

Вестник Череповецкого государственного университета. 2025. № 5 (128). С. 70–82.
Cherepovets State University Bulletin, 2025, no. 5 (128), pp. 70–82.

Научная статья

УДК 004.89:678.4

<https://doi.org/10.23859/1994-0637-2025-5-128-6>

<https://elibrary.ru/bmtlts>

Интеграция синонимических систем в информационные системы управления рецептами резинотехнических материалов

Александр Александрович Рыбанов^{1✉}, Виктор Федорович Каблов²,
Мария Александровна Маслова³

^{1,2,3}Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградский государственный технический университет,
Волжский, Россия

^{1✉}rybanoff@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8638-9998>

²vkablov5@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3845-3972>

³vit@post.volpi.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2970-6109>

Аннотация. В статье рассматривается проблема разработки информационной системы управления рецептурами эластомерных материалов с использованием тезаурусного подхода. Актуальность исследования обусловлена необходимостью преодоления терминологической неоднозначности при работе с многокомпонентными рецептурами в резинотехнической промышленности. В работе предложена формальная модель тезауруса, основанная на множественно-графовом представлении ингредиентов, их синонимических связей и категориальной принадлежности. Методология проведения работы включает: формализацию отношений эквивалентности и иерархии между терминами; алгоритмы нормализации наименований; механизмы интеграции канонических названий. В процессе исследования разработана архитектура программного комплекса с модулями управления справочниками, контроля качества данных и интеллектуального поиска; предложен алгоритм обработки синонимии. Практическая значимость работы заключается в автоматизации процессов верификации рецептур, обеспечении семантической согласованности данных, оптимизации управления знаниями в производстве. Область применения представленных решений: промышленная разработка новых составов, научные исследования в области материаловедения, цифровая трансформация предприятий резинотехнических изделий (РТИ). Предложенная архитектура и тезаурусный подход создают основу для внедрения методов машинного обучения в разработку материалов.

Ключевые слова: рецептуры резиновых смесей, тезаурус, терминологическая стандартизация, химические идентификаторы, информационная система

Для цитирования: Рыбанов А. А., Каблов В. Ф., Маслова М. А. Интеграция синонимических систем в информационные системы управления рецептами резинотехнических материалов // Вестник Череповецкого государственного университета. 2025. № 5 (128). С. 70–82. <https://doi.org/10.23859/1994-0637-2025-5-128-6>; EDN: BMTLTS

Integration of synonym systems into information management systems for rubber compound formulations

Alexander A. Rybanov^{1✉}, Viktor F. Kablov², Maria A. Maslova³

^{1,2,3}Volzhsky Polytechnic Institute (Branch) of
Volgograd State Technical University,
Volzhsky, Russia

^{1✉}rybanoff@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8638-9998>

²vkablov5@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3845-3972>

³vit@post.volpi.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2970-6109>

Abstract. The article addresses the issue of developing an information system for managing the formulations of elastomeric materials using a thesaurus-based approach. The relevance of the research is determined by the need to overcome terminological ambiguity when working with multi-component formulations in the rubber industry. The work proposes a formal model of a thesaurus based on a multi-graph representation of ingredients, their synonymous relationships, and categorical affiliations. The methodology of the study includes: formalizing the relationships of equivalence and hierarchy between terms; normalization algorithms for names; and mechanisms for integrating canonical names. As a result of the work, the architecture for the software complex has been developed, featuring modules for managing reference databases, data quality control, and intelligent search; an algorithm for processing synonymy has also been proposed. The practical significance lies in the automation of formulation verification processes, ensuring semantic consistency of data, and optimizing knowledge management in production. The area of application for the presented solutions includes industrial development of new compositions, scientific research in materials science, and digital transformation of rubber and technical enterprises. The proposed architecture and thesaurus-based approach create a foundation for the implementation of machine learning methods in materials development.

Keywords: rubber mixture formulations, thesaurus, terminological standardization, chemical identifiers, information system

For citation: Rybanov A. A., Kablov V. F., Maslova M. A. Integration of synonym systems into information management systems for rubber compound formulations. *Cherepovets State University Bulletin*, 2025, no. 5 (128), pp. 70–82. (In Russ.) <https://doi.org/10.23859/1994-0637-2025-5-128-6>; EDN: BMTLTS

Введение

Современные достижения в области резинотехнических материалов кардинально преобразуют методологию разработки и управления рецептурными составами. Фундаментальным компонентом данного процесса выступает специализированная база данных¹, обеспечивающая систематизированное хранение информации о рецептурах

¹ Каблов В. Ф., Рыбанов А. А., Кейбал Н. А. База данных по рецептурам, свойствам и группам резиновых смесей : свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2024622270 : зарегистрировано 24.05.2024 г.; правообладатель ФГБОУ ВО ВолГТУ, 2024. EDN: ILACLM

резиновых смесей¹, их компонентах и характеристиках. Оптимизированная организация данных позволяет реализовать процессы автоматизации, что существенно повышает эффективность и качество разработки новых материалов.

Для минимизации ошибок в рецептурных составах и обеспечения цифровизации производственных процессов² в резиновой промышленности применяются следующие стандартизированные химические идентификаторы³: CAS-номер, EC-номер, UN-номер, INCI, химические формулы и SMILES-нотации. Однако применение данных идентификаторов в рецептурах резиновых смесей сопряжено с рядом существенных ограничений:

- 1) ограниченная применимость для сложных и многокомпонентных материалов;
- 2) отсутствие идентификаторов для модифицированных и коммерческих продуктов;
- 3) трудности с актуализацией и доступностью данных;
- 4) избыточная сложность для практического применения;
- 5) ограничения в нормативных документах;
- 6) проблемы интеграции в программное обеспечение и цифровые системы.

Проведенный анализ демонстрирует, что химические идентификаторы, несмотря на их значимость, не являются универсальным решением. В связи с этим особую актуальность приобретает задача интеграции системы синонимических соответствий компонентов в базу данных рецептур резиновых смесей⁴. Внедрение такой системы представляет собой критически важный элемент современных производственных и научно-исследовательских процессов, что обусловлено следующими факторами:

1. Устранение терминологической неоднозначности, возникающей вследствие использования различных наименований для одного компонента (например: оксид цинка, ZnO, цинковые белила). Отсутствие системы синонимов существенно снижает эффективность поиска и анализа данных.

2. Оптимизация работы с рецептурными составами: ускорение процесса разработки смесей за счет возможности использования специалистами привычных терми-

¹ Каблов В. Ф., Рыбанов А. А., Кейбал Н. А. Автоматизированный банк данных нового поколения рецептур и свойств резин – «Раббер С» // Каучук и резина. 2024. Т. 83, № 3. С. 168–173. <https://doi.org/10.47664/0022-9466-2024-83-3-168-173>; EDN: SORVFN

² Wohlgenuth G., Haldiya P. K., Kind T., Fiehn O., Willighagen E. The Chemical Translation Service-a web-based tool to improve standardization of metabolomic reports // Bioinformatics. 2010. Vol. 26, no. 20. P. 2647–2648. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btq476>; EDN: OABMST

³ Саркисов П. Д., Егоров А. Ф., Савицкая Т. В., Бачкала О. В., Кузьмина Ю. А. Системный анализ безопасного обращения химической продукции: методы и подходы к прогнозированию и классификации опасностей // Теоретические основы химической технологии. 2013. Т. 47, № 1. С. 26. <https://doi.org/10.7868/s0040357113010144>; EDN: PNQZVJ

⁴ Каблов В. Ф., Рыбанов А. А., Кейбал Н. А., Маслова М. А., Крюкова Д. А. Повышение качества данных посредством синонимического подхода к формированию тезаурусного словаря ингредиентов и свойств резиновых смесей // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов. 2024. № 12 (295). С. 159–163. DOI: 10.35211/1990-5297-2024-12-295-159-163; EDN: BNILILZ

нологических вариантов; минимизация ошибок, связанных с дублированием компонентов под различными наименованиями.

3. Реализация гибкого поискового механизма¹ в базе данных, обеспечивающего корректную интерпретацию всех вариантов наименований компонентов.

4. Обеспечение совместимости с историческими данными и legacy-рецептурами посредством установления соответствий между устаревшими и современными терминологическими стандартами.

5. Повышение качества аналитических процедур и эффективности машинного обучения за счет создания унифицированной системы взаимосвязей между различными вариантами наименований компонентов.

Решение задачи интеграции системы синонимических соответствий ингредиентов в базу данных рецептов резиновых смесей позволит существенно повысить точность, эффективность и надежность процессов разработки и производства резинотехнических материалов, соответствующих современным требованиям промышленности и научного сообщества.

Основная часть

В ситуации постоянного роста конкуренции и изменений на рынке наличие быстрого доступа к технологической информации о рецептурах, свойствах и ингредиентах становится необходимым условием для успешной деятельности научных и исследовательских организаций, университетских лабораторий и промышленных исследовательских центров.

Создание программы для информационной поддержки поиска по составу и свойствам рецептов эластомерных материалов² является актуальным шагом в направлении повышения эффективности разработки резиновых смесей. На рис. 1 представлена архитектура программы для информационной поддержки поиска по составу и свойствам рецептов эластомерных материалов. Архитектура программы реализована по модульному принципу, где каждый специализированный модуль выполняет строго определенные функции в рамках управления данными о рецептурных композициях.

¹ Лукашевич Н. В. Тезаурусы в задачах информационного поиска. Москва: Издательство Московского университета, 2011. 512 с. EDN: RBBMVR

² Каблов В. Ф., Рыбанов А. А., Маслова М. А., Кейбал Н. А. Программный модуль управления качеством данных по ингредиентам и свойствам резиновых смесей : свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2024684265 : зарегистрировано 16.10.2024 г. ; правообладатель ФГБОУ ВО ВолгГТУ. 2024. EDN: ZPGUSS

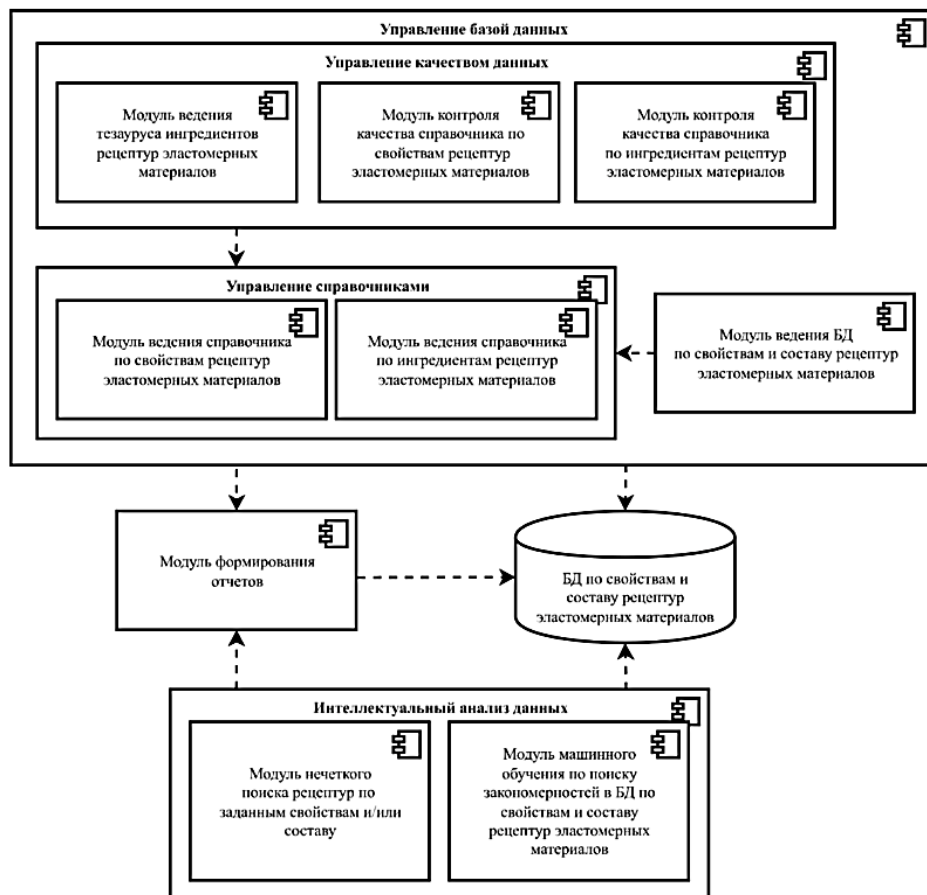


Рис. 1. Архитектура программы для информационной поддержки поиска по составу и свойствам рецептур эластомерных материалов

Фундаментальную основу комплекса составляют модули управления справочной информацией. Модуль управления справочником свойств рецептур обеспечивает доступ к физико-химическим и эксплуатационным характеристикам композиций. Модуль управления справочником ингредиентов предоставляет информацию о компонентном составе резиновых смесей. Обеспечение целостности и достоверности указанных справочных данных осуществляется специализированными модулями контроля качества: модуль контроля качества справочника ингредиентов выполняет функции мониторинга и верификации данных о компонентах; модуль контроля качества справочника свойств рецептур реализует процедуры валидации и актуализации характеристик материалов. Дополнительно модуль тезауруса ингредиентов обеспечивает систематизацию терминологии и классификационных схем компонентов, формируя структурированную онтологическую модель.

Для обеспечения эффективного информационного поиска в системе интегрирован модуль нечеткого поиска рецептов. Данный модуль реализует алгоритмы, толерантные к неполноте и неточности входных параметров (заданных свойств и/или состава). Функциональность модуля обусловлена необходимостью работы в условиях варибельности требований к материалам, определяемых спецификой применения и динамикой технологических регламентов. Генерация структурированной отчетной документации, детализирующей состав и свойства рецептов, обеспечивается соответствующим модулем формирования отчетов.

Ключевой системный компонент – модуль интеллектуального анализа данных – применяет методы машинного обучения для выявления статистически значимых закономерностей и латентных взаимосвязей в массивах накопленных данных. Результаты анализа предоставляют возможность оптимизации существующих рецептурных профилей и прогнозирования направлений модификации композиционных решений для достижения требуемых показателей свойств эластомерных материалов.

Процесс интеграции синонимических систем в информационные системы управления рецептами резинотехнических материалов рассмотрим на примере данной программы.

Модель тезауруса ингредиентов рецептов резиновых смесей

Структурированное представление ингредиентов, их синонимов и категорий может способствовать более эффективной разработке рецептов резиновых смесей. Для построения модели введём следующие множества и структуры:

1. Множество всех возможных ингредиентов резиновых смесей: $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$, где i_k – уникальный идентификатор ингредиента.

2. Для каждого ингредиента i_k определим множество его синонимов (альтернативных названий): $S(i_k) = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}$, где s_k – строковое название-синоним.

3. Множество категорий, к которым могут относиться ингредиенты (например, «каучуки», «наполнители», «пластификаторы»): $C(i_k) = \{c_1, c_2, \dots, c_p\}$, где каждый ингредиент i_k принадлежит одной или нескольким категориям $C(i_k) \subseteq C$.

4. Химические идентификаторы: $H(i_k) = \{h_1, h_2, \dots, h_q\}$, где h_j – уникальный химический идентификатор. Для некоторых ингредиентов можно указать химические идентификаторы (например, CAS-номер, химическую формулу).

Определим бинарные отношения на множестве ингредиентов I :

Отношение эквивалентности (синонимии): $i_k \sim i_l$, если $S(i_k) \cap S(i_l) \neq \emptyset$ (имеют общий синоним). Это отношение рефлексивно, симметрично и транзитивно, поэтому разбивает множество I на классы эквивалентности (группы синонимов).

Иерархические отношения (подкатегории): например, «технический углерод» является подкатегорией «наполнителей». Можно задать отношение частичного порядка $\leq$, где $i_k \leq i_l$ означает, что i_k является более узким понятием, чем i_l .

Формальное описание тезауруса ингредиентов резиновых смесей можно представить как ориентированный граф $G = (I, E)$, где I – вершины (ингредиенты); E – ребра, отражающие отношения:

– $(i_k, i_l) \in E$, если $i_k \sim i_l$ (синонимия);

– $(i_k, i_l) \in E$, если $i_k \leq i_l$ (иерархия).

Каноническое название ингредиента представляет собой нормативно закреплённую лексическую единицу, выполняющую функцию универсального идентификатора в систематизированных терминологических базах данных (см. таблицу).

Таблица

Примеры канонических названий и их синонимов

Каноническое название	Синонимы
Натуральный каучук	NR, натуральный каучук, изопреновый каучук, Hevea brasiliensis
Технический углерод	Сажа, углеродная сажа, техуглерод, Carbon Black N330
Оксид цинка	Цинковые белила, ZnO, оксид цинка (активированный)
Сера	Серный цвет, элементарная сера, S, порошковая сера
Стеариновая кислота	Октадекановая кислота, C18:0, E570

Ниже приведены функции для работы с тезаурусом ингредиентов резиновых смесей:

1. Поиск по названию возвращает ингредиенты, для которых ингредиент s является синонимом:

$$\text{find}(s) = \{i_k \in I | s \in S(i_k)\}.$$

Данная функция обеспечивает полноту поиска за счёт учёта всех вариантов обозначений.

2. Поиск по категории возвращает ингредиенты из категории c :

$$\text{filter}(c) = \{i_k \in I | c \in C(i_k)\}.$$

Данная функция поддерживает иерархическую организацию категорий и позволяет осуществлять фильтрацию по нескольким категориям одновременно.

3. Нормализация названия возвращает ингредиент, выбранный в качестве канонического:

$$\text{normalize}(s) = i_k, \text{ где } s \in S(i_k).$$

Данная функция обеспечивает однозначное соответствие между произвольным названием и каноническим обозначением, а также реализует принцип единства идентификации в системе.

Предложенная система функций образует ядро информационно-поисковой системы, удовлетворяющей следующим требованиям:

- полнота охвата терминологического пространства ингредиентов;
- однозначность идентификации ингредиентов;

- поддержка многоаспектного поиска рецептур резиновых смесей по ингредиентам;
- соответствие принципам онтологического моделирования.

Модуль ведения тезауруса ингредиентов рецептур эластомерных материалов

Модуль ведения тезауруса ингредиентов рецептур эластомерных материалов представляет собой высокоэффективный инструмент, предназначенный для унификации и стандартизации информации об ингредиентах, используемых в производстве эластомерных материалов. Основная цель этого модуля заключается в автоматизации процессов приведения ингредиентов к единому лексическому виду, что существенно повышает качество и точность управления информацией о рецептурах резиновых смесей.

Основные функции модуля:

1. Стандартизация ингредиентов, включающая их приведение к единой лексической форме. Данный процесс предполагает классификацию ингредиентов согласно предустановленной системе категорий и подкатегорий. Эта процедура приобретает особую значимость при обработке больших массивов данных, где идентичные ингредиенты могут фигурировать под различными наименованиями в зависимости от источника. Унификация номенклатуры способствует минимизации ошибок и повышению надежности базы данных.
2. Автоматическая группировка ингредиентов по их функциональным характеристикам и свойствам. Система использует алгоритмы кластеризации, которые позволяют идентифицировать и объединять ингредиенты, обладающие схожими физико-химическими свойствами или функциональными назначениями. Это упрощает процесс поиска и выбора ингредиентов для формирования рецептур, а также способствует более эффективному анализу их взаимодействия.

В рамках модуля ведения тезауруса ингредиентов рецептур эластомерных материалов разработан алгоритм интеграции канонического наименования ингредиента в базу данных. Ниже представлен псевдокод алгоритма интеграции канонического наименования ингредиента в базу данных.

Алгоритм 1. Алгоритм интеграции канонического наименования ингредиента i_{norm} в базу данных

Вход: i_{norm} – ингредиент, выбранный в качестве канонического; $S(i_{norm})$ – список названий-синонимов для заданного канонического ингредиента; $R = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$ – множество рецептов, где $R_l = \{i_1, i_2, \dots, i_{n_l}\} \in R$.

Выход: интеграция канонического наименования ингредиента s_{norm} в базу данных рецептур резиновых смесей

- 1: for each R_l where $1 \leq l \leq n$ do
 - 2: for each $i_k \in R_l$ where $1 \leq k \leq n_l$ do
 - 3: if $S(i_k) \cap S(i_{norm}) \neq \emptyset$ then
 - 4: $S(i_k) = S(i_k) \cup S(i_{norm})$
-

Устранение терминологической вариативности ингредиентов является приоритетной задачей, обусловленной необходимостью минимизации семантического шума в исходных данных. Различные лексические обозначения одного химического компонента интерпретируются алгоритмами машинного обучения как дискретные сущности, что приводит к некорректному выявлению паттернов и значительному снижению точности прогностических моделей. Предложенный алгоритм нормализации номенклатуры, основанный на интегрированном тезаурусе, обеспечивает консолидацию терминологических вариаций в единый канонический идентификатор, тем самым повышая консистентность данных и пригодность наборов для эффективного обучения моделей.

Обсуждение результатов

В качестве исходных данных в исследовании применялась база данных промышленных рецептов резиновых смесей. База включает информацию о составе, ингредиентах и свойствах резиновых смесей (с учетом технических синонимов), содержащая в общей сложности 5065 уникальных рецептов. Анализ иерархического распределения видов каучука в рецептурах резиновых смесей БД, представленный на рис. 2, показывает, что хлоропреновый каучук лидирует с 1153 рецептурами, за ним следует натуральный каучук с 888 рецептурами. Это свидетельствует об их универсальности и широком применении в различных отраслях. В то же время, такие виды как бутиловый и стирол-бутадиеновый каучук, имеют значительно меньше рецептов, что может указывать на узкую область применения.

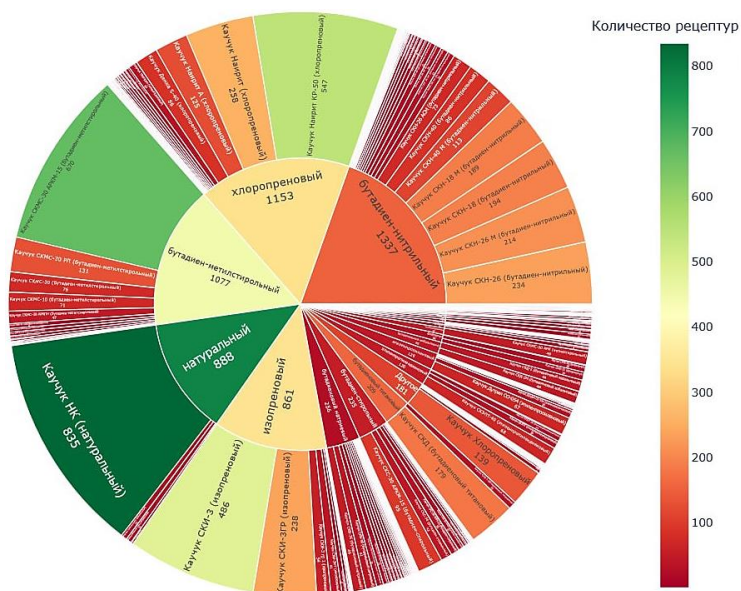


Рис. 2. Иерархическое распределение видов каучука в базе данных

Интеграция модели тезауруса ингредиентов рецептур резиновых смесей в базу данных реализована посредством создания взаимосвязанных сущностей, обеспечивающих структурированное хранение и управление информацией об ингредиентах и их классификации (рис. 3).

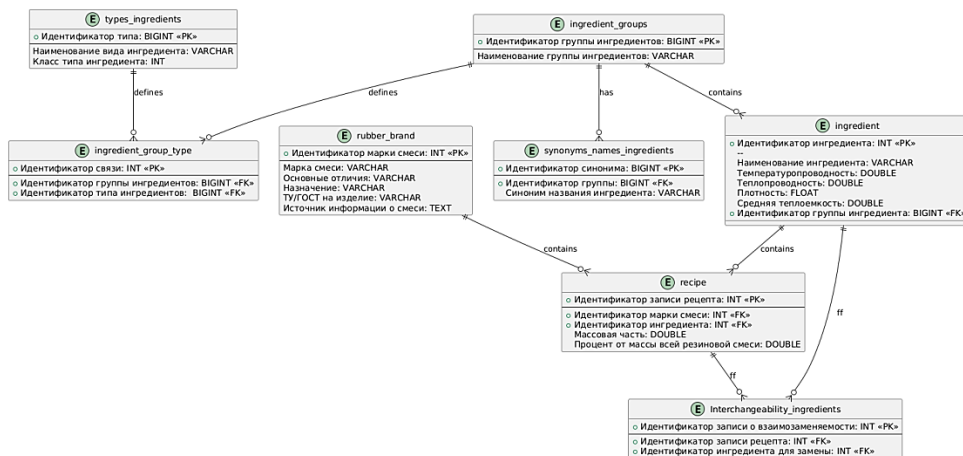


Рис. 3. Фрагмент логической схемы БД с исходными данными по составу рецептов резиновых смесей

Основой базы данных служат таблицы типов ингредиентов (typesIngredients) и групп ингредиентов (ingredientGroups), которые определяют иерархическую структуру классификации компонентов. Связь между типами и группами ингредиентов реализована через таблицу ingredientGroupType, обеспечивая гибкую категоризацию. Для поддержки синонимичности и унификации наименований ингредиентов используется таблица synonymsNamesIngredients. Она позволяет учитывать различные варианты наименований одного и того же компонента. Основная информация об ингредиентах, включая физико-химические характеристики, хранится в таблице ingredient, которая связана с группами ингредиентов. Рецептурные данные представлены в таблице recipe, где фиксируется принадлежность ингредиентов к конкретным маркам резиновых смесей (rubberBrand) и их массовые доли в составе. Для учета взаимозаменяемости компонентов предусмотрена таблица interchangeabilityIngredients, позволяющая фиксировать альтернативные ингредиенты в рамках одной рецептуры. Такая архитектура базы данных обеспечивает комплексное управление технологической информацией, повышая точность, гибкость и удобство поиска. Это способствует оптимизации разработки и производства резиновых смесей, а также применению методов машинного обучения.

Заключение

Разработанная в исследовании формальная модель тезауруса, реализующая множественно-графовый подход к представлению ингредиентов, их синонимических

отношений и категориальной принадлежности, обеспечивает решение ключевых задач цифровизации резинотехнического производства. Предложенный подход направлен на автоматизацию процессов верификации рецептур, обеспечение семантической согласованности данных, оптимизацию управления знаниями в производстве.

Программный модуль ведения тезауруса ингредиентов рецептур эластомерных материалов повышает качество данных о резиновых смесях с помощью синонимического подхода. Формирование тезаурусного словаря ингредиентов резиновых смесей основано на установлении семантических связей между терминами. Посредством учета данных связей достигается расширение и структурирование информационного наполнения базы данных. Повышение качества и достоверности информации способствует проведению анализа и моделирования свойств эластомерных материалов. Применение разработанного программного модуля позволяет повысить эффективность прогнозирования характеристик эластомерных материалов и оптимизировать их рецептурный состав. Полученные результаты могут служить основой для теоретических и экспериментальных исследований, направленных на разработку и совершенствование резиновых смесей.

Областью применения представленных решений являются: промышленная разработка новых составов, научные исследования в области материаловедения, цифровая трансформация предприятий РТИ.

Предложенная архитектура программы для информационной поддержки поиска по составу и свойствам рецептур эластомерных материалов и тезаурусный подход создают основу для внедрения методов машинного обучения в разработку материалов.

Список литературы / References

Каблов В. Ф., Рыбанов А. А., Кейбал Н. А. Автоматизированный банк данных нового поколения рецептур и свойств резин – «Раббер С». *Каучук и резина*, 2024, т. 83, № 3, с. 168–173. <https://doi.org/10.47664/0022-9466-2024-83-3-168-173>; EDN: SORVFN

Kablov V. F., Rybanov A. A., Keibal N. A. Automated data bank of a new generation of rubber formulations and properties – "rubber S". *International Polymer Science and Technology*, 2024, vol. 83, no. 3, pp. 168–173. (In Russ.) <https://doi.org/10.47664/0022-9466-2024-83-3-168-173>; EDN: SORVFN

Каблов В. Ф., Рыбанов А. А., Кейбал Н. А. База данных по рецептурам, свойствам и группам резиновых смесей : свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2024622270 : зарегистрировано 24.05.2024 г.; правообладатель *ФГБОУ ВО ВолгГТУ*. 2024. EDN: ILACLM

Kablov V. F., Rybanov A. A., Keibal N. A. *Database on formulations, properties, and groups of rubber compounds*: Certificate of state registration of computer program No. 2024622270 : registered 24.05.2024; rights holder Volgograd State Technical University (VolgSTU). 2024. (In Russ.) EDN: ILACLM

Каблов В. Ф., Рыбанов А. А., Кейбал Н. А., Маслова М. А., Крюкова Д. А. Повышение качества данных посредством синонимического подхода к формированию тезаурусного словаря ингредиентов и свойств резиновых смесей. *Известия Волгоградского государственного тех-*

нического университета. Серия: Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов, 2024, № 12 (295), с. 159–163. DOI: 10.35211/1990-5297-2024-12-295-159-163; EDN: BNLILZ

Kablov V. F., Rybanov A. A., Keibal N. A., Maslova M. A., Kriukova D. A. Improving data quality through a synonymic approach to developing a thesaurus dictionary of rubber compound ingredients and properties. *Izvestia Volgograd State Technical University. Series: Chemistry and Technology of Organelement Monomers and Polymeric Materials*, 2024, no. 12 (295), pp. 159–163. (In Russ.) DOI: 10.35211/1990-5297-2024-12-295-159-163; EDN: BNLILZ

Каблов В. Ф., Рыбанов А. А., Маслова М. А., Кейбал Н. А. *Программный модуль управления качеством данных по ингредиентам и свойствам резиновых смесей* : свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2024684265 : зарегистрировано 16.10.2024 г. ; правообладатель ФГБОУ ВО ВолгГТУ. 2024. EDN: ZPGUSS

Kablov V. F., Rybanov A. A., Maslova M. A., Keibal N. A. *Software module for quality management of data on ingredients and properties of rubber compounds*: Certificate of state registration of computer program No. 2024684265 : registered 16.10.2024; rights holder Volgograd State Technical University (VolgSTU). 2024. (In Russ.) EDN: ZPGUSS

Лукашевич Н. В. *Тезаурусы в задачах информационного поиска*. Москва: Издательство Московского университета, 2011. 512 с. EDN: RBBMVR

Lukasevich N. V. *Thesauri in information retrieval tasks*. Moscow: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 2011. 512 p. (In Russ.) EDN: RBBMVR

Саркисов П. Д., Егоров А. Ф., Савицкая Т. В., Бачкала О. В., Кузьмина Ю. А. Системный анализ безопасного обращения химической продукции: методы и подходы к прогнозированию и классификации опасностей. *Теоретические основы химической технологии*, 2013, т. 47, № 1, с. 22–30. <https://doi.org/10.7868/s0040357113010144>; EDN: PNQZVJ

Sarkisov P. D., Egorov A. F., Savitskaia T. V., Bachkala O. V., Kuz'mina Yu. A. System analysis of safe chemical handling: methods and approaches to predicting and classifying chemical hazards. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, 2013, vol. 47, no. 1, pp. 22–30. (In Russ.) <https://doi.org/10.7868/s0040357113010144>; EDN: PNQZVJ

Wohlgemuth G., Haldiya P.K., Kind T., Fiehn O., Willighagen E. The chemical translation service-a web-based tool to improve standardization of metabolomic reports. *Bioinformatics*, 2010, vol. 26, no. 20, pp. 2647–2648. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btq476>; EDN: OABMST

Сведения об авторах

Александр Александрович Рыбанов – кандидат технических наук, доцент; <https://orcid.org/0000-0002-8638-9998>, rybanoff@yandex.ru, Волжский политехнический институт (филиал), Волгоградский государственный технический университет (д 72, пр-т. Ленина, 404111 Волжский, Россия); **Alexander A. Rybanov** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; <https://orcid.org/0000-0002-8638-9998>, rybanoff@yandex.ru, Volzhsky Polytechnic Institute (branch) of Volgograd State Technical University (72 Lenin pr., 404111 Volzhsky, Russia).

Виктор Федорович Каблов – доктор технических наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0003-3845-3972>, vkablov5@gmail.com, Волжский политехнический институт (филиал, Волгоградский государственный технический университет (д 72, пр-т. Ленина, 404111 Волжский,

Россия); **Viktor F. Kablov** – Doctor of Technical Sciences, Professor; <https://orcid.org/0000-0003-3845-3972>, vkablov5@gmail.com, Volzhsky Polytechnic Institute (branch) of Volgograd State Technical University (72 Lenina pr., 404111 Volzhsky, Russia).

Мария Александровна Маслова – старший преподаватель, <https://orcid.org/0000-0002-2970-6109>, vita@post.volpi.ru, Волжский политехнический институт (филиал), Волгоградский государственный технический университет (д. 72, пр-т. Ленина, 404111 Волжский, Россия); **Maria A. Maslova** – Senior Lecturer; <https://orcid.org/0000-0002-2970-6109>, vita@post.volpi.ru, Volzhsky Polytechnic Institute (branch) of Volgograd State Technical University (72 Lenina pr., 404111 Volzhsky, Russia).

Заявленный вклад авторов: авторы сделали разный вклад в подготовку публикации, что отражено в последовательности персоналий авторского коллектива. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors made different contributions to the preparation of the publication, which is reflected in the sequence of personalities of the author's team. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 22.06.2025; одобрена после рецензирования 29.07.2025; принята к публикации 25.08.2025.

The article was submitted 22.06.2025; Approved after reviewing 29.07.2025; Accepted for publication 25.08.2025.