

УДК 664.64: 664.68: 664.8: 663.8

DOI 10.30679/2219-5335-2023-1-79-12-33

**РАЗРАБОТКА
ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТРУКТУРНОЙ
МОДЕЛИ ПРОЦЕССА
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОДУКТОВ
ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО
ПИТАНИЯ**

Першакова Татьяна Викторовна
д-р техн. наук, профессор
ведущий научный сотрудник
отдела хранения
и комплексной переработки
сельскохозяйственного сырья
<https://orcid.org/0000-0002-8528-0966>

*Краснодарский научно-исследовательский
институт хранения и переработки
сельскохозяйственной продукции –
филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский
федеральный научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

Иванова Елена Александровна
старший преподаватель
кафедры системного анализа
и обработки информации
<https://orcid.org/0000-0002-6127-7762>

*Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кубанский государственный аграрный
университет им. И.Т. Трубилина»,
Краснодар, Россия*

В работе представлены результаты функционально-структурного моделирования продуктов для персонализированного питания и обоснована актуальность разработки специализированных цифровых инструментов. Проведенный анализ производства пищевой продукции за последние годы выявил основные тенденции в структуре производимых видов. В качестве объектов для организации персонализированного питания выбраны продукты массового

UDC 664.64: 664.68: 664.8: 663.8

DOI 10.30679/2219-5335-2023-1-79-12-33

**DEVELOPMENT
OF A FUNCTIONAL-STRUCTURAL
MODEL OF THE PROCESS
DESIGN OF PRODUCTS
FOR PERSONALIZED
NUTRITION**

Pershakova Tatiana Viktorovna
Dr. Tech. Sci., Professor
Leading Research Associate
of Storage and Complex Processing
of Agricultural Raw Materials
Department
<https://orcid.org/0000-0002-8528-0966>

*Krasnodar Research Institute
for Storage and Processing
of Agricultural Products – Branch
of the North Caucasus Federal
Scientific Center for Horticulture,
Viticulture, and Winemaking,
Krasnodar, Russia*

Ivanova Elena Aleksandrovna
Senior Lecturer
Department of System Analysis
and Information Processing
<https://orcid.org/0000-0002-6127-7762>

*Federal State Budgetary
Educational Institution
of Higher Education
«Kuban State Agrarian University
named after I.T. Trubilin»,
Krasnodar, Russia*

The paper presents the results of functional and structural modeling of products for personalized nutrition and substantiates the relevance of the development of specialized digital tools. The analysis of the production of food products in recent years has revealed the main trends in the structure of produced species. As objects for the organization of personalized nutrition, mass consumption products

потребления – хлеб и хлебобулочные, кондитерские изделия, консервы плодовые и овощные, безалкогольные напитки. В качестве методов исследования применяется методология функционально-структурного моделирования систем. Большинство продуктов питания содержат в своем составе различные наборы ингредиентов, а те, в свою очередь, состоят из определенного набора химических элементов. Их комбинации в различных пропорциях приводят к тому, что конечный продукт будет обладать теми или иными свойствами, как положительно, так и отрицательно влияющими на здоровье людей. Учет этих факторов, выявление состава ингредиентов при проектировании продуктов для персонализированного питания, при котором положительный эффект будет максимально благоприятным, является сложной и трудоемкой задачей, невозможной без применения современных ИТ-решений. Одним из базовых этапов проектирования соответствующих цифровых инструментов является описание функционально-структурной модели, которое представлено в данной статье. Эта модель позволяет детально рассмотреть структуру будущих цифровых инструментов, входную и выходную информацию каждого этапа проектирования, определить связи и зависимости между отдельными компонентами системы. Модель построена на базе методологии SADT в нотациях IDEF0 и IDEF3. Представлены TOP-диаграмма и три уровня декомпозиции с упором на блок оптимизации компонентного состава. Моделирование именно этого процесса в дальнейшем послужит основой для создания цифровых инструментов проектирования продуктов здорового питания с заданным составом.

Ключевые слова:

ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ, РЕЦЕПТУРА, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЕ ПИТАНИЕ, ПРОДУКТ, ЦИФРОВОЙ ИНСТРУМЕНТ

were chosen – bread and bakery products, confectionery, canned fruits and vegetables, soft drinks. As research methods, the methodology of functional and structural modeling of systems is used. Most food products contain various sets of ingredients, and those, in turn, consist of a certain set of chemical elements. Their combinations in various proportions lead to the fact that the final product will have certain properties, both positively and negatively affecting people's health. Accounting for these factors, identifying the composition of ingredients when designing products for personalized nutrition, in which the positive effect will be as favorable as possible, is a complex and time-consuming task that is impossible without the use of modern IT solutions. One of the basic stages of designing the corresponding digital tools is the description of the functional and structural model, which is presented in this article. This model allows to consider in detail the structure of future digital tools, the input and output information of each design stage, to determine the links and dependencies between the individual components of the system. The model is based on the SADT methodology in IDEF0 and IDEF3 notations. A TOP-diagram and three levels of decomposition are presented with an emphasis on the block of optimization of the component composition. Modeling of this particular process will later serve as the basis for creating digital tools for designing healthy food products with a given composition.

Key words:

FUNCTIONAL AND STRUCTURAL MODEL, RECIPE, MODELING, PERSONALIZED NUTRITION, PRODUCT, DIGITAL INSTRUMENT

Введение. Расширение ассортимента и объемов производства пищевой продукции здорового питания массового потребления является одной из основных задач, определенных Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации.

При этом особое внимание уделяется персонализированному питанию как важнейшей части концепции «точного питания», обеспечивающего лечение или профилактику нарушений метаболических процессов, основанных на учете взаимосвязи и регулировании параметров внутренней и внешней среды человека. Значительную роль при этом играют функциональные продукты питания.

Однако, несмотря на тот факт, что рынок функциональных продуктов питания представлен широким ассортиментом, только 5 % товарооборота многомиллиардной отрасли принадлежит данной группе. Расширение ассортимента продукции для персонализированного питания возможно через разработку ее новых видов.

Проектирование продуктов питания – это сложный и трудоемкий процесс как в части математического, так и технологического обеспечения. В связи с этим, разработка цифровых инструментов моделирования продуктов питания с заданным составом является актуальной и востребованной темой.

Цель работы – разработка функционально-структурных моделей процесса проектирования продуктов для персонализированного питания с заданным составом.

Задачи работы:

– дать характеристику функциональным продуктам питания как инструменту оптимизации рациона питания населения, провести анализ рынка функциональных продуктов питания;

- проанализировать современные подходы к проектированию рецептур, выявить основные тенденции формирования компонентного состава различных видов функциональных продуктов питания;

- выполнить функционально-структурное моделирование процесса проектирования функциональных продуктов питания с заданным составом.

Выполнение поставленных задач обеспечит получение результатов, обладающих научной новизной:

- предлагаемый формализованный подход к проектированию продуктов персонализированного питания с заданным составом, отличающийся от аналогов реализацией функционально-структурной модели процесса проектирования, применением симплекс-метода для оптимизации рецептур, наличием уникальных баз данных для хранения нормативно-справочной информации и результатов проектирования продуктов для персонализированного питания, что позволит сократить время на разработку технологических проектов и повысить их точность.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов для организации персонализированного питания выбраны продукты массового потребления – хлеб и хлебобулочные, кондитерские изделия, консервы плодовые и овощные, безалкогольные напитки. В качестве методов исследования применяется методология функционально-структурного моделирования систем, классические методики рецептурных расчетов (алгебраический, матричный, линейного программирования), дополненные формализованной функционально-структурной моделью.

Обсуждение результатов. Одной из стратегических инициатив, определенных в Доктрине продовольственной безопасности РФ, является: «формирование принципов здорового образа жизни, включающих в себя

формирование рациона здорового питания для всех групп населения». Реализацию данной стратегической инициативы планируется достигать через наращивание производства новой обогащенной, специализированной, в том числе диетической, пищевой продукции, а также расширение ассортимента и объемов производства пищевой продукции массового потребления со сниженным содержанием жира, насыщенных жирных кислот и транс-изомеров жирных кислот, сахара и поваренной соли [1].

Несоблюдение принципов здорового питания, а также потребление в пищу продуктов питания низкого качества, содержащих в больших количествах жиры животного происхождения, простых углеводов и других подобных продуктов ведет к развитию ожирения, диабета, болезней сердца, сердечно-сосудистой системы и других заболеваний.

В настоящее время суточная энергетическая ценность рациона мужчин (согласно данным Роспотребнадзора) составляет около 3031 ккал, а у женщин – 2225,5 ккал, что выше рекомендуемых значений практически в 2 раза. Кроме того, наибольший удельный вес пищевой ценности продуктов питания приходится на углеводы (45 %) и жиры (40,5 %). При этом наблюдается дефицит микроэлементов (А, Е, D, В2) и каротиноидов [2].

Одним из способов профилактики проблемы алиментарно зависимых заболеваний и организации персонализированного питания может стать введение в рацион населения функциональных продуктов питания.

ГОСТ Р 52349 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения» дает следующее определение для функционального пищевого продукта (ФПП) – это специальный пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения. Подобный эффект обуславливается наличием в функциональных пищевых продуктах физиологически функциональных пищевых ингредиентов.

Физиологически функциональный пищевой ингредиент – это вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, а также живые микроорганизмы, входящие в состав функционального пищевого продукта в количестве от 10 % до 15 % от суточной физиологической потребности в расчёте на одну порцию продукта. Они обладают способностью оказывать научно обоснованный и подтверждённый благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении содержащего их функционального пищевого продукта [3].

Анализ рынка функциональных пищевых продуктов (по данным Росстата за 2021г.) показал, что наибольший удельный вес в производстве принадлежит таким группам, как молочные продукты, продукты на зерновой основе, включая хлеб, хлебобулочные и кондитерские изделия, напитки, продукты масложировые, фруктово-овощные (рис. 1) [4].



Рис. 1. Структура ассортимента функциональных пищевых продуктов в 2021 году

При этом следует заметить, что удельный вес функциональных пищевых продуктов составляет только 5 % от общего объема производимых продуктов питания. В связи с этим актуальной задачей, решающей стратегическую инициативу, определенную Доктриной продовольственной безопасности в РФ, является увеличение ассортимента функциональных пищевых продуктов за счет разработки новых рецептов, ориентированных на разные группы населения с учетом рекомендуемых физиологических норм пищевой и энергетической ценности, содержание макро- и микроэлементов.

В связи с этим расширение ассортимента функциональных пищевых продуктов наиболее перспективно для таких групп как хлеб и хлебобулочные изделия, кондитерские изделия, консервы плодовые и овощные, напитки, в том числе на соковой основе.

Анализ современных подходов к проектированию рецептов функциональных продуктов питания показал, что основными технологическими трендами является увеличение содержания количества белка, пищевых волокон, йода, витаминов и минеральных веществ; снижение калорийности [5-13].

Новым направлением в снижении энергетической ценности кондитерских изделий стало использование балластных добавок (свекловичный жом, измельченная какавелла, пшеничные отруби, которые содержат большое количество клетчатки, белков, витаминов и минеральных веществ), а также применение фосфатидов. Использование последних ориентировано на лиц пожилого возраста и детей, так как фосфатиды участвуют в жировом обмене, а фосфатид лецитин благоприятно действует на рост и развитие молодого организма [11,12].

Разработка функциональных кондитерских изделий, ориентированных на детей, предусматривает использование в рецептуре таких ингредиентов как молоко, сливочное масло, фруктово-ягодные припасы и орехи с добавлением глюкозы, кальция, гематогена. При этом исключают гидри-

рованные жиры, синтетические красители, ароматизаторы и алкогольные напитки [7, 14,15].

Если говорить про функциональные плодовые и овощные консервы, то в данной группе продуктов здорового питания наблюдается тенденция использования редких, но перспективных по питательной ценности овощей, которые помимо витаминов и микроэлементов содержат высококачественные белки, хорошо сбалансированные по аминокислотному составу (амарант, брокколи), ценные формы углеводов (дайкон) и биологически активные вещества лекарственного действия (амарант, дайкон), каротин (капуста китайская и пекинская, брокколи) [16, 17, 18].

Проектируются рецептуры консервов с пищевыми добавками, имеющие повышенное содержание пектиновых веществ, токоферолов, каротина на основе тыквенного, морковного, облепихового пюре в сочетании с яблоками и ягодами. Консервы с пищевыми добавками не только обладают радиозащитными свойствами, но и повышают устойчивость организма к ряду заболеваний. Высокоэтерифицированные пектины способствуют понижению уровня холестерина и триглицеридов, удалению желчных солей. Поэтому консервы с добавкой 2 % пектина высокой степени этерификации применяют в диетологии [16, 19].

Одним из направлений производства консервированной продукции с функциональными свойствами является ее обогащение. Разработаны новые виды плодоовощных консервов с седативными, противорадиационными, тонизирующими и другими свойствами, содержащие гарантированный набор ценных компонентов (полифенолов, витаминов, пектина, каротина и др.). Особое внимание уделяется использованию вторичных ресурсов консервного производства, которые содержат ароматические, красящие, пектиносодержащие продукты. Путем добавления экстрактов вторичного сырья в готовые продукты созданы новые консервы с учетом современных тенденций диетологии [16, 18].

Индустрия производства напитков, в том числе напитков на соковой основе, сегодня представлена разнообразным ассортиментом функциональных продуктов, ориентированных на разные группы населения (рис. 2).



Рис. 2. Виды функциональных напитков [20]

Одной из значимых тенденций при проектировании рецептур функциональных напитков для персонализированного питания является увеличение витаминного состава (витамины групп А, С, Е) [10, 21, 22].

Следующая тенденция связана с разработкой напитков, восполняющих энергетические затраты организма и стимулирующих умственную и физическую активность за счет введения в их состав большого количества углеводов (сахара), кофеина, разнообразных экстрактов растений, незаменимых аминокислот [20, 21].

Еще одно направление – разработка рецептур напитков, способствующих профилактике соматических заболеваний (сердечно-сосудистых за-

болеваний и желудочно-кишечного тракта) за счет введения в состав пищевых волокон, витаминов, ненасыщенных жирных кислот, минеральных веществ [22, 23].

Новой тенденцией в производстве функциональных напитков можно считать разработку рецептур, компоненты которых обладают иммуномодулирующими, антиоксидантными, антиканцерогенными и другими свойствами [23-25].

Основным источником витаминов для функциональных напитков являются специальные препараты, а также концентраты соков, например, грейпфрутовый, апельсиновый, лимонный, ананасовый, морковный, черносмородиновый, облепиховый, яблочный и др. Также в состав функциональных напитков добавляют сброженный свекольный сок, содержащий молочную кислоту, который в комплексе с биологически активными веществами, содержащимися в соке, обладает антиканцерогенными свойствами [22].

Наряду с витаминами в состав функциональных напитков вводят настои и экстракты лекарственных растений (цикорий, экстракт элеутерококка, родиола розовая, лимонник китайский, апилак, рябина обыкновенная, мята, душица, чабрец, эстрагон и др.) [23, 24].

Несмотря на наличие большого количества функциональных продуктов питания разных групп (хлебобулочные и кондитерские изделия, консервы, напитки и др.), они не покрывают растущие потребности населения, а проектирование их рецептур является сложным и трудоемким процессом как с математической, так и с технологической точек зрения. Для решения данной проблемы нужны специализированные программные продукты (цифровые инструменты), обеспечивающие расчет количественного содержания компонентов рецептур при задании конкретных свойств продукта, например, содержания в нем витаминов или макро- и микроэлементов в определенном количестве, обеспечения определённого соотношения белков, жиров и углеводов, минимизации энергетической ценности и так далее.

Анализ рынка цифровых инструментов (программных продуктов) с функциями проектирования продуктов здорового питания с заданным составом показал, что наряду со средствами информационных технологий общего назначения используются специализированные программные продукты. Основными представителями рынка систем подобной направленности являются:

- табличный процессор Microsoft Excel;
- программный комплекс «Etalon»;
- система «Разработка рецептов композиций из растительного сырья»;
- программа Generic 2.0;
- онлайн-сервис «Система расчётов для общественного питания»;
- модули «Управление производством» систем класса ERP
- программа «Технолог-кулинар»;
- программа «Технолог-кондитер»;
- программа «Технолог-хлебопёк»;
- программный продукт «Вижен-Софт: Питание в детском саду»;
- информационная аналитическая система «АВЕРС: Расчёт меню питания»;
- программа «Шеф Эксперт».

Выборка представлена цифровыми сервисами различных архитектур. Наряду с настольными приложениями (системы «Etalon», Generic 2.0 и др.) рынок программных продуктов представлен клиент-серверными приложениями, а также онлайн-сервисами.

Проведенный анализ рынка цифровых инструментов с функциями проектирования продуктов персонализированного питания с заданным составом показал, что рынок является насыщенным. Однако функциональный состав существующих цифровых инструментов не подходит для ре-

шения этой задачи. Более того, некоторые аналоги не являются популярными и разрабатывались для решения локальных задач. При этом, как показывает практика [26], наиболее популярным инструментом для решения задачи проектирования продуктов здорового питания с заданным составом является пакет прикладных программ Microsoft Excel.

В связи с этим актуальной задачей становится разработка цифровых инструментов для проектирования продуктов для персонализированного питания с заданным составом с использованием современных стеков технологий, реализующих алгоритмы, основанные на методах оптимизации компонентного состава, проектирования сбалансированных рецептур, оптимизации рецептур продуктов сложного сырьевого состава.

Одной из проблем проектирования рецептур продуктов для персонализированного питания с заданным составом является отсутствие единых методических подходов к организации процесса, что в свою очередь влияет на интерпретацию получаемых результатов.

Для решения подобных проблем используют подходы, предусматривающие создание модели процесса, формализующей действия, требуемые и создаваемые информационные потоки, приводящие к получению запланированного результата. Для создания модели процессов на сегодняшний день используют большое количество стандартов и нотаций. Наиболее популярным стандартом является SADT и соответствующая ему нотация IDEF0 [27, 28].

Использование нотации IDEF0 обуславливает необходимость описать основные этапы моделирования продуктов для персонализированного питания с заданным составом, показать их взаимосвязь, образующуюся с помощью информационных потоков нормативно-справочной информации, исходных параметров моделирования (заданные свойства продукта) и получаемых результатов.

Нотация IDEF0 представляет собой дерево, разделенное уровнями иерархии. Каждый уровень иерархии дерева описывается с помощью диаграммы и функциональных блоков. Моделирование начинается с создания TOP-диаграммы (содержит один функциональный блок), отражающей взаимосвязь системы с окружающей средой. Связь с внешней средой осуществляется посредством входов, выходов, механизмов и управления.

В качестве входов может выступать различная информация, представленная в структурированном или неструктурированном виде, информация, формализованная в виде документа. Также в качестве входов могут выступать материальные потоки, которые будут трансформированы в результате деятельности системы. Для изображения входов на диаграмме используются граничные стрелки.

Выходы – это информация, документ или материальный объект, создаваемые системой.

В качестве механизмов (ресурсов) функционально-структурной модели выступают люди, реализующие или инициирующие выполнение функции, предметы и средства деятельности, необходимые для выполнения моделируемых действий.

Управление – это свод нормативно-правовых актов, рекомендаций, инструкций, стандартов и регламентов, а также другой информации, который влияет на процесс выполнения действий, определяя их содержание, последовательность выполнения, взаимовлияние, результаты.

Описав подобным образом TOP-диаграмму процесса, можно приступить к ее декомпозиции. В процессе создания новой диаграммы на следующем уровне иерархии добавляются новые функциональные блоки, состав которых описывает получение результата, определенного на родительской диаграмме. Для этого весь контекст (входы, выходы, механизмы и управление) мигрирует на новый уровень иерархии, создавая окружение для функциональных блоков.

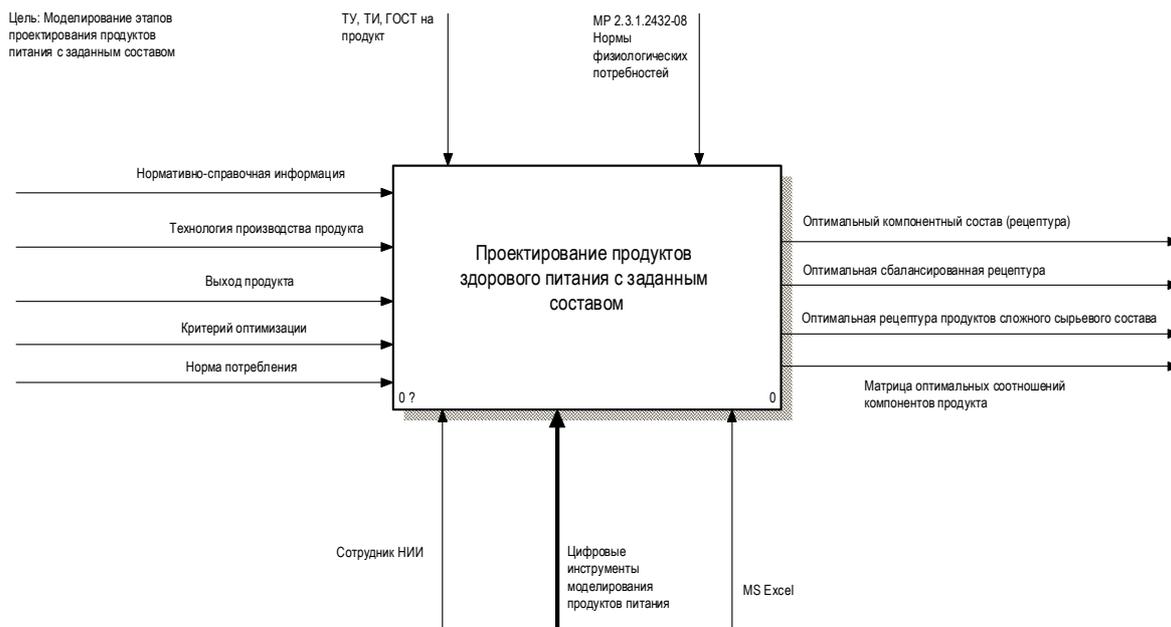


Рис. 3. TOP-диаграмма деятельности «Проектирование продуктов питания с заданным составом» (нотация IDEF0)

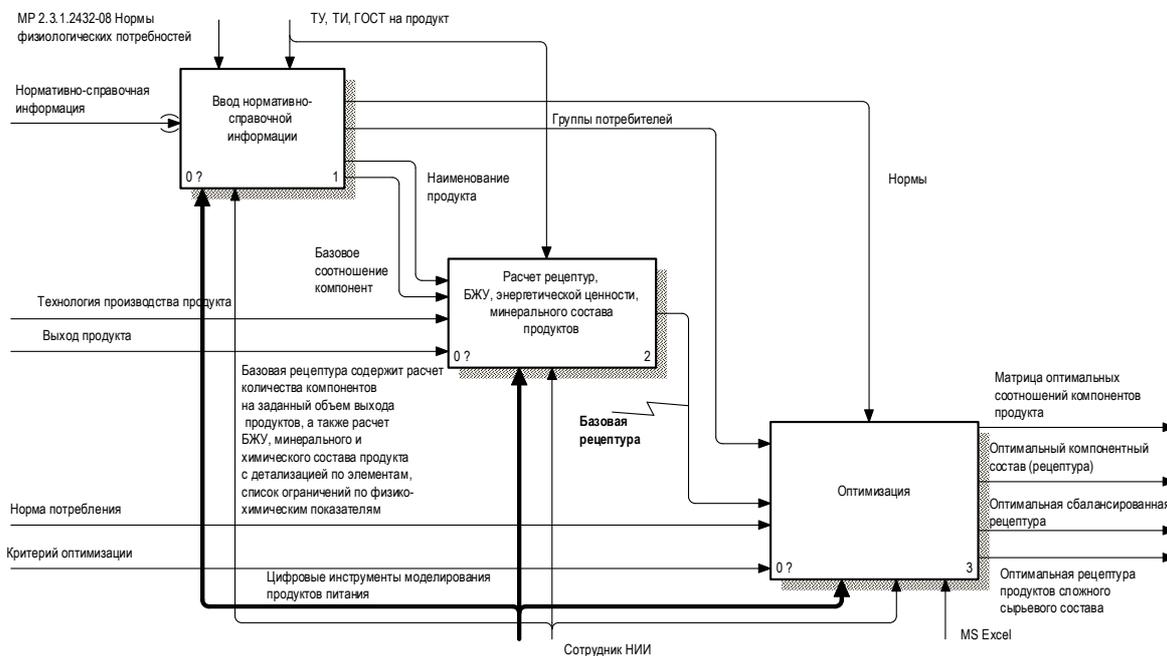


Рис. 4. Декомпозиция TOP-диаграммы «Проектирование продуктов питания с заданным составом» (нотация IDEF0)

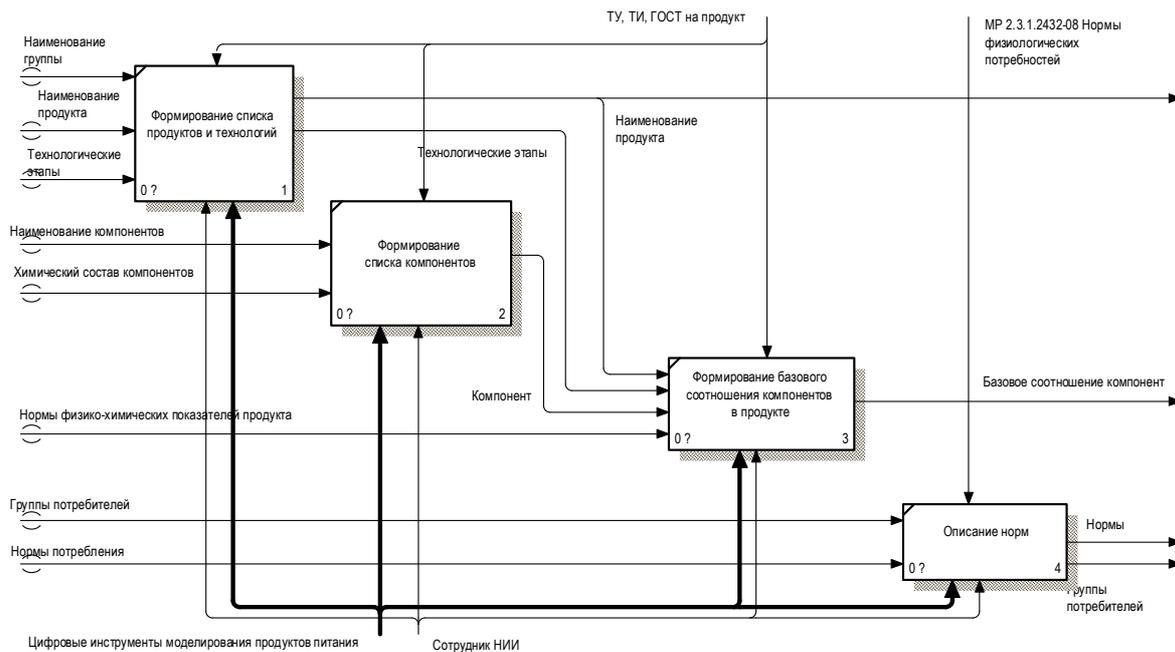


Рис. 5. Декомпозиция функционального блока «Ввод нормативно-справочной информации» (нотация IDEF0)

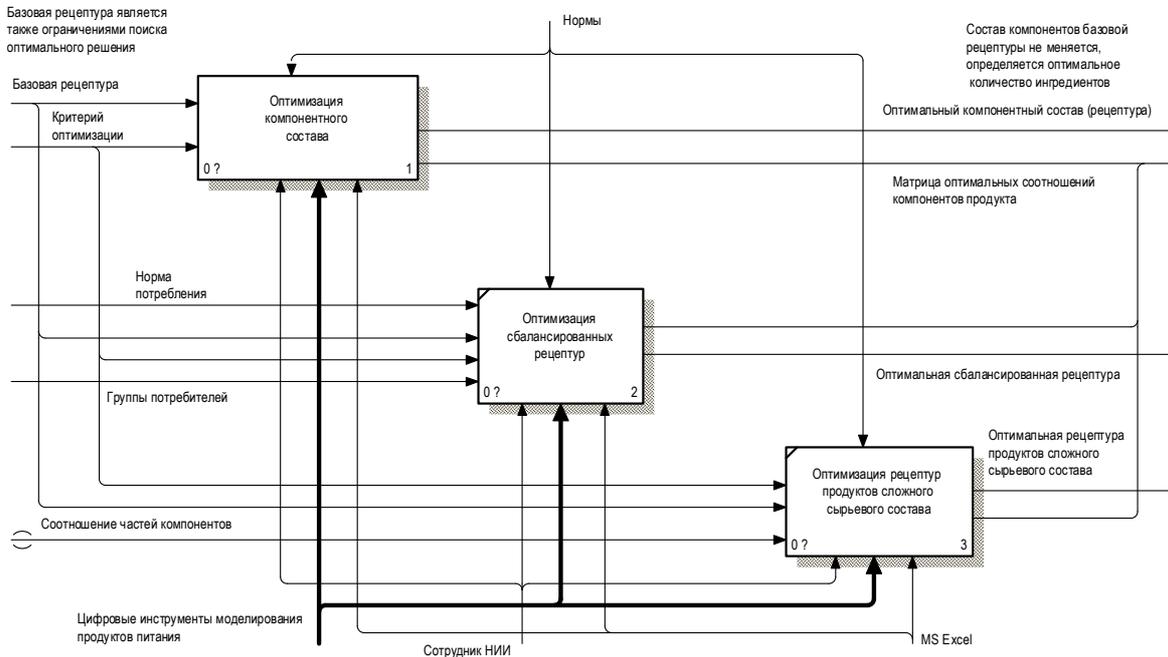


Рис.6. Декомпозиция функционального блока «Оптимизация» (нотация IDEF0)

Таким образом осуществляется последовательное описание и уточнение действий, приводящих к требуемому результату с сохранением контекста каждого функционального блока, располагающихся на разных уровнях иерархии. Количество уровней иерархии (степень декомпозиции) модели определяется целью моделирования и может быть остановлено на любом уровне. Логическое окончание процесса декомпозиции может быть определено, когда у функционального блока останется по одному (двум) входам и выходам, связанным с получением одного результата. Также подобный факт может означать необходимость смены нотации, например, с IDEF0 на IDEF3.

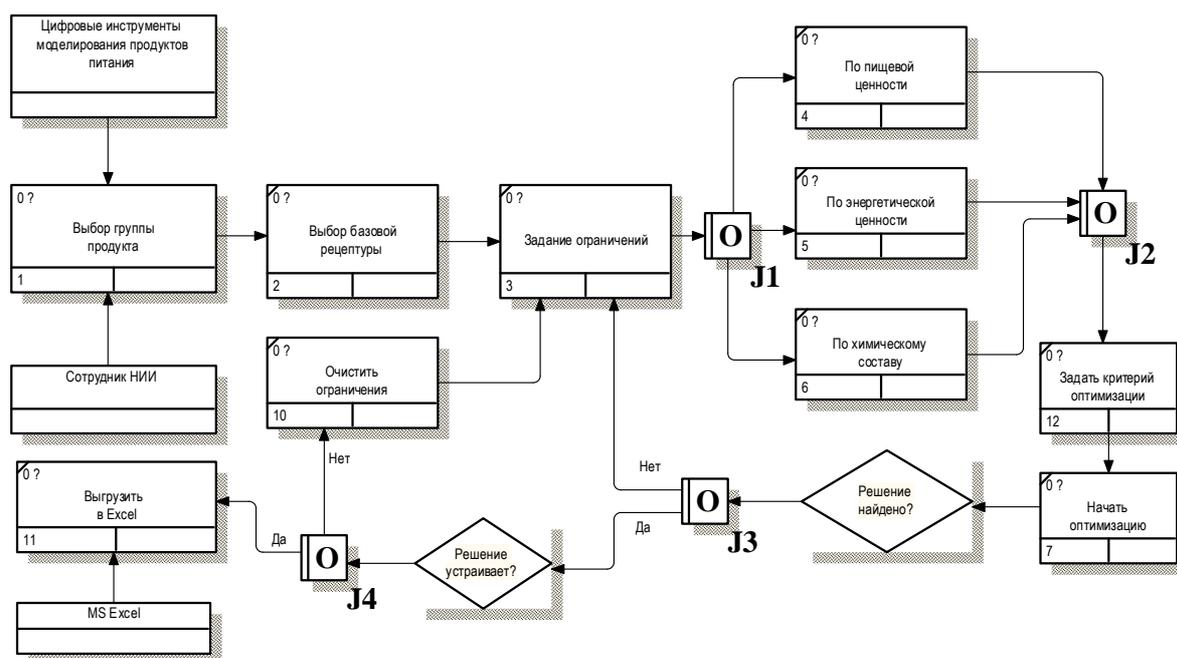


Рис. 7. Декомпозиция блока
«Оптимизация компонентного состава»
(нотация IDEF3)

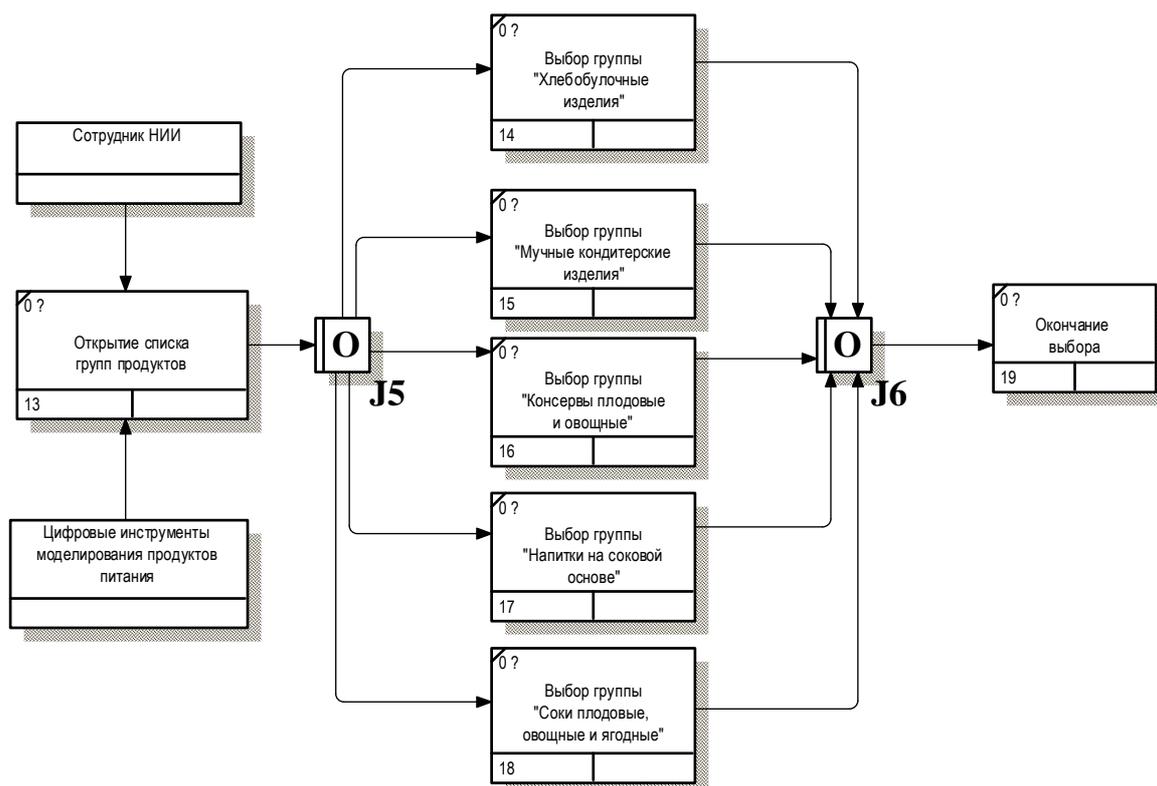


Рис. 8. Декомпозиция блока «Выбор группы продукта» (нотация IDEF3)

На рис. 3-6 приведены основные диаграммы процесса проектирования продуктов здорового питания с заданным составом, полученные в результате моделирования. Моделирование проводилось с учетом применения цифровых инструментов, реализующих все этапы, поэтому они представлены на диаграммах в качестве основного механизма. В качестве основного пользователя цифровых инструментов выступает разработчик продукта, являющийся ключевым стейкхолдером процесса.

Процесс проектирования продуктов для персонализированного питания с заданным составом состоит из трех основных функций: «Ввод нормативно справочной информации», «Расчет рецептур, БЖУ, энергетической ценности, минерального состава», «Оптимизация» (см. рис. 4).

Первые две функции обеспечивают разрабатываемые цифровые инструменты набором исходной информации, тогда как функциональный

блок «Оптимизация» является ключевым для процесса проектирования продуктов для персонализированного питания с заданным составом.

Декомпозиция функционального блока «Оптимизация» отражает функциональное разделение задачи проектирования продуктов для персонализированного питания на оптимизацию компонентного состава, оптимизацию сбалансированных рецептов и оптимизацию рецептов продуктов сложного сырьевого состава (см. рис. 6). Все эти задачи будут решаться в отдельном цифровом инструменте с дополнением для каждой из них функциональных модулей «Ввод нормативно справочной информации», «Расчет рецептов, БЖУ, энергетической ценности, минерального состава».

Решение первой задачи, связанной с оптимизацией компонентного состава, отражено на рис. 7. Представленная диаграмма выполнена в нотации IDEF3 и показывает набор взаимосвязанных действий сотрудника НИИ в процессе проектирования рецептуры продуктов здорового питания с заданным составом. Приведенный процесс является циклическим и основан на задании ограничений, характеризующих конечные свойства проектируемого продукта, например, определенное количество белков или углеводов, или содержание витаминов и так далее. При этом также задается критерий оптимизации, например, минимизация стоимости или максимизация энергетической ценности. Подобное решение задачи, говорит об универсальности методики и возможности ее применения для различных групп продуктов, что и видно из диаграммы, приведенной на рис. 8.

Аналогичным образом решается задача оптимизации сбалансированных рецептов, ориентированных на различные группы населения. Основными ограничениями при оптимизации рецептов в ходе решения этой задачи будут выступать рекомендуемые нормы потребления различных продуктов, а также рекомендуемый состав пищевой, энергетической ценности продукта и минерального состава.

Основное отличие третьей задачи является задание в качестве ограничений пропорций содержания сырья, например, содержание белка и углеводов в соотношении 3:1 или содержание витамина С и Mg в пропорции 4:3 и так далее.

Выводы. Таким образом, была разработана функционально-структурная модель, обеспечивающая целостность и цикличность технологического процесса. Планируемые к разработке цифровые инструменты проектирования продуктов для персонализированного питания (хлебобулочные изделия, напитки на соковой основе, мучные кондитерские изделия, консервы плодовые и овощные, соки плодовые, овощные и ягодные) с заданным составом будут отличаться от аналогов реализацией функционально-структурной модели процесса проектирования, наличием базы данных для хранения нормативно-справочной информации и результатов проектирования продуктов здорового питания с распределением данных по технологическому циклу, что позволит сократить время на разработку технологических проектов и повысить их точность.

Литература

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Утв. Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 года. № 20.
2. Статистика ожирения в России // Результаты научного исследования [Электронный ресурс]. URL: <https://rusind.ru/statistika-ozhireniya-v-rossii.html> (дата обращения: 05.01.2023).
3. ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. М.: Стандарт информ, 2006. 17 с.
4. Промышленное производство в 2021 году [Электронный ресурс]. URL: <https://rusind.ru/statistika-ozhireniya-v-rossii.html> (дата обращения: 05.01.2023).
5. Temple N.J. A rational definition for functional foods: A perspective // *Frontiers in Nutrition*. 2022. Vol. 9. P. 1-4.
6. Hilton J. Growth patterns and emerging opportunities in nutraceutical and functional food categories: market overview // *Developing New Functional Food and Nutraceutical Products*. 2017. P. 1-28.
7. Степычева, Н.В. Разработка функциональных продуктов питания: учебное пособие. Часть 1: Научные основы создания продуктов функционального питания. Иваново : ИГХТУ, 2012. 80 с.

8. Bultosa G. Functional Foods: Dietary Fibers, Prebiotics, Probiotics, and Synbiotics // Encyclopedia of Food Grains (Second Edition). 2016. № 2. P. 11-16.
9. Romero A.H., Barbosa M.T., Amezquita L.E., Cayuela T.G. Innovative technologies for the production of food ingredients with prebiotic potential: Modifications, applications, and validation methods // Trends in Food Science and Technology. 2020. Vol. 104. P. 117-131.
10. Pershakova T.V., Kupin G.A., Mihaylyuta L.V., Babakina M.V., Gorlov S.M., Karpenko E.N. Biotechnological Potential of the Vetom Series Preparations for the Production of Functional Food Products // Journal of Food Chemistry and Nanotechnology. 2022. Vol. 8. No 1. P. 1-5.
11. Способ производства пищевого функционального продукта: патент РФ № 2621989 С1. / Лисовой В.В., Викторова Е.П., Корнен Н.Н., Першакова Т.В., Федосеева О.В., Великанова Е.В.; заявл. 17.08.2016; опубл. 08.06.2017; Бюл. № 16. 5 с.
12. Rosenthal A., Guedes M.M., Olbrich dos Santos K.M., Deliza R. Healthy food innovation in sustainable food system 4.0: integration of entrepreneurship, research, and education // Current Opinion in Food Science. 2021. Vol. 42. P. 215-223.
13. Ferreira M.S.L., Santos M.C.P., Moro T.M.A., Basto G.J., Andrade R.M.S., Gonçalves É.C.B.A. Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour // Journal of Food Science and Technology. 2015. Vol. 52(2). P. 822-830.
14. Тягущева А.А., Купин Г.А., Першакова Т.В., Семиряжко Е.С. Производство функциональных кондитерских изделий с применением растительных пищевых добавок // Новости науки в АПК. 2021. № 2. С. 359-361.
15. Разработка технологии и рецептуры сдобных булочных изделий, обогащенных пищевыми добавками / М.А. Казиминова [и др.] // Новые технологии. 2018. № 1. С. 37-42.
16. Функциональная характеристика переработанных плодов и овощей [Электронный ресурс]. URL: <https://znaytovar.ru/new708.html> (дата обращения: 10.01.2023).
17. Магомедов М.Г. Производство плодоовощных консервов и продуктов здорового питания: учебник. Санкт-Петербург: Лань, 2015. 560 с.
18. Продукты функционального и специального назначения на основе плодоовощного сырья [Электронный ресурс]. URL: https://ozlib.com/810834/tovarovedenie/produkty_funktsionalnogo_spetsialnogo_naznacheniya_osnove_plodoovoschnogo_syrya (дата обращения: 10.01.2023).
19. Синявский Ю.А. Разработка функциональных продуктов, снижающих риск негативного влияния на организм чужеродных соединений // Вестник КазНМУ, 2014. №3(1). С. 150-152.
20. Классификация функциональных безалкогольных напитков [Электронный ресурс]. URL: <https://znaytovar.ru/new717.html> (дата обращения: 06.01.2023).
21. Sharma S., Singh A., Sharma S., Kant A., Sevda S., Taherzadeh M., Garlapati V.K. Functional foods as a formulation ingredients in beverages: technological advancements and constraints // Bioengineered. 2021. Vol. 12(2). P. 11055-11075.
22. Бабакина М.В., Першакова Т.В., Свердличенко А.В., Самойленко М.В. Обоснование выбора микроорганизмов для производства функциональных напитков из продуктов переработки плодово-ягодного сырья // Наука, питание и здоровье: Сборник научных трудов в 2 частях. Минск: Издательский дом «Беларуская навука», 2021. С. 11-17.
23. Swaroop A., Bagchi M., Moriyama H., Bagchi D. Salient Features for Designing a Functional Beverage Formulation to Boost Energy // Sustained Energy for Enhanced Human Functions and Activity, Academic Press. 2017. P. 411-419.

24. Nanasombat A., Thonglong J., Jitlakha J. Formulation and characterization of novel functional beverages with antioxidant and anti-acetylcholinesterase activities // *Functional Foods in Health and Disease*. 2015. Vol. 51(5). P. 1-16.

25. Биологически активная добавка к пище, обладающая антиоксидантными свойствами: патент РФ № 2621984 С1. / Лисовой В.В., Викторова Е.П., Першакова Т.В. [и др.]; заявл. 17.08.2016; опубл. 08.06.2017; Бюл. № 16. 4 с.

26. Лисин П.А. Практическое руководство по проектированию продуктов питания с применением Excel, MathCAD, Maple: учебное пособие для вузов – 3-е изд., испр. и доп. СПб: Лань, 2022. 260 с.

27. Ефанова Н.В., Иванова Е.А. Программная инженерия : учебник. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. 174 с.

28. Ahmed F., Robinson S., Tako A.A. Using the structured analysis and design technique (SADT) in simulation conceptual modeling // *Proceedings - Winter Simulation Conference*. 2015. Vol. 23(1). P. 1038-1049.

References

1. The Doctrine of Food Security of the Russian Federation. Approved By the Decree of the President of the Russian Federation dated January 21, 2020. № 20. ([in Russian](#))

2. Obesity statistics in Russia – the results of scientific research. Available at: <https://rusind.ru/statistika-ozhireniya-v-rossii.html> (accessed date: 05.01.2023) ([in Russian](#))

3. GOST R 52349-2005. Food products. Functional food products. Terms and definitions. Moscow: Standard inform, 2006. 17 p. ([in Russian](#))

4. Industrial production in 2021. Available at: <https://rusind.ru/statistika-ozhireniya-v-rossii.html> (accessed date: 05.01.2023). ([in Russian](#))

5. Temple N.J. A rational definition for functional foods: A perspective // *Frontiers in Nutrition*. 2022. Vol. 9. P. 1-4.

6. Hilton J. Growth patterns and emerging opportunities in nutraceutical and functional food categories: market overview // *Developing New Functional Food and Nutraceutical Products*. 2017. P. 1-28.

7. Stepicheva N.V. Development of functional food products: a textbook. Part 1: Scientific foundations of the creation of functional nutrition products. Ivanovo: IHTU, 2012. 80 p. ([in Russian](#))

8. Bultosa G. Functional Foods: Dietary Fibers, Prebiotics, Probiotics, and Synbiotics // *Encyclopedia of Food Grains (Second Edition)*. 2016. № 2. P. 11-16.

9. Romero A.H., Barbosa M.T., Amezquita L.E., Cayuela T.G. Innovative technologies for the production of food ingredients with prebiotic potential: Modifications, applications, and validation methods // *Trends in Food Science and Technology*. 2020. Vol. 104. P. 117-131.

10. Pershakova T.V., Kupin G.A., Mihaylyuta L.V., Babakina M.V., Gorlov S.M., Karpenko E.N. Biotechnological Potential of the Vetom Series Preparations for the Production of Functional Food Products // *Journal of Food Chemistry and Nanotechnology*. 2022. Vol. 8. No 1. P. 1-5.

11. Lisovoj V.V., Viktorova E.P., Kornen N.N., Pershakova T.V., Fedoseeva O.V., Velikanova E.V. Method of production of functional food product: RF Patent № 2621989 С1. declared: 17.08.2016; published: 08.06.2017; Byul. № 16. 5 p. ([in Russian](#))

12. Rosenthal A., Guedes M.M., Olbrich dos Santos K.M., Deliza R. Healthy food innovation in sustainable food system 4.0: integration of entrepreneurship, research, and education // *Current Opinion in Food Science*. 2021. Vol. 42. P. 215-223.

13. Ferreira M.S.L., Santos M.C.P., Moro T.M.A., Basto G.J., Andrade R.M.S., Gonçalves É.C.B.A. Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour // *Journal of Food Science and Technology*. 2015. Vol. 52(2). P. 822-830.

14. Tyagushcheva A.A., Kupin G.A., Pershakova T.V., Semiryazhko E.S. Production of functional confectionery products with the use of vegetable food additives // *Science news in AIC*. 2021. № 2. P. 359-361. ([in Russian](#))

15. Development of technology and recipe of sweet buns enriched with food additives / M.A. Kazimirova et al. // *New Technologies*. 2018. № 1. P. 37-42. ([in Russian](#))

16. Functional characteristics of processed fruits and vegetables. Available at: <https://znaytovar.ru/new708.html> (accessed date: 10.01.2023). ([in Russian](#))

17. Magomedov M.G. Production of canned fruits and vegetables and healthy food products: textbook. Saint-Petersburg: Lan', 2015. 560 p. ([in Russian](#))

18. Functional and special purpose products based on fruit and vegetable raw materials. Available at: https://ozlib.com/810834/tovarovedenie/produkty_funktsionalnogo_spetsialnogo_naznacheniya_osnove_plodoovoschnogo_syrya (accessed date: 10.01.2023). ([in Russian](#))

19. Sinyavsky Yu.A. Development of functional foods that reduce the risk negative impact on the body of foreign compounds // *Vestnik KazNMU*, 2014. №3(1). P. 150-152. ([in Russian](#))

20. Classification of functional soft drinks. Available at: <https://znaytovar.ru/new717.html> (accessed date: 06.01.2023). ([in Russian](#))

21. Sharma S., Singh A., Sharma S., Kant A., Sevda S., Taherzadeh M., Garlapati V.K. Functional foods as a formulation ingredients in beverages: technological advancements and constraints // *Bioengineered*. 2021. Vol. 12(2). P. 11055-11075.

22. Babakina M.V., Pershakova T.V., Sverdlichenko A.V., Samoilenko M.V. Substantiation of the choice of microorganisms for the production of functional beverages from processed fruit and berry raw materials // *Science, nutrition and health: Collection of scientific papers in 2 parts*. Minsk: Publishing House "Belarusskaya Navuka", 2021. P. 11-17. ([in Russian](#))

23. Swaroop A., Bagchi M., Moriyama H., Bagchi D. Salient Features for Designing a Functional Beverage Formulation to Boost Energy // *Sustained Energy for Enhanced Human Functions and Activity*, Academic Press. 2017. P. 411-419.

24. Nanasombat A., Thonglong J., Jitlakha J. Formulation and characterization of novel functional beverages with antioxidant and anti-acetylcholinesterase activities // *Functional Foods in Health and Disease*. 2015. Vol. 51(5). P. 1-16.

25. Lisovoj V.V., Viktorova E.P., Pershakova T.V., et al. Biologically active food additive with antioxidant properties: RF Patent № 2621984 C1. declared: 17.08.2016. published: 08.06.2017; *Byul.* № 16. 4 p. ([in Russian](#))

26. Lisin P.A. Practical guide to designing software products using Excel, MathCAD, Maple: textbook for universities – 3rd ed. Saint Petersburg: Lan', 2022. 260 p. ([in Russian](#))

27. Efanova N.V., Ivanova E.A. Software engineering: textbook. Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2022. 174 p. ([in Russian](#))

28. Ahmed F., Robinson S., Tako A.A. Using the structured analysis and design technique (SADT) in simulation conceptual modeling // *Proceedings - Winter Simulation Conference*. 2015. Vol. 23(1). P. 1038-1049.