Научные труды Дальрыбвтуза. 2026. Том 76, № 2. С. 25–35.

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Научная статья
УДК 664 **DOI: doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2026-76-03** **EDN: DQBSFE**

Применение функции желательности Харрингтона для комплексной оценки качества рецептур тонизирующих напитков

Владимир Алексеевич Голденков [1], Елизавета Вячеславовна Крюкова [2]
Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия
[1] vovagoldenkov@gmail.com, ORCID: 0009-0005-7467-1602
[2] kryukovaev@mgupp.ru, ORCID: 0000-0001-6858-3618

Аннотация. Было установлено, что разработка тонизирующих напитков со сниженным содержанием сахара относится к классу многокритериальных задач, поскольку снижение сахара должно сопровождаться сохранением органолептической приемлемости и соблюдением требований к содержанию тонизирующих компонентов (прежде всего кофеина). Показано, что применение функции желательности Харрингтона позволяет формализовать качество напитка путём приведения разнородных показателей к единой безразмерной шкале и расчёта интегрального показателя качества на основе взвешенной обобщённой желательности. Впервые предложена математическая модель комплексной оценки качества тонизирующих напитков со сниженным содержанием сахара, включающая: формализацию качества напитка через систему частных откликов; определение весовых коэффициентов показателей качества методом анализа иерархий; расчёт интегрального показателя качества как взвешенного геометрического среднего частных желательностей.

Ключевые слова: тонизирующие напитки, энергетические напитки, сниженное содержание сахара, функция желательности Харрингтона, весовые коэффициенты, АНР, интегральный показатель качества, многокритериальная оптимизация

Для цитирования: Голденков В. А., Крюкова Е. В. Применение функции желательности Харрингтона для комплексной оценки качества рецептур тонизирующих напитков // Научные труды Дальрыбвтуза. 2026. Т. 76, № 2. С. 25–35.

Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2026. Vol. 76, no. 2. P. 25–35.

FOOD SYSTEMS

Original article

Application of the Harrington desirability function for comprehensive quality assessment of tonic beverage formulations

Vladimir A. Goldenkov [1], Elizaveta V. Kryukova [2]
Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Moscow, Russia
[1] vovagoldenkov@gmail.com, ORCID: 0009-0005-7467-1602
[2] kryukovaev@mgupp.ru, ORCID: 0000-0001-6858-3618

Abstract. It was established that the development of tonic beverages with reduced sugar content belongs to the class of multicriteria problems, since sugar reduction must be accompanied by the preservation of organoleptic acceptability and compliance with requirements for the content of tonic components (primarily caffeine). It is shown that the application of the Harring-

© Голденков В. А., Крюкова Е. В., 2026

ton desirability function makes it possible to formalize beverage quality by converting heterogeneous indicators to a unified dimensionless scale and calculating an integral quality index based on weighted overall desirability. For the first time, a mathematical model for the comprehensive quality assessment of reduced-sugar tonic beverages is proposed, including: formalization of beverage quality through a system of partial responses; determination of weighting coefficients for quality indicators using the Analytic Hierarchy Process; and calculation of the integral quality index as a weighted geometric mean of partial desirabilities.

Keywords: tonic beverages, energy drinks, reduced sugar content, Harrington desirability function, weighting coefficients, AHP, integral quality index, multicriteria optimization

For citation: Goldenkov V. A., Kyukova E. V. Application of the Harrington desirability function for comprehensive quality assessment of tonic beverage formulations. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2026; 76(2):25–35. (In Russ.).

Введение

В современных условиях научно-технологическое развитие сегмента тонизирующих напитков характеризуется одновременным усилением требований к потребительским свойствам и повышенным вниманием к составу, в том числе к содержанию свободных сахаров [1, 2]. Согласно подходу ВОЗ ограничение потребления свободных сахаров рассматривается как важная мера профилактики алиментарно-зависимых нарушений. При этом целесообразным признаётся снижение доли свободных сахаров до менее 10 % энергетической ценности рациона, с предпочтительным ориентиром менее 5 % [1–3].

Выявлено, что на рынке энергетических напитков отмечается высокое содержание сахара в продуктах данной категории (выше 10 г на 100 мл), что подтверждает актуальность реформуляции [4–6]. Однако снижение сахара в напитках сопряжено с риском ухудшения баланса вкуса, ароматического профиля и общего восприятия качества, что требует применения количественных методов оптимизации, ориентированных на компромисс между несколькими целями.

Нормативная база ЕАЭС требует обеспечения безопасности и достоверной маркировки пищевой продукции [16, 17]. Для тонизирующих напитков применим ГОСТ 34975–2023 (дата введения в действие: 01.01.2027) и ГОСТ Р 52844–2007 (дата завершения срока действия: 01.01.2027), регламентирующие требования к продукции, включая нормирование кофеина и методы контроля ряда показателей [10].

Следовательно, качество рецептуры должно рассматриваться как интегральная категория, объединяющая:

- сенсорную приемлемость (органолептический профиль);
- состав (в частности, сахар);
- соответствие нормируемым уровням функциональных компонентов (кофеин и др.).

С этой целью предложено использовать функцию желательности Харрингтона как инструмент унификации разнородных показателей и построения обобщённого критерия качества.

Объекты и методы исследования

Объектом являлись опытные рецептуры безалкогольных тонизирующих напитков со сниженным содержанием сахара. Качество рецептуры (R) описывалось вектором частных показателей:

$$x(R) = x_1, x_2, \dots, x_k. \quad (1)$$

Для демонстрации методики использован набор показателей, отражающий технологическую специфику:

- S – органолептическая оценка (0–10 баллов; максимизация);
- G – содержание сахара, г/100 мл (минимизация);

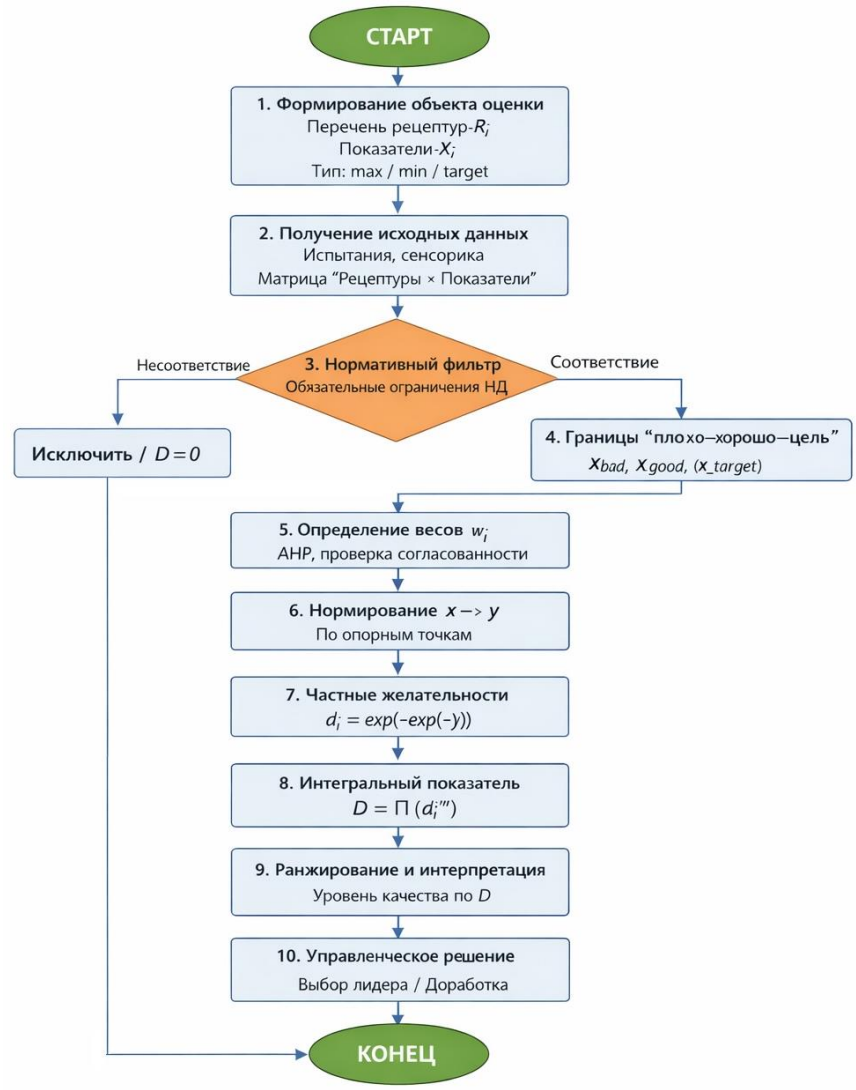
• C – содержание кофеина, мг/100 мл (целевое значение, двусторонняя желательность);

• T – содержание таурина, мг/100 мл (целевое значение, двусторонняя желательность).

Выбор кофеина как ключевого нормируемого компонента обусловлен требованиями к тонизирующим напиткам и необходимостью контроля массовой концентрации кофеина [9].

Целевые диапазоны для функциональных ингредиентов при постановке задачи могут задаваться на основе действующих требований и справочных ориентиров, используемых в отраслевой практике [9, 10].

Фактические значения показателей качества должны формироваться по результатам испытаний, выполняемых методами, предусмотренными для тонизирующих напитков (органолептические показатели, содержание кофеина, содержание сухих веществ и др.) [9, 10]. Обязательность соблюдения требований к безопасности и маркировке определяется действующими техническими регламентами [7, 8].



Блок-схема модели процесса. Составлено авторами
Flow chart of the process model. Compiled by the authors

Результаты и их обсуждение

Для профильной оценки целесообразно формировать обученную панель из 10–15 дегустаторов. Отбор, обучение и мониторинг дегустаторов выполняются по принципам, изложенным в руководствах по подготовке сенсорных оценщиков [11–13].

Критерии включения дегустаторов:

• отсутствие острых заболеваний и факторов, снижающих чувствительность (в день испытаний);

• отсутствие выраженной непереносимости компонентов напитка;

• подтверждённая способность различать базовые вкусы и различия интенсивности (по водным растворам сахарозы, лимонной кислоты и др.).

Обучение предусматривает 6–8 тренировочных сессий:

• освоение терминологии и дескрипторов профиля;

• калибровка по эталонным растворам (интенсивность сладости, кислотности, горечи) и эталонным ароматическим образцам;

• отработка воспроизводимости оценок (повторная подача контрольного образца в «слепом» формате).

Для количественной фиксации интенсивности дескрипторов целесообразно применять числовые/линейные шкалы с заданными точками (например, 0–10), что соответствует общим рекомендациям по использованию количественных шкал в сенсорном анализе [13, 14].

Чтобы интегрировать сенсорные данные в модель желательности, вводился единый органолептический показатель S (0–10 баллов). Его формирование допускает два подхода:

Подход А (обобщённое впечатление)

Дегустаторы ставят балл «общее качество/приемлемость» по шкале 0–10, далее рассчитывается среднее значение по панели. Подход широко используется на прикладных этапах НИОКР [13, 15, 16].

Подход Б (профиль + вес атрибутов)

Дегустаторы оценивают набор дескрипторов, затем рассчитываются веса атрибутов:

$$S = \sum_{j=1}^{m} \alpha_j \cdot s_j, \sum_{j=1}^{m} \alpha_j = 1, \quad (2)$$

где s_j – балл по дескриптору (сладость, кислотность, горечь, аромат, послевкусие, «тело» и др.); α_j – вес дескриптора; m – количество сенсорных дескрипторов. Выбор m и α_j фиксируется в протоколе сенсорной комиссии.

Определение показателей и подтверждение соответствия требованиям осуществлялось согласно нормативной базе для тонизирующих напитков, включая требования к кофеину и методы контроля, предусмотренные стандартом на продукцию [9, 10]. Проверка соответствия обязательным требованиям безопасности и маркировки выполнялась согласно требованиям технических регламентов [7, 8].

При выходе нормируемого показателя за пределы допустимых значений вводится правило $d_i = 0 \Rightarrow D_w = 0$, что исключает рецептуру независимо от остальных достоинств [9, 17].

Статистическая обработка проводилась для обеспечения воспроизводимости и доказательности выводов по сенсорному качеству [13, 15].

Первичная обработка:

• расчёт среднего значения $\bar{x}$, стандартного отклонения s, коэффициента вариации $CV\%$ по каждому образцу;

• контроль выбросов (рекомендуется применение формализованных критериев при достаточном объёме наблюдений).

Проверка воспроизводимости панели:

• внутридегустаторная повторяемость (SD по повторным оценкам одного дегустатора);

• междегустаторная согласованность (например, коэффициент альфа Кронбаха как диагностический показатель внутренней согласованности шкалы при профильной оценке).

Проверка различимости образцов:

• при приближённой нормальности распределений и гомогенности дисперсий: однофакторный ANOVA (фактор «рецептура») либо смешанная модель (фиксированный фактор «рецептура», случайный фактор «дегустатор»);

• при нарушении предпосылок параметрических тестов: непараметрические аналоги (например, критерий Краскела–Уоллиса).

Для определения весовых коэффициентов критериев w_i применялся метод анализа иерархий (AHP), основанный на попарных сравнениях критериев и вычислении нормированного вектора приоритетов [18, 19].

Формирование матрицы попарных сравнений. Элемент a_{ij} отражает относительную важность критерия i по сравнению с j по шкале Саати:

$$a_{ji} = 1/a_{ij}. \tag{3}$$

Расчёт вектора весов. Для практических вычислений в табличных процессорах допускается метод геометрических средних строк:

$$GM_i = \left(\prod_{j=1}^{n} a_{ij}\right)^{1/n}, w_i = \frac{GM_i}{\sum_{i=1}^{n} G\,M_i} \tag{4}$$

(приближение к главному собственному вектору матрицы).

Проверка согласованности. Рассчитывались показатели:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{(A\cdot w)_i}{w_i}, CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1}, CR = \frac{CI}{RI}, \tag{5}$$

где RI – случайный индекс Саати (для $n = 4$ обычно принимают $RI = 0{,}90$) [18]. Матрица предпочтений считается согласованной при $CR \leq 0{,}10$.

Частная желательность (d) рассчитывалась по зависимости

$$\mathrm{d} = \exp\{-\exp(-y)\}, \tag{6}$$

где $\mathrm{d} \in [0; 1]$, (y) – приведённое (кодированное) значение показателя [20, 21].

Переход от натурального показателя x к y осуществлялся линейным преобразованием

$$\mathrm{y} = a + bx, \tag{7}$$

коэффициенты a и b определялись из заданных граничных условий, сформулированных в терминах шкалы желательности [17, 20, 21].

Для практической интерпретации использована шкала, в которой значения порядка $\mathrm{d} \approx 0{,}37$ соответствуют нижней границе приемлемости, а $\mathrm{d} \approx 0{,}80$ – уровню «хорошо» [20–22].

Классический подход к обобщению частных желательностей основан на геометрическом среднем:

$$D = \left(\prod_{i=1}^{k} d_i\right)^{1/k}. \tag{8}$$

Для учёта неодинаковой значимости показателей качества применена взвешенная форма

$$D_w = \prod_{i=1}^{k} d_i^{w_i}, \sum_{i=1}^{k} w_i = 1. \tag{9}$$

Использование весов позволяет формализовать продуктовую концепцию (например, приоритет снижения сахара при сохранении сенсорной приемлемости) и повысить воспроизводимость решений по выбору рецептуры [17, 23].

Было доказано, что равнозначное агрегирование показателей может искажать итоговый выбор рецептуры при различной критичности отдельных критериев для продукта и нормативного соответствия [17, 23].

Следовательно, весовые коэффициенты должны определяться формализованно с контролем согласованности экспертных суждений [18, 19].

Для определения w_i использован метод анализа иерархий (AHP), основанный на попарных сравнениях критериев по шкале Саати и вычислении нормированного главного собственного вектора матрицы предпочтений [18]. Применимость AHP для задач, связанных с оценкой качества пищевых продуктов и сенсорными данными, подтверждается профильными исследованиями [19].

Цель – максимизация интегрального качества напитка. Критерии: S, G, C, T. На основании экспертных предпочтений (органолептика и снижение сахара – доминирующие критерии; кофеин и таурин – значимы, но при соблюдении нормативов в пределах целевых диапазонов их вклад в дифференциацию рецептур снижается) была сформирована матрица попарных сравнений

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 2 & 2 \\ 1/2 & 1/2 & 1 & 1 \\ 1/2 & 1/2 & 1 & 1 \end{pmatrix}. \quad (10)$$

Методика получения весов соответствует стандартной процедуре AHP [18, 19].

В результате вычислений получены веса: $w_S = 0{,}333$; $w_G = 0{,}333$; $w_C = 0{,}167$; $w_T = 0{,}167$. Согласованность экспертных оценок должна контролироваться коэффициентом согласованности CR, и при $CR \leq 0{,}1$ матрица предпочтений считается приемлемой [5, 6].

Граничные условия задавались в терминах качества «плохо/хорошо» и целевых уровней. Такой подход соответствует логике желательность-оптимизации для нескольких откликов [17, 23].

Принята следующая постановка:

- S – максимизация: $7{,}0 \Rightarrow d = 0{,}37$; $S = 8{,}5 \Rightarrow d = 0{,}80$;
- G – минимизация: $10{,}0 \Rightarrow d = 0{,}20$; $G = 4{,}0 \Rightarrow d = 0{,}80$. Обоснование верхней границы связано с распространённостью высокосахарных энергетических напитков в исследованиях рынка, что делает значение порядка 10 г/100 мл типичным «нежелательным» уровнем для концепции снижения сахара;
- C – целевое значение: $25 \Rightarrow d = 0{,}37$; $30 \Rightarrow d = 0{,}80$; $35 \Rightarrow d = 0{,}37$, что согласуется с практикой задания целевого диапазона функционального компонента при соблюдении требований к кофеину;
- T – целевое значение: $30 \Rightarrow d = 0{,}37$; $35 \Rightarrow d = 0{,}80$; $40 \Rightarrow d = 0{,}37$.

Преобразование выполнялось через обратную функцию

$$y = -\ln[-\ln(d)], \quad (11)$$

после чего коэффициенты a, b находились по двум (или трём для двустороннего случая) опорным точкам [17, 20].

Таблица 1

Итоговые зависимости

Table 1

Final dependencies

Показатель	Тип	Преобразование (y)
S	max	$y_S = -6{,}9671 + 0{,}9961S$
G	min	$y_G = 2{,}8172 - 0{,}3293G$
C	target	$\begin{cases} y_C = -7{,}4651 + 0{,}2988C, & C \leq 30 \\ y_C = 10{,}4650 - 0{,}2988C, & C > 30 \end{cases}$
T	target	$\begin{cases} y_T = -8{,}9593 + 0{,}02988T, & T \leq 35 \\ y_T = 11{,}9592 - 0{,}02988T, & T > 35 \end{cases}$

Рассмотрены три рецептуры со сниженным сахаром:

- R1: $(S = 8{,}2), (G = 4{,}9), (C = 30), (T = 35)$.
- R2: $(S = 8{,}0), (G = 4{,}0), (C = 32), (T = 38)$.
- R3: $(S = 7{,}5), (G = 2{,}5), (C = 28), (T = 30)$.

Таблица 2

Пример рецептуры

Table 2

An example formulation

	Рецептура R1			
№		г/л; кг/т	%	°Brix
1	Сахар	49,0000	4,9000	4,9000
2	Лимонная кислота	0,7250	0,0725	n/a
3	Сукралоза (x600)	0,1000	0,0100	n/a
4	Сорбат калия	0,2500	0,0250	n/a
5	Бензоат натрия	0,1500	0,0150	n/a
6	Кофеин	0,3000	0,0300	n/a
7	Таурин	0,3500	0,0350	n/a
8	Вода	958,7750	95,8775	n/a

Частные желательности рассчитывались по

$$d = exp\{-exp(-y)\}. \quad (12)$$

Интегральная оценка производилась по формуле

$$D_w = d_S^{0,333} \cdot d_G^{0,333} \cdot d_C^{0,167} \cdot d_T^{0,167}. \quad (13)$$

Таблица 3

Значения интегрального показателя рецептур

Table 3

Values of the integral index of formulations

Рецептура	d_S	d_G	d_C	d_T	D_w
R1	0,7402	0,7333	0,8000	0,8000	0,7573
R2	0,6927	0,8000	0,6665	0,5787	0,7008
R3	0,5465	0,8727	0,6665	0,3700	0,6187

Интерпретация итогового уровня качества выполняется по шкале желательности, значения Dw порядка 0,63–0,80 соответствуют уровню «хорошо», а 0,37–0,63 – «удовлетворительно». Следовательно, R1 и R2 относятся к уровню «хорошо», R3 – к верхней границе «удовлетворительно».

Проведённые расчёты свидетельствуют о том, что ранжирование рецептур зависит от весов w_i, т.е. от формализованной продуктовой концепции. Для задач, где доминирует требование минимизации сахара, веса могут перераспределяться в пользу G, что допустимо при повторном AHP-опросе экспертной группы.

Первичный этап – проверка обязательных ограничений безопасности и соответствия (в том числе по кофеину, методам контроля, маркировке) [7, 8].

Правило: при нарушении обязательного требования соответствующая частная желательность принимается равной нулю $d = 0$, следовательно, $Dw = 0$, и рецептура исключается из дальнейшей оптимизации.

Для практического управления разработкой предлагается использовать пороговую интерпретацию:

- $(Dw < 0{,}37)$ – рецептура отклоняется как неприемлемая;
- $(0{,}37 \leq D_w < 0{,}63)$ – требуется направленная доработка (идентификация «слабого звена» по минимальным (d_i);
- $(0{,}63 \leq D_w < 0{,}80)$ – допуск к пилотной партии/расширенным испытаниям;
- $(D_w \geq 0{,}80)$ – приоритет для внедрения при подтверждении стабильности показателей.

При доработке рекомендуется анализировать структуру (D_w): низкие значения отдельных (d_i) указывают на направление корректировок (сенсорный профиль, сахар, дозировка кофеина/таурина).

Вывод

Практическое применение предложенной модели носит комплексный характер и охватывает ключевые этапы разработки и сопровождения рецептур тонизирующих напитков. В условиях НИОКР модель обеспечивает формализованное математическое ранжирование альтернативных рецептур на основе интегрального показателя качества, что позволяет существенно сократить количество экспериментальных итераций, повысить воспроизводимость принимаемых решений и минимизировать субъективный фактор при выборе оптимального варианта. При реализации реформуляции, связанной со снижением содержания сахара, модель даёт возможность количественно оценивать компромисс между балансом компонентов и сенсорной приемлемостью продукта, что особенно актуально с учётом устойчивого присутствия на рынке энергетических напитков с высоким содержанием сахара и ужесточения требований к составу. Интеграция модели в систему производственного контроля позволяет использовать расчёт взвешенной обобщённой желательности (Dw) в качестве внутреннего интегрального показателя (KPI) качества при условии неизменности весовых коэффициентов и граничных

условий, обеспечивая сопоставимость результатов во времени. Кроме того, модель поддерживает принятие управленческих решений в части соответствия нормативным требованиям безопасности и маркировки, поскольку предусматривает реализацию «жёсткого» ограничения через правило $d = 0$ при выходе показателя за допустимые пределы, что исключает из рассмотрения рецептуры, не соответствующие обязательным регламентам.

Заключение

1. Было установлено, что задачи разработки тонизирующих напитков со сниженным содержанием сахара относятся к многокритериальным, поскольку снижение сахара должно сопровождаться сохранением органолептической приемлемости и соблюдением требований к тонизирующим компонентам.

2. Впервые предложена математическая модель комплексной оценки качества тонизирующих напитков со сниженным содержанием сахара на основе функции желательности Харрингтона, обеспечивающая перевод разнородных показателей в единую шкалу и расчёт интегрального показателя качества.

3. Доказано, что применение желательности-подхода (Harrington–Derringer–Suich) методически корректно для одновременной оптимизации нескольких откликов и позволяет получать воспроизводимый критерий качества при задании граничных условий «плохо/хорошо/целевое значение».

4. Показано, что введение весовых коэффициентов принципиально влияет на ранжирование рецептур; следовательно, веса должны определяться формализованно. Метод анализа иерархий (AHP) обеспечивает получение весов на основе экспертных предпочтений с контролем согласованности.

5. Установлено, что принятие решений по рецептурам целесообразно проводить в два этапа: (а) нормативный фильтр соответствия требованиям безопасности и маркировки; (б) ранжирование по D_w и направленная доработка по минимальным d_i.

6. Практическая значимость модели заключается в её применимости для НИОКР, реформуляции, производственного контроля и подготовки внутренней нормативно-технической документации, при условии метрологически обеспеченных измерений и стабильных правил задания граничных условий.

Список источников

1. Всемирная организация здравоохранения. WHO calls on countries to reduce sugars intake among adults and children (news release, 04.03.2015) [Электронный ресурс]. URL: https://www.who.int/news/item/04-03-2015-who-calls-on-countries-to-reduce-sugars-intake-among-adults-and-children (дата обращения : 19.01.2026).

2. Всемирная организация здравоохранения. Guideline: sugars intake for adults and children [Электронный ресурс]. Женева, 2015. URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789241549028 (дата обращения : 19.01.2026).

3. Всемирная организация здравоохранения. Use of non-sugar sweeteners: WHO guideline. Женева, 2023 [Электронный ресурс]. URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789240073616 (дата обращения : 19.01.2026).

4. Uca E., Güleç H. A. Process optimization for the extraction of phenolic compounds from pomegranate peels: response surface methodology–desirability function and artificial neural network-genetic algorithm // Akademik Gıda. 2024. Vol. 22, № 1. P. 23–33. DOI: 10.24323/akademik-gida.1460968.

5. Hashem K. M., He F. J., MacGregor G. A. Cross-sectional surveys of the amount of sugar, energy and caffeine in sugar-sweetened drinks marketed and consumed as energy drinks in the UK between 2015 and 2017: monitoring reformulation progress // BMJ Open. 2018. Vol. 8. e018136. DOI: 10.1136/bmjopen-2017-018136.

6. Lydie M. Energy drink consumption, psychological distress, and suicidality among middle and high school students // Journal of Affective Disorders. 2024. DOI: 10.1016/j.jad.2020.03.004.

7. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции. Принят Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880.

8. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011. Пищевая продукция в части её маркировки. Принят Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 881.

9. ГОСТ 34975–2023. Напитки безалкогольные тонизирующие. Общие технические условия. Введ. 2023-01-01. М. : Стандартинформ, 2023.

10. ГОСТ Р 52844—2007. Напитки безалкогольные тонизирующие. Общие технические условия. Введ. 2008-01-01. М. : Стандартинформ, 2007.

11. ISO 8586:2012. Sensory analysis – General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors. Geneva : ISO, 2012.

12. ISO 13299:2016. Sensory analysis – Methodology – General guidance for establishing a sensory profile. Geneva : ISO, 2016.

13. Lawless H. T., Heymann H. Sensory evaluation of food: principles and practices. 2nd ed. New York : Springer, 2010. DOI: 10.1007/978-1-4419-6488-5.

14. ISO 4121:2003. Sensory analysis – Guidelines for the use of quantitative response scales. Geneva : ISO, 2003.

15. Meilgaard M., Civille G. V., Carr B. T. Sensory evaluation techniques. 5th ed. Boca Raton: CRC Press, 2015. DOI: 10.1201/b19493.

16. ISO 8589:2007. Sensory analysis – General guidance for the design of test rooms. Geneva: ISO, 2007.

17. NIST/SEMATECH. e-Handbook of Statistical Methods. Multiple responses: The desirability approach [Электронный ресурс]. URL: https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pri/section5/pri5322.htm (дата обращения : 19.01.2026).

18. Saaty T. L. The analytic hierarchy process – what it is and how it is used // Mathematical Modelling. 1987. Vol. 9, № 3–5. P. 161–176. DOI: 10.1016/0270-0255(87)90473.

19. Fogliatto F. S., Albin S. An AHP-based procedure for sensory data collection and analysis in quality and reliability applications // Food Quality and Preference. 2003. Vol. 14. P. 375–385. DOI: 10.1016/S0950-3293(03)00006-5.

20. Harrington E. C. The desirability function // Industrial Quality Control. 1965. Vol. 21. P. 494–498.

21. Королёва С. В. Практические аспекты использования функции желательности в медико-биологическом эксперименте // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 6.

22. Доровских В. В. и др. Сравнение объектов исследования при помощи обобщённой функции желательности Харрингтона // Наука в Центральной России. 2020. № 3(45). С. 79–85.

23. Derringer G., Suich R. Simultaneous optimization of several response variables // Journal of Quality Technology. 1980. Vol. 12, № 4. P. 214–219. DOI: 10.1080/00224065.1980.11980968.

Сведения об авторах

В. А. Голденков – аспирант «4.3.3 Пищевые системы», SPIN-код: 6697-3268, AuthorID: 1252638.

Е. В. Крюкова – доктор технических наук, профессор кафедры «Пищевая безопасность», SPIN-код: 4208-7580, AuthorID: 357878.

Information about the authors

V. A. Goldenkov – Postgraduate student of 4.3.3 Food Systems, SPIN-code: 6697-3268, AuthorID: 1252638.

E. V. Kryukova – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Food Safety, SPIN-code: 4208-7580, AuthorID: 357878.

Статья поступила в редакцию 18.05.2026; одобрена после рецензирования 28.05.2026; принята к публикации 28.05.2026.

The article was submitted 18.05.2026; approved after reviewing 28.05.2026; accepted for publication 28.05.2026.

© Голденков В. А., Крюкова Е. В., 2026.

«Применение функции желательности Харрингтона для комплексной оценки качества рецептур тонизирующих напитков» [Голденков В. А., Крюкова Е. В.] распространяется под лицензией Creative Commons Attribution (CC BY 4.0).