutriciologija-kak-pitatsja-chtoby-zdorovo-zhit/> (дата обращения: 19.03.2022).
40. Нутрициология – путь к здоровью. URL: <https://edprodpo.com/blog/nutritsiologiya/nutritsiologiya-put-k-zdorovyu/> (дата обращения: 19.03.2022).
41. Steinhubl S. R., Topol E. J. Digital medicine, on its way to being just plain medicine // NPJ Digital Medicine. 2018. № 1. P. 20175. doi:10.1038/s41746-017-0005-1
42. Warraich H. J., Califf R. M., Krumholz H. M. The digital transformation of medicine can revitalize the patient-clinician relationship // NPJ Digital Medicine. 2018. № 1. P. 49. doi:10.1038/s41746-018-0060-2
43. Гмошинский И. В. Нутрициология (наука о питании): история, проблемы, перспективы. URL: <http://prez.usn.ru> (дата обращения: 20.03.2022).
44. Чем нутрициолог отличается от диетолога. URL: <https://food101.ru/dietitian-vs-nutritionist> (дата обращения: 19.03.2022).
45. Joaquim D. C., Hortsch M., Silva A. S. R. D. [et al.]. Digital information and communication technologies on histology learning: What to expect? An integrative review // Anatomia, Histologia, Embryologia. 2022. Vol. 51, № 2. P. 180–188. doi:10.1111/ahc.12776
46. Nieman D. C. Current and Novel Reviews in Sports Nutrition // Nutrients. 2021. Vol. 13, № 8. P. 2549. doi:10.3390/nu13082549
47. Основные различия между нутрициологом и диетологом. URL: <https://educadvisor.my/articles/major-differences-between-a-dietitian-and-a-nutritionist/> (дата обращения: 19.03.2022).

48. Gandolfi S., Auquit-Auckbur I., Chaput B., Duparc F. Innervation of digital joints: an anatomical overview // *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2021. Vol. 43, № 10. P. 1635–1646. doi:10.1007/s00276-021-02754-1
49. Столяр В. П., Крайнюков П. Е., Калачев О. В. Цифровая трансформация здравоохранения и ведомственная медицина. М. : Планета, 2020. 200 с.
50. Максимов И. Б., Столяр В. П., Богомоллов А. В. Прикладная теория информационного обеспечения медико-биологических исследований. М. : Бином, 2013. 311 с.
51. Богомоллов А. В. Информационные технологии цифровой адаптивной медицины // *Информатика и автоматизация*. 2021. Т. 20, № 5. С. 1154–1182.
52. Столяр В. П., Крайнюков П. Е. Цифровая трансформация здравоохранения и повседневная деятельность врача-клинициста // *Клиническая медицина*. 2021. Т. 99, № 5-6. С. 361–368.
53. Денисенко Д. Н., Максютя Н. В. Автоматизация планирования диетического питания // *Вестник Национального технического университета Харьковский политехнический институт*. Серия: Информатика и моделирование. 2009. № 13. С. 46–52.

References

1. Tutel'yan V.A. Evolution and revolutions on the way of formation of modern nutritionology. Integrative and digital nutritionology as the nearest future. *Voprosy pitaniya = Nutrition Issues*. 2018;87(S5):21–22. (In Russ.)
2. Adams T., Connor M., Whittaker R. Protecting our digital medicine infrastructure. *NPJ Digital Medicine*. 2019;2(10):97. doi:10.1038/s41746-019-0177-y
3. Caggiano G., Marcotrigiano V., Trerotoli P. et al. Food Hygiene Surveillance in Italy: Is Food Ice a Public Health Risk? *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(7):2408. doi:10.3390/ijerph17072408
4. Kurganov M. *Osteoporoz: voprosy i otvety = Osteoporosis: questions and answers*. (In Russ.). Available at: [http://kurganov.pro/Osteoporoz.Voprosy i otvety](http://kurganov.pro/Osteoporoz.Voprosy_i_otvety) (accessed 20.03.2022).
5. Simiyu S., Czerniewska A., Aseyo E. R. et al. Designing a Food Hygiene Intervention in Low-Income, Peri-Urban Context of Kisumu, Kenya: Application of the Trials of Improved Practices Methodology. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 2020;102(5):1116–1123. doi:10.4269/ajtmh.19-0629
6. Galindo C.O., Beux M.R., Costa da R.L. et al. Home-Prepared Enteral Tube Feeding: Evaluation of Microbiological Contamination, Hygiene, and the Profile of the Food Handler. *Nutrition in Clinical Practice*. 2021;36(3):704–717. doi:10.1002/ncp.10577
7. Kirk D., Catal C., Tekinerdogan B. Precision nutrition: A systematic literature review. *Computers in Biology and Medicine*. 2021;133(6):104365. doi:10.1016/j.compbiomed.2021.104365
8. Ball L. Where to from here? Nutrition and dietetics research into the future. *Nutrition and Dietetics*. 2021;78(5):463–465. doi:10.1111/1747-0080.12713
9. Khidesheli A.G., Agapkin A.M. Prospects for the development of nutritionology in the Russian Federation. *Akademicheskaya publitsistika = Academic journalism*. 2021;(3):51–54. (In Russ.)
10. Baturin A.K., Martinchik A.N., Kambarov A.O. The structure of nutrition of the population of Russia at the turn of the XX and XXI centuries. *Voprosy pitaniya = Nutrition issues*. 2020;89(4):60–70. (In Russ.)
11. Moltu S.J., Bronsky J., Embleton N. et al. ESPGHAN Committee on Nutrition. Nutritional Management of the Critically Ill Neonate: A Position Paper of the ESPGHAN Committee on Nutrition. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 2021;27(2):274–289. doi:10.1097/MPG.0000000000003076
12. Adane M., Tekla B., Gismu Y. et al. Food hygiene and safety measures among food handlers in street food shops and food establishments of Dessie town, Ethiopia: A

- community-based cross-sectional study. *PLoS One*. 2018;13(5):e0196919. doi:10.1371/journal.pone.0196919
13. Abidin A.U., Asmara A.A., Asmarany A. et al. A linkage of personal, food, and environmental hygiene to presence of E. coli in Warmindo Food Stall. *Gaceta Sanitaria*. 2021;(35):107–111. doi:10.1016/j.gaceta.2021.10.008
 14. Raji I. A., Oche O.M., Kaoje A.U. et al. Effect of food hygiene training on food handlers' knowledge in Sokoto Metropolis: a quasi-experimental study. *Pan African Medical Journal*. 2021;40(9):146. doi:10.11604/pamj.2021.40.146.27183
 15. Gerasimidis K., Bryden K., Chen X. et al. The impact of food additives, artificial sweeteners and domestic hygiene products on the human gut microbiome and its fibre fermentation capacity. *European Journal of Nutrition*. 2020;59(7):3213–3230. doi:10.1007/s00394-019-02161-8
 16. Elfert P., Tiryaki E., Eichelberg M. et al. A Deep Learning Assisted Digital Nutrition Diary to Support Nutrition Counseling for People Affected by the Geriatric Frailty Syndrome. *IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*. 2021:1–7. doi:10.1109/ISCC53001.2021.9631394
 17. Yalun L., Khamaksorn A. A Review of Applying Healthy Dietary Nutrition Knowledge in Tertiary Education Setting. *Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON)*. 2020:342–346. doi:10.1109/ECTIDAMTCON48261.2020.9090755
 18. Setyawati A.V.V., Herlambang A.B. Mobile Health Nutrition Book Design to Prevent Stunting at Children. *International Seminar on Application for Technology of Information and Communication*. 2018:275–279. doi:10.1109/ISEMANTIC.2018.8549745
 19. Tutel'yan V.A., Musina O.N., Balykhin M.G. et al. *Tsifrovaya nutritsiologiya: primeneniye informatsionnykh tekhnologiy pri razrabotke i sovershenstvovanii pishchevykh produktov = Digital nutritionology: application of information technologies in the development and improvement of food products*. Moscow: Azbuka, 2020:378. (In Russ.)
 20. Ushakov I.B., Bogomolov A.V. Informatization of personalized adaptive medicine programs. *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk = Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2014;69(5-6):124–128. (In Russ.)
 21. Pivovarova O.A., Aksenova E.I., Kamynina N.N. Analysis of global research directions in medicine (literature review). *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii = Healthcare of the Russian Federation*. 2021;65(5):477–484. (In Russ.)
 22. Sempionatto J. R., Montiel V. R., Vargas E. et al. Wearable and Mobile Sensors for Personalized Nutrition. *ACS Sensors*. 2021;6(5):1745–1760. doi:10.1021/acssensors.1c00553
 23. Bigson K., Essuman E.K., Lotse C.W. Food Hygiene Practices at the Ghana School Feeding Programme in Wa and Cape Coast Cities. *Journal of Environmental and Public Health*. 2020;(12):9083716. doi:10.1155/2020/9083716
 24. Molner J.G. Food hygiene. *Journal of the Royal Society of Medicine*. 1956;56(7):370–376. doi:10.1177/146642405607600715
 25. Portov N.M. Computer programs for assessing actual nutrition. *IS: Planovogo pitaniya = IC: Scheduled meals*. (In Russ.). Available at: <http://www.1cp.ru/m/kpofp.pdf> (accessed 25.04.2022).
 26. Giacomello E., Toniolo L. Nutrition, Diet and Healthy Aging. *Nutrients*. 2021;14(1):190. doi:10.3390/nu14010190
 27. Pillon B.C., Machado R.L., Silva Da R.P. Augmented Reality Application Development About Nutrition for the Elderly. *XIII Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)*. 2018:21–24. doi:10.1109/LACLO.2018.00014
 28. Yuan Y., Chen L., Li M. et al. Diagnosis of nitrogen nutrition of rice based on image processing of visible light. *IEEE International Conference on Functional-Structural*

- Plant Growth Modeling, Simulation, Visualization and Applications (FSPMA)*. 2016:228–232. doi:10.1109/FSPMA.2016.7818311
29. Gavrikov M.B., Kislitsyn A.A., Orlov Yu.N. et al. Digital personalized nutritionology: problems and solutions. *Preprinty IPM im. M. V. Keldysha = Preprints of IPM named after M. V. Keldysh*. 2020;(25):36. (In Russ.)
 30. Spradling M., Straub J., Strong J. Introducing & Evaluating ‘Nutrition Facts’ for Online Content. *International Conference on Cyber Security and Protection of Digital Services (Cyber Security)*. 2020:1–8. doi:10.1109/CyberSecurity49315.2020.9138867
 31. Vaskovsky A.M., Chvanova M.S., Rebezov M.B. Creation of digital twins of neural network technology of personalization of food products for diabetics. *4th Scientific School on Dynamics of Complex Networks and their Application in Intellectual Robotics (DCNAIR)*. 2020:251–253. doi:10.1109/DCNAIR50402.2020.9216776
 32. Kirkman S., Hollingsworth B., Lake A. et al. Field validity and spatial accuracy of Food Standards Agency Food Hygiene Rating scheme data for England. *Journal of Public Health*. 2021;43(4):720–727. doi:10.1093/pubmed/fdaa172
 33. Lee J.H., Seo K.H. An Integrative Review of Hygiene Practice Studies in the Food Service Sector. *Journal of Food Protection*. 2020;83(12):2147–2157. doi:10.4315/JFP-19-488
 34. Zanin L.M., Cunha da D.T., Rosso de V.V. et al. Knowledge, attitudes and practices of food handlers in food safety: An integrative review. *Food Research International*. 2017;(100):53–62. doi: 10.1016/j.foodres.2017.07.042.
 35. Berisha V., Krantsevich C., Hahn P.R. et al. Digital medicine and the curse of dimensionality. *NPJ Digital Medicine*. 2021;1(4):153. doi:10.1038/s41746-021-00521-5
 36. Skal'nyy A.V., Rudakov I.A., Notova S.V. et al. *Nutritsiologiya: osnovnye ponyatiya i terminy: terminologicheskii slovar' = Nutritionology: basic concepts and terms : terminological dictionary*. Orenburg: GOU OGU, 2005:49. (In Russ.)
 37. *Kakovy ponyatiya nutritsiologii? = What are the concepts of nutritionology?* (In Russ.). Available at: <https://www.genon.ru/GetAnswer.aspx?qid=1ea09885-1100-457e-820c-6690fe6cf330> (accessed 19.03.2022).
 38. Fogel A.L., Kvedar J.C. Artificial intelligence powers digital medicine. *NPJ Digital Medicine*. 2018;(1). doi:10.1038/s41746-017-0012-2.
 39. *Nutritsiologiya: kak pitat'sya, chtoby zdorovo zhit' = Nutritionology: how to eat to live healthy*. (In Russ.). Available at: <https://4brain.ru/blog/nutriciologija-kak-pitatsja-chtoby-zdorovo-zhit/> (accessed 19.03.2022).
 40. *Nutritsiologiya – put' k zdorov'yu = Nutriciology – the path to health*. (In Russ.). Available at: <https://edprodpo.com/blog/nutritsiologiya/nutritsiologiya-put-k-zdorovyu/> (accessed 19.03.2022).
 41. Steinhubl S.R., Topol E.J. Digital medicine, on its way to being just plain medicine. *NPJ Digital Medicine*. 2018;(1):20175. doi:10.1038/s41746-017-0005-1
 42. Warraich H.J., Califf R.M., Krumholz H.M. The digital transformation of medicine can revitalize the patient-clinician relationship. *NPJ Digital Medicine*. 2018;(1):49. doi:10.1038/s41746-018-0060-2
 43. Gmoshinskiy I.V. *Nutritsiologiya (nauka o pitanii): istoriya, problemy, perspektivy = Nutriciology (nutrition science): history, problems, prospects*. (In Russ.). Available at: <http://prez.ysn.ru> (accessed 20.03.2022).
 44. *Chem nutritsiolog otlichaetsya ot dietologa = What is the difference between a nutritionist and a dietitian*. (In Russ.). Available at: <https://food101.ru/dietitian-vs-nutritionist> (accessed 19.03.2022).
 45. Joaquim D.C., Hortsch M., Silva A.S.R.D. et al. Digital information and communication technologies on histology learning: What to expect? An integrative review. *Anatomia, Histologia, Embryologia*. 2022;51(2):180–188. doi:10.1111/ahc.12776
 46. Nieman D.C. Current and Novel Reviews in Sports Nutrition. *Nutrients*. 2021;13(8):2549. doi:10.3390/nu13082549

47. *Osnovnye razlichiya mezhdu nutritsiologom i dietologom = The main differences between a nutritionist and a dietitian.* (In Russ.). Available at: <https://eduadvisor.my/articles/major-differences-between-a-dietitian-and-a-nutritionist/> (accessed 19.03.2022).
48. Gandolfi S., Auquit-Auckbur I., Chaput B., Duparc F. Innervation of digital joints: an anatomical overview. *Surgical and Radiologic Anatomy.* 2021;43;(10):1635–1646. doi:10.1007/s00276-021-02754-1
49. Stolyar V.P., Kraynyukov P.E., Kalachev O.V. *Tsifrovaya transformatsiya zdra-vookhraneniya i vedomstvennaya meditsina = Digital transformation of healthcare and departmental medicine.* Moscow: Planeta, 2020:200. (In Russ.)
50. Maksimov I.B., Stolyar V.P., Bogomolov A.V. *Prikladnaya teoriya informatsionnogo obespecheniya mediko-biologicheskikh issledovaniy = Applied theory of information support for biomedical research.* Moscow: Binom, 2013:311. (in Russ.)
51. Bogomolov A.V. Information technologies of digital adaptation medicine. *Informatika i avtomatizatsiya = Informatics and automation.* 2021;20(5):1154–1182. (In Russ.)
52. Stolyar V.P., Kraynyukov P.E. Digital transformation of healthcare and daily activity of a clinician. *Klinicheskaya meditsina = Clinical medicine.* 2021;99(5-6):361–368. (In Russ.)
53. Denisenko D.N., Maksyuta N.V. Automation of dietary nutrition planning. *Vestnik Natsional'nogo tekhnicheskogo universiteta Khar'kovskiy politekhnicheskiiy institut. Seriya: Informatika i modelirovanie = Bulletin of the National Technical University Kharkiv Poly-Technical Institute. Series: Computer Science and Modeling.* 2009;(13):46–52. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Роман Сергеевич Хлопотов

научный сотрудник,
Санкт-Петербургский Федеральный
исследовательский центр
Российской академии наук
(Россия, г. Санкт-Петербург, 14-я линия
Васильевского острова, 39)
E-mail: gniiivm-h@yandex.ru

Roman S. Khlopotov

Researcher,
St. Petersburg Federal Research Center
of the Russian Academy of Sciences
(39 14th line of Vasilyevsky Island,
St. Petersburg, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 02.05.2022

Поступила после рецензирования/Revised 17.06.2022

Принята к публикации/Accepted 19.07.2022