

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский химико-технологический университет
имени Д. И. Менделеева»**

Аглаз-

На правах рукописи

Назаренко Андрей Константинович

**Научное обоснование подходов к выявлению и регулированию химических
веществ, вызывающих беспокойство в составе пластика**

1.5.15. Экология

АВТОРЕФЕРАТ

**на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Москва – 2026

Работа выполнена в научном информационно-аналитическом центре «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ» Федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора (НИАЦ РПОХБВ ФБУН «ФНЦГ им. Ф. Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора) и в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева»

Научный руководитель: **Тарасова Наталия Павловна**, член-корреспондент РАН, доктор химических наук, профессор, директор Института химии и проблем устойчивого развития

Научный консультант: **Хамидулина Халидя Хизбулаевна**, доктор медицинских наук, профессор, руководитель НИАЦ РПОХБВ ФБУН «ФНЦГ им. Ф. Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора

Официальные оппоненты: **Соловьянов Александр Александрович**, доктор химических наук, профессор, научный руководитель ФГБУ «ВНИИ Экология»

Медянкина Мария Владимировна, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и природопользования факультета биотехнологий и рыбного хозяйства Московского государственного университета технологий и управления имени К. Г. Разумовского (ПКУ)

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет»

Защита состоится «27» октября 2026 г. в 10:00 на заседании диссертационного совета РХТУ.1.5.01 федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева» (125047, Российская Федерация, г. Москва, Миусская пл., д. 9) в аудитории 443 (конференц-зал).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-библиотечном центре РХТУ имени Д. И. Менделеева, а также на официальном сайте:

https://www.muctr.ru/university/departments/ods/inhouse/inhouse_announcements/

Автореферат разослан «__»_____2026 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета РХТУ.1.5.01

кандидат технических наук, доцент

Молчанова Я. П.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Пластик представляет собой группу материалов, состоящих из высокомолекулярной полимерной матрицы и комплекса химических добавок (пластификаторов, стабилизаторов, антипиренов, красителей и др.), которые вводятся для придания материалу требуемых свойств.

Пластик является одним из наиболее распространенных и широко используемых материалов в современном мире. Так, в 2019 г. мировое производство пластика составило около 460 млн т и при сохранении текущих тенденций может утроиться к 2060 году. Благодаря своей универсальности, экономичности, легкости, прочности и стойкости к внешним воздействиям он применяется в упаковке, производстве потребительских товаров, медицине, строительстве, транспорте, электронике и др. Однако наряду с очевидными преимуществами стремительный рост объемов производства пластика может привести к значительному загрязнению окружающей среды и, как следствие, к негативному воздействию содержащихся в пластике химических веществ на здоровье человека.

Одним из главных свойств пластика является его долговечность, что определяет его широкое использование в различных областях экономики. Однако отходы изделий из пластиковых материалов могут сохраняться в окружающей среде десятилетиями, медленно подвергаясь деградации и накапливаясь в почвах, пресноводных и морских экосистемах. Пластиковые отходы могут быть одним из источников загрязнения химическими веществами, которые способны мигрировать в пограничные среды и воздействовать на человека, флору и фауну. Химические вещества в составе пластика, добавляемые на этапах его производства для улучшения эксплуатационных свойств, относятся к различным химическим классам с широким спектром токсического действия на организмы.

Поэтому международное сообщество уделяет большое внимание вопросам химической безопасности пластика. В 2022 году Ассамблея ООН по окружающей среде (ЮНЕА) приняла резолюцию 5/14 о прекращении загрязнения пластиком. В соответствии с этой резолюцией Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) начала разработку международного юридически обязывающего соглашения, направленного на предотвращение и сокращение загрязнения окружающей среды

пластиком на всех этапах его жизненного цикла – от проектирования и производства до утилизации. Одним из ключевых вопросов будущего соглашения является управление рисками, связанными с химическими веществами, вызывающими обеспокоенность в составе пластика.

Степень разработанности темы. Практика выявления веществ, вызывающих обеспокоенность, и их приоритетное регулирование, включающее запрет, ограничение, широкое информирование, реализуется несколько десятилетий на международном, региональном и национальном уровнях. Примером могут служить Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях, Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, Минаматская конвенция по ртути, Регламент Европейского союза № 1907/2006 «Регистрация, оценка, разрешение, ограничение химических веществ» (REACH). Подобный подход был реализован в 2024 году ЮНЕП и группой независимых норвежских ученых. Ими было выявлено, что общее число химических веществ, используемых в пластике или потенциально связанных с ним, превышает 16 000. Из них около 4 200 веществ (26 %) были отнесены к веществам, вызывающим обеспокоенность для здоровья человека и окружающей среды. Вместе с тем внушительные перечни химических веществ, полученные ЮНЕП и норвежскими учеными из различных источников, сформированы на основе аналогового подхода по принадлежности вещества к определенному классу соединений. Для большинства веществ не представлены индивидуальные токсикологические и экотоксикологические профили. Кроме того, отсутствует информация об уровнях и скоростях миграции из конкретного пластика и т. д.

Таким образом, данные перечни отражают лишь общий характер потенциальной опасности веществ, но не позволяют корректно оценить степень опасности и реальные риски при конкретных сценариях воздействия. Они выполняют скорее роль справочной базы данных, предназначенной для общего ориентирования, чем полноценного инструмента оценки фактических рисков для здоровья человека и окружающей среды.

Цель работы – научное обоснование подходов к выявлению и оценке опасности химических веществ, вызывающих обеспокоенность в составе пластика, для принятия регуляторных решений.

Для достижения цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Провести анализ существующих международных и национальных подходов к оценке опасности и регулированию химических веществ в составе пластика.
2. Научно обосновать критерии отнесения химических веществ в составе пластика к веществам, вызывающим беспокойство вследствие негативного воздействия на организм человека и окружающую природную среду.
3. Научно обосновать алгоритм формирования перечня химических веществ, вызывающих беспокойство в составе пластика.
4. Разработать национальный перечень химических веществ в составе пластика, вызывающих беспокойство.
5. Научно обосновать подходы к национальному регулированию высокоопасных химических веществ в составе пластика.

Научная новизна

1. Научно обоснованы критерии отнесения химических веществ в составе пластика к веществам, вызывающим беспокойство.
2. Впервые научно обоснован алгоритм формирования перечня химических веществ, вызывающих беспокойство в составе пластика.
3. Разработана концепция базы данных химических веществ в составе пластика, опасных для окружающей среды.
4. Научно обоснованы подходы к регулированию (запрещение применения; ограничение количественного содержания; гигиеническое и экологическое нормирование) опасных для здоровья человека и окружающей среды химических веществ в составе пластика.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. Разработан национальный перечень химических веществ, вызывающих беспокойство в составе пластика, включающий 857 наименований.
2. Разработана база данных «Опасные для окружающей среды химические вещества в составе пластика», защищенная свидетельством RU 2025622946 от 10.07.2025 г.
3. Получены патенты на 4 промышленных образца:

3.1. Схема «Алгоритм классификации опасности химических веществ по критериям стойкости (P), биоаккумуляции (B), токсичности (T)», защищенная патентом № RU 148667 от 05.08.2025 г.

3.2. Схема «Алгоритм классификации опасности химических веществ по критериям стойкости (P), мобильности (M), токсичности (T)», защищенная патентом № RU 148258 от 09.07.2025 г.

3.3. Схема «Алгоритм классификации опасности химических веществ по критериям высокой стойкости (P), высокой биоаккумуляции (B)», защищенная патентом № RU 148668 от 05.08.2025 г.

3.4. Схема «Алгоритм классификации опасности химических веществ по критериям высокой стойкости (P), высокой мобильности (M)», защищенная патентом № RU 148669 от 05.08.2025 г.

4. Разработана база данных «Химические вещества, вызывающие беспокойство в составе пластика», защищенная свидетельством RU 2025625939 от 10.12.2025 г.

5. Актуализирован ГОСТ 32424 «Классификация опасности химической продукции по воздействию на окружающую среду. Основные положения».

6. Определены высокоопасные химические вещества для здоровья человека и окружающей среды (тяжелые металлы, азот-, кислород-, галогенсодержащие органические соединения, пер- и полифторалкильные соединения), приоритетные для регулирования.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись химические вещества, используемые при производстве пластика или присутствующие в пластиковых материалах и изделиях, обладающие опасными свойствами для здоровья человека и (или) окружающей среды.

Предметом исследования являлось научное обоснование критериев, алгоритмов и подходов к выявлению таких веществ, формированию их перечня и обоснованию мер национального регулирования.

Информационную основу исследования составили международные, региональные и национальные нормативно-правовые акты, официальные базы данных, информационные ресурсы, методические документы и научные публикации.

Исходный массив веществ формировался с использованием баз данных PlastChem, FCCmigex, LitChem и Федерального регистра потенциально опасных химических и биологических веществ.

Оценка опасных свойств проводилась на основе материалов Стокгольмской конвенции, МАИР, данных Федерального регистра потенциально опасных химических и биологических веществ, CLP, ECHA, EPA, EnviChem, PubChem, UBA и др., а также национальных нормативно-методических документов.

Методика исследования предусматривала последовательный анализ источников информации, формирование исходного массива веществ-кандидатов, подтверждение их применения или присутствия в составе пластика, разработку токсикологических и экотоксикологических профилей, оценку опасных свойств для здоровья человека и окружающей среды, формирование итогового перечня, выделение веществ по видам опасности и обоснование подходов к их национальному регулированию.

Положения, выносимые на защиту:

1. Научно обоснованы критерии отнесения химических веществ в составе пластика к веществам, вызывающим беспокойство вследствие негативного воздействия на организм человека и окружающую природную среду на основании анализа существующих международных и национальных подходов к оценке опасности и регулированию химических веществ в составе пластика.

2. Научно обоснован алгоритм формирования перечня химических веществ, вызывающих беспокойство в составе пластика, основанный на последовательном применении критериев подтвержденного использования вещества в составе пластика и оценки его опасных свойств для здоровья человека и окружающей среды.

3. Разработан национальный перечень химических веществ, вызывающих беспокойство в составе пластика, состоящий из 857 веществ. Среди них 358 канцерогенов, 71 мутаген, 229 репротоксикантов, 181 эндокринный разрушитель; 335 веществ, обладающих острой водной токсичностью, 489 веществ, обладающих хронической водной токсичностью, 41 вещество относится к PBT, 89 веществ – к vPvB, 37 веществ – к PMT и 40 веществ – к vPvM.

4. Обоснованы подходы к национальному регулированию химических веществ, вызывающих беспокойство в составе пластика, включающие гигиеническое и

экологическое нормирование, запрещение применения и ограничение количественного содержания в пластике.

Апробация работы. Результаты диссертационной работы доложены на Всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием «Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения – 2024» (г. Пермь, 14–16 октября 2024 г.); Международной научной конференции (школа молодых ученых) «Химия и инженерная экология – XXIV», посвященной Году научно-технологического развития в Республике Татарстан (г. Казань, 27–28 сентября 2024 г.); Международной научно-практической конференции «Здоровье и окружающая среда» (Республика Беларусь, г. Минск, 23–24 ноября 2023 г. и 27–28 ноября 2025 г.); Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора (г. Новосибирск, 27–28 февраля 2025 г.); Молодежной научно-практической конференции «Актуальные вопросы экологии и безопасности» (г. Москва, 10 апреля 2025 г.); XLIII Внутренней конференции молодых ученых ФБУН «ФНЦГ им. Ф. Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора (г. Мытищи, 22 апреля 2025 г.); VI Всероссийской научной конференции молодых ученых «Медико-биологические аспекты химической безопасности» (Ленинградская обл., 3–5 сентября 2025 г.); XVII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора «Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены» (г. Ставрополь, 21–23 октября 2025 г.).

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 14 научных работ, в том числе 6 статей в журналах, индексируемых в международных базах данных научного цитирования Scopus и Chemical Abstracts, 8 иных публикаций, включая тезисы конференций.

Объем и структура работы. Диссертационная работа изложена на 135 страницах машинописного текста, состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и 7 приложений. Работа содержит 10 таблиц, 13 рисунков. Список литературы включает 180 источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обозначены актуальность темы, цель и задачи исследования, определены объект и предмет работы, сформулированы научная новизна и практическая значимость, а также основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ современного состояния проблемы безопасности химических веществ в составе пластика и подходов к их регулированию. Рассмотрены масштабы загрязнения окружающей среды пластиком, основные области применения пластиковых материалов, функциональные группы химических веществ, используемых в составе пластика, а также механизмы их миграции в контактные среды.

Показано, что химические вещества в составе пластика могут выполнять функции пластификаторов, стабилизаторов, антипиренов, пигментов и красителей, антиоксидантов и др. Отдельно рассмотрены непреднамеренно добавленные вещества, присутствующие в пластике как технологические примеси либо образующиеся в результате процессов трансформации.

Проанализированы международные подходы к выявлению и регулированию веществ, вызывающих обеспокоенность, включая положения Стокгольмской, Базельской, Минаматской конвенций, Регламента REACH, подходы к классификации опасности по Согласованной на глобальном уровне системе классификации и маркировки химических веществ, а также международных инициатив, связанных с разработкой глобального соглашения по пластику. Установлено, что существующие перечни веществ, вызывающих обеспокоенность в составе пластика, имеют справочно-ориентировочный характер, поскольку во многих случаях основаны на групповом или аналоговом подходах и не содержат полных индивидуальных токсикологических и экотоксикологических профилей веществ.

Во второй главе охарактеризованы объекты, материалы и методы исследования. Объектами исследования являлись химические вещества, применяемые или присутствующие в составе пластика и обладающие опасными свойствами для здоровья человека и (или) окружающей среды. Предметом исследования являлось обоснование критериев, алгоритмов и подходов, обеспечивающих выявление таких веществ, формирование их перечня и обоснование мер национального регулирования.

Материалами исследования послужили международные, региональные и национальные нормативно-правовые акты, официальные базы данных, информационные ресурсы, методические документы и научные публикации. Для формирования исходного массива веществ использовались базы PlastChem, FCCmigex, LitChem и Федеральный регистр потенциально опасных химических и биологических веществ. Для оценки опасных свойств применялись материалы Стокгольмской конвенции, МАИР, данные Федерального регистра потенциально опасных химических и биологических веществ, CLP, ECHA, OECD eChemPortal, EPA CompTox Chemicals Dashboard, US EPA ECOTOX, EnviChem, PubChem, UBA, а также национальные нормативно-методические документы: МР 1.2.0378-25 «Оценка и классификация опасности мутагенов», МР 1.2.0321-23 «Оценка и классификация опасности репродуктивных токсикантов», МР 1.2.0313-22 «Оценка и классификация опасности эндокринных разрушителей».

Методика исследования включала последовательный анализ источников информации, формирование исходного массива веществ-кандидатов, оценку подтвержденного применения веществ в составе пластика, разработку токсикологических и экотоксикологических профилей, оценку опасных свойств для здоровья человека и окружающей среды, формирование итогового перечня, распределение веществ по их опасности и обоснование подходов к национальному регулированию.

В третьей главе научно обоснованы критерии отнесения химических веществ в составе пластика к веществам, вызывающим обеспокоенность вследствие негативного воздействия на организм человека и окружающую среду. Первичным критерием отбора определено подтвержденное использование химического вещества в пластиковых материалах и изделиях либо его возможное присутствие в качестве компонента, примеси или продукта трансформации. Дополнительно учитывались функциональное назначение вещества и область применения пластикового изделия, поскольку они определяют вероятность контакта человека и окружающей среды с данным веществом.

К критериям опасности для здоровья человека отнесены медико-социально значимые эффекты: канцерогенность, мутагенность, репродуктивная токсичность 1 и

2 классов опасности по СГС, а также воздействие на эндокринную систему 1 и 2 классов опасности по МР 1.2.0313-22. К экологическим критериям отнесены острая водная токсичность 1 класса опасности по СГС, хроническая водная токсичность 1 и 2 классов опасности по СГС, стойкость, биоаккумуляция и мобильность.

Разработаны алгоритмы отнесения химических веществ к группам РВТ (стойкие, биоаккумулирующие, токсичные), vPvV (высокостойкие, высокобиоаккумулирующие), РМТ (стойкие, мобильные, токсичные) и vPvМ (высокостойкие, высокомобильные). Алгоритмы построены по принципу последовательного принятия решений и предусматривают поэтапную оценку стойкости, биоаккумуляции, мобильности и токсичности вещества. В отличие от ряда международных подходов при оценке токсичности дополнительно учитывались эндокринные эффекты наряду с канцерогенностью, мутагенностью, репродуктивной токсичностью, избирательной токсичностью на органы-мишени при длительном воздействии и хронической водной токсичностью.

В четвертой главе научно обоснован алгоритм формирования перечня химических веществ, вызывающих обеспокоенность в составе пластика (рисунок 1).

Исходной основой послужила база данных PlastChem, включающая 16 325 веществ. После отбора по критерию подтвержденного использования в составе пластика и функционального назначения была сформирована выборка из 2 381 вещества-кандидата.

На следующем этапе проведена оценка опасности веществ-кандидатов для здоровья человека и окружающей среды. Оценка опасности для здоровья человека выполнялась по канцерогенности, мутагенности, репродуктивной токсичности и способности воздействовать на эндокринную систему. По результатам анализа к канцерогенам отнесено 358 веществ, к мутагенам – 71 вещество, к репротоксикантам – 229 веществ, к эндокринным разрушителям – 181 вещество (рисунок 2).

Оценка опасности для окружающей среды проводилась по показателям острой и хронической водной токсичности, стойкости, биоаккумуляции и мобильности. Установлено, что 335 веществ обладают острой водной токсичностью 1 класса опасности, 361 вещество – хронической водной токсичностью 1 класса опасности, 128 веществ – хронической водной токсичностью 2 класса опасности. Кроме того, 41

вещество отнесено к РВТ, 89 веществ – к vPvB, 37 веществ – к РМТ и 40 веществ – к vPvM (рисунок 3).



Рисунок 1 – Алгоритм формирования перечня химических веществ, вызывающих обеспокоенность в составе пластика

На основании последовательного применения обоснованных критериев сформирован национальный перечень химических веществ, вызывающих обеспокоенность в составе пластика, включающий 857 веществ. Для систематизации экотоксикологических данных разработана база данных «Опасные для окружающей среды химические вещества в составе пластика», каждая строка которой представляет собой экотоксикологический профиль конкретного вещества и включает идентификационные сведения, физико-химические показатели, данные о водной токсичности, биоразлагаемости, биоаккумуляции, стойкости, мобильности и токсичности.

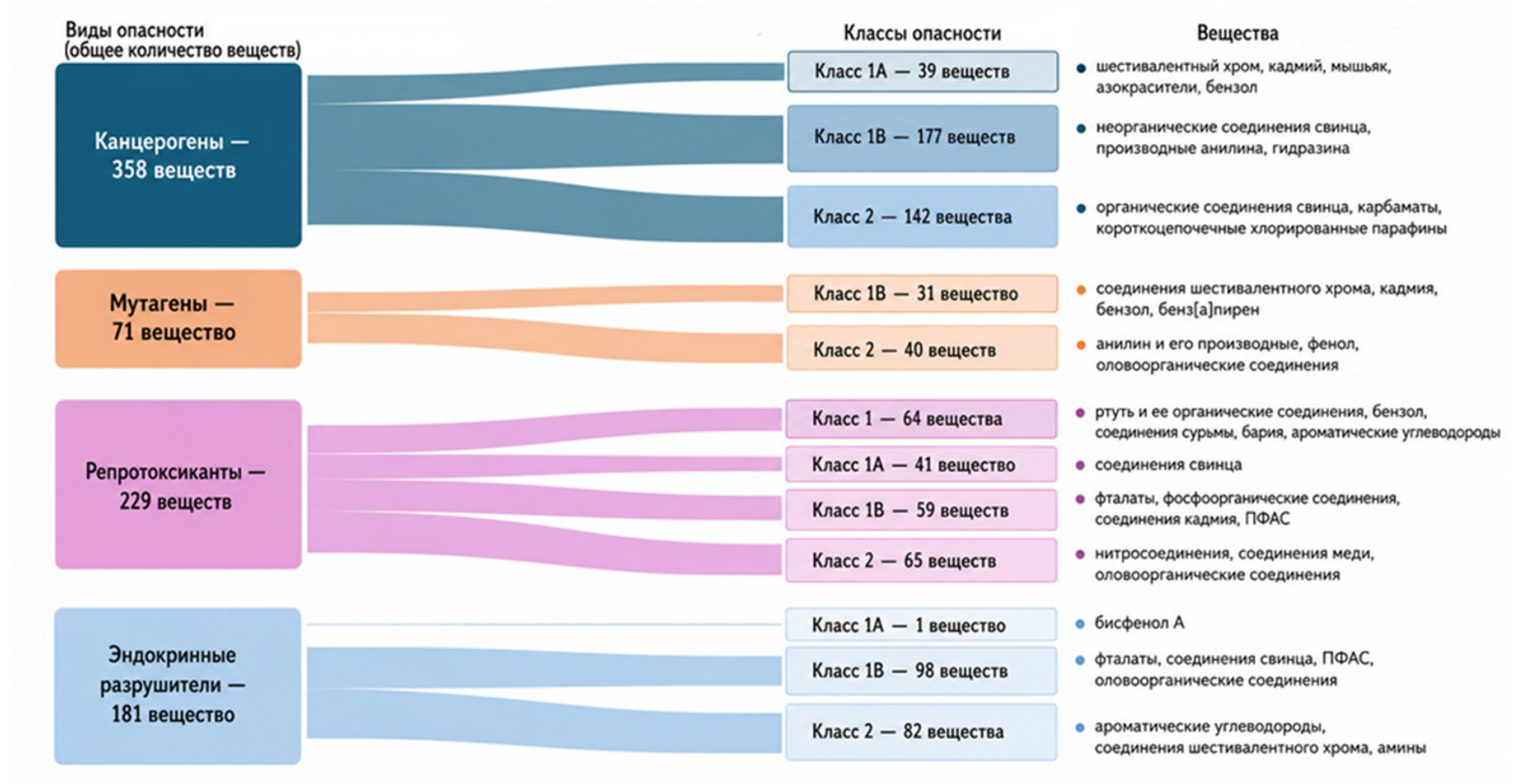


Рисунок 2 – Распределение химических веществ, вызывающих беспокойство в составе пластика, по видам и классам опасности для здоровья человека

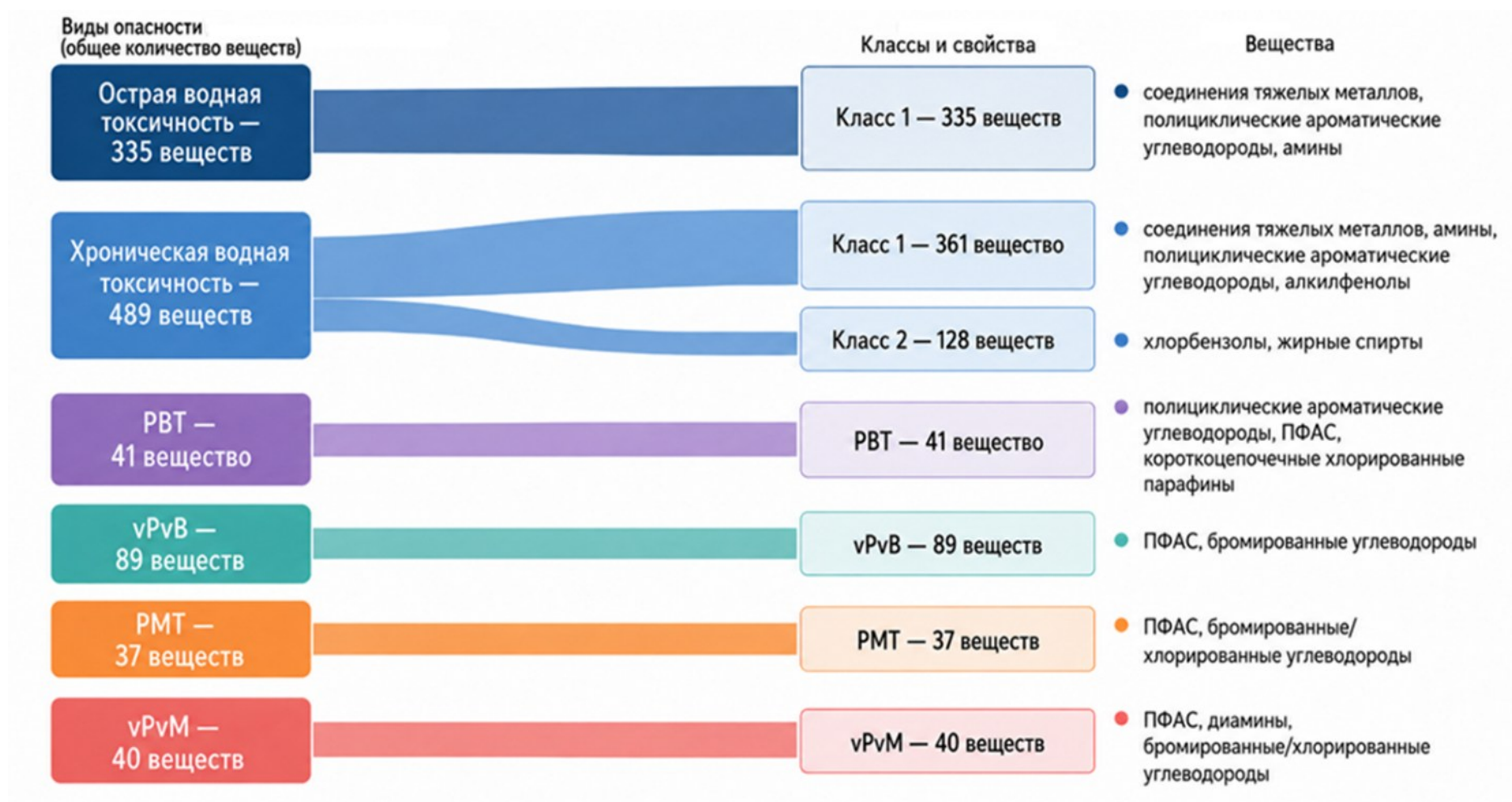


Рисунок 3 – Распределение химических веществ, вызывающих обеспокоенность в составе пластика, по воздействию на окружающую среду

Особое внимание уделено веществам, обладающим комбинированной опасностью для здоровья человека и окружающей среды. К приоритетным группам отнесены тяжелые металлы и их соединения, азот-, кислород- и галогенсодержащие органические соединения, а также пер- и полифторалкильные соединения.

Обоснован пятиэтапный алгоритм формирования перечня: анализ источников информации; формирование первичного перечня веществ-кандидатов; разработка токсикологических и экотоксикологических профилей; оценка веществ по критериям опасности; формирование и внедрение перечня химических веществ, вызывающих беспокойство в составе пластика.

В пятой главе обоснованы подходы к национальному регулированию опасных для здоровья человека и окружающей среды химических веществ в составе пластика. Определено, что к приоритетным объектам регулирования следует относить вещества, обладающие специфическими и отдаленными видами опасности 1-го и 2-го классов для организма человека и (или) окружающей среды, вещества, относимые к PBT, vPvB, PMT и vPvM, а также вещества, регулируемые международными соглашениями.

В качестве мер регулирования предложены гигиеническое и экологическое нормирование, запрещение применения и ограничение количественного содержания веществ в пластике. Для запрета предложено учитывать опасные свойства вещества 1 класса опасности по СГС (канцерогенность, мутагенность, репротоксичность, воздействие на эндокринную систему, острая или хроническая водная токсичность) и (или) отнесение вещества к одной или нескольким группам PBT, vPvB, PMT и vPvM; физико-химические свойства (высокая летучесть, растворимость в воде (≥ 100 мг/л), высокая липофильность ($\log K_{ow} \geq 4$) в сочетании с растворимостью в органических растворителях, способность к миграции из полимера); неприемлемый риск для здоровья и окружающей среды; контактирующий контингент (дети, беременные, лица пожилого возраста); социально-экономические риски (объем производства, значимость для экономики и безопасности страны); наличие безопасных релевантных химических аналогов и (или) технологических альтернатив. Для количественного ограничения в составе пластика предложено учитывать опасные свойства вещества 1 и 2 классов опасности по СГС (канцерогенность, мутагенность, репротоксичность, воздействие на эндокринную систему, хроническая водная токсичность), а также

острую водную токсичность 1 класса опасности по СГС и (или) отнесение вещества к одной или нескольким группам PBT, vPvB, PMT и vPvM; физико-химические свойства (высокая или умеренная летучесть, растворимость в воде (≥ 100 мг/л), растворимость в жирах в сочетании с растворимостью в органических растворителях, способность к миграции из полимера); высокий риск для здоровья и окружающей среды; контактирующий контингент (дети, беременные, лица пожилого возраста и прочие группы населения); социально-экономические риски (объем производства, значимость для экономики и безопасности страны) (рисунок 4).

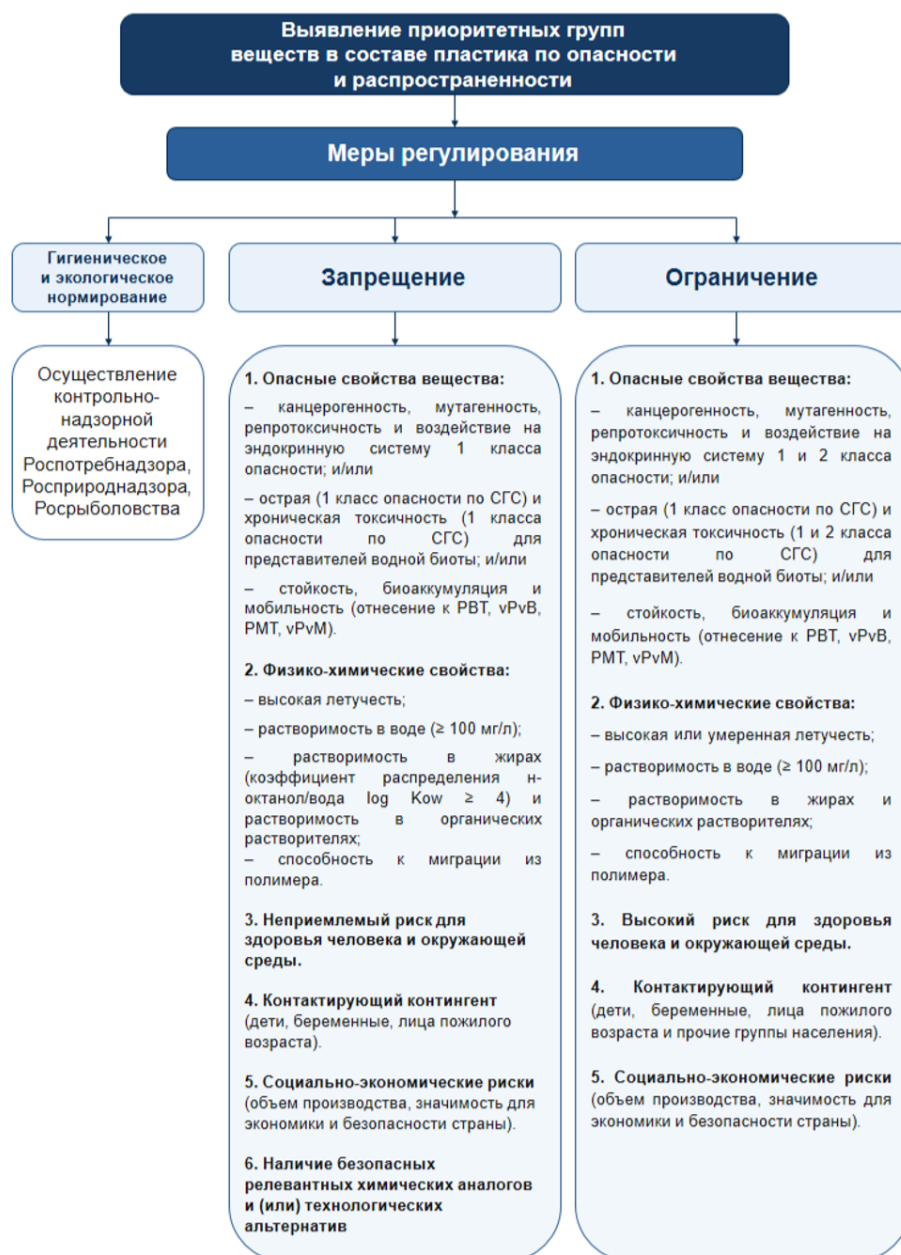


Рисунок 4 – Схема подходов к национальному регулированию опасных для здоровья человека и окружающей среды химических веществ в составе пластика

Применимость предложенных подходов показана на примере свинца и его соединений, анилина, фталатов и пер- и полифторалкильных соединений. Для свинца и его соединений обоснована необходимость запрета свинцовых стабилизаторов при наличии более безопасных альтернатив (соединения цинка и кальция). Для анилина предложены ограничительные меры, направленные на контроль остаточного содержания и миграции. Для фталатов показана необходимость запретительно-ограничительных мер в отношении дибутилфталата, диоктилфталата и диизобутилфталата. Для пер- и полифторалкильных соединений первоочередной мерой предложено гигиеническое нормирование в питьевой воде, мониторинг и последующее рассмотрение вопроса о запрете и (или) ограничении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе решена научная задача по обоснованию подходов к выявлению и регулированию химических веществ, вызывающих беспокойство в составе пластика.

Разработан алгоритм формирования национального перечня, основанный на подтверждении применения вещества в пластике и оценке его опасных свойств для здоровья человека и окружающей среды.

Сформирован национальный перечень, включающий 857 химических веществ, обладающих канцерогенными, мутагенными, репротоксическими, эндокринными и экотоксикологическими свойствами, а также стойкостью, биоаккумуляцией и мобильностью.

Обоснованы подходы к национальному регулированию опасных веществ, включающие гигиеническое и экологическое нормирование, запрещение применения и ограничение количественного содержания в пластике.

ВЫВОДЫ

1. Обоснованы критерии отнесения химических веществ к веществам, вызывающим беспокойство в составе пластика. К таким критериям отнесены: функциональное назначение и область применения вещества в составе пластика; опасные свойства для здоровья человека, включая канцерогенность, мутагенность,

репродуктивную токсичность 1 и 2 классов опасности по СГС, а также воздействие на эндокринную систему по МР 1.2.0313-22; экологические характеристики, включая острую водную токсичность 1 класса опасности, хроническую водную токсичность 1 и 2 классов опасности, стойкость, биоаккумуляцию и мобильность.

2. На основании критерия подтвержденного применения химических веществ в составе пластика, их функционального назначения и области применения было выявлено 2 381 вещество. В результате оценки опасных свойств для здоровья человека и окружающей среды был сформирован итоговый перечень химических веществ, вызывающих обеспокоенность в составе пластика, включающий 857 веществ. В состав перечня вошло 358 канцерогенов, из них 39 веществ класса опасности 1А, 177 веществ класса опасности 1В и 142 вещества класса опасности 2; 71 мутаген, из них 31 вещество класса опасности 1В и 40 веществ класса опасности 2; 229 репротоксикантов, из них 64 вещества класса опасности 1, 41 вещество класса опасности 1А, 59 веществ класса опасности 1В, 65 веществ класса опасности 2; 181 эндокринный разрушитель, из них 1 вещество класса опасности 1А, 98 веществ класса опасности 1В и 82 вещества класса опасности 2.

3. Для включения веществ в итоговый перечень по экотоксикологическим характеристикам разработана база данных «Опасные для окружающей среды химические вещества в составе пластика». Каждая строка базы данных представляет собой экотоксикологический профиль конкретного химического вещества и включает идентификационные сведения, физико-химические показатели, данные о токсичности для представителей водной биоты, сведения о биоразлагаемости, биоаккумуляции, стойкости, мобильности и токсичности. На основании полученных данных установлено, что 335 веществ обладают острой водной токсичностью 1 класса опасности, 361 вещество – хронической водной токсичностью 1 класса опасности, 128 веществ – хронической водной токсичностью 2 класса опасности; 41 вещество относится к РВТ, 89 веществ – к vPvB, 37 веществ – к РМТ и 40 веществ – к vPvM.

4. Определены приоритетные химические группы, обладающие комбинированной опасностью для здоровья человека и окружающей среды. К ним отнесены тяжелые металлы, азотсодержащие, кислородсодержащие и

галогенированные органические соединения, а также пер- и полифторалкильные соединения.

5. Обоснован алгоритм формирования перечня химических веществ, вызывающих беспокойство в составе пластика. Алгоритм включает анализ международных, региональных и национальных нормативно-правовых актов, официальных баз данных, открытых информационных ресурсов и научных публикаций; формирование первичного перечня веществ-кандидатов с учетом подтвержденного применения в составе пластика; разработку токсикологических и экотоксикологических профилей; оценку веществ по критериям опасности для здоровья человека и окружающей среды; формирование перечня химических веществ, вызывающих беспокойство в составе пластика.

6. Обоснованы подходы к национальному регулированию химических веществ, вызывающих беспокойство в составе пластика. К мерам регулирования отнесены гигиеническое и экологическое нормирование, запрещение применения, ограничение количественного содержания в пластике.

7. Показаны подходы к регулированию отдельных приоритетных веществ и групп веществ в составе пластика. Для свинца и его соединений обоснована необходимость запрета свинцовых стабилизаторов. Для анилина обоснована целесообразность ограничительных мер, направленных на контроль его содержания в пластике и миграции. Для фталатов показана необходимость запретительно-ограничительных мер в отношении дибутилфталата, диоктилфталата, диизобутилфталата. Для пер- и полифторалкильных соединений первоочередной мерой регулирования является гигиеническое нормирование в питьевой воде, мониторинг и последующее рассмотрение вопроса о поэтапном ограничении или запрете приоритетных ПФАС.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Разработанный национальный перечень химических веществ, вызывающих беспокойство в составе пластика, будет способствовать формированию перечней запрещенных и ограниченных химических веществ в целях реализации технических

регламентов Российской Федерации «О техническом регулировании химической продукции» и ЕАЭС «О безопасности химической продукции».

2. Научно обоснованные критерии отнесения химических веществ в составе пластика к веществам, вызывающим беспокойство, а также подходы к их запрещению и ограничению могут быть использованы федеральными органами исполнительной власти (ФОИВ) при формировании позиции Российской Федерации в рамках международного юридически обязывающего документа по борьбе с загрязнением пластиком, в том числе в морской среде.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ

Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных:

1. Современное состояние проблемы безопасности химических веществ в составе пластика и подходы к их регулированию: обзор / Х. Х. Хамидулина, **А. К. Назаренко**, Н. П. Тарасова, Е. В. Тарасова // Химическая промышленность сегодня. – 2025. – № 6. – С. 45–55. (Chemical Abstracts)

2. Предложения по усовершенствованию методической и нормативно-правовой базы Российской Федерации в области химической безопасности / Х. Х. Хамидулина, Е. В. Тарасова, **А. К. Назаренко** [и др.] // Токсикологический вестник. – 2023. – Т. 31, № 4. – С. 214–225. – DOI: 10.47470/0869-7922-2023-31-4-214-225. (Chemical Abstracts)

3. Предложения по регулированию высокоопасных химических веществ в изделиях / Х. Х. Хамидулина, Е. В. Тарасова, **А. К. Назаренко** [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2023. – № 3. – С. 17–28. – DOI: 10.21668/health.risk/2023.3.02. (Scopus)

4. Подходы Европейского законодательства к регулированию обращения с отходами (обзор) / Х. Х. Хамидулина, **А. К. Назаренко**, Е. В. Тарасова [и др.] // Токсикологический вестник. – 2022. – Т. 30, № 4. – С. 255–266. – DOI: 10.47470/0869-7922-2022-30-4-255-266. (Chemical Abstracts)

5. Современные подходы к оценке и классификации опасности веществ, обладающих мутагенным действием / Х. Х. Хамидулина, Д. Н. Рабикова, Е. В. Тарасова, Т. А. Синицкая, И. В. Замкова, **А. К. Назаренко** // Анализ риска здоровью. – 2024. – № 4. – С. 4–13. – DOI: 10.21668/health.risk/2024.4.01. (Scopus)

6. Сравнительный анализ токсичности и опасности фталатных пластификаторов для здоровья человека и среды обитания / Х. Х. Хамидулина, Е. В. Тарасова, **А. К. Назаренко** [и др.] // Токсикологический вестник. – 2026. – Т. 34, № 1. – С. 61–77. – DOI: 10.47470/0869-7922-2026-34-1-61-77. (Chemical Abstracts)

Доклады на международных и всероссийских научных мероприятиях:

1. Тарасова Е. В., Хамидулина Х. Х., **Назаренко А. К.** Совершенствование регулирования высокоопасных химических веществ в составе изделий в Российской Федерации // Здоровье и окружающая среда: сборник материалов международной научно-практической конференции, Минск, 23–24 ноября 2023 года. – Минск: РУП «Издательский центр БГУ», 2023. – С. 448–452.

2. Роль регулирования химических веществ, вызывающих беспокойство, в обеспечении безопасности для здоровья человека и окружающей природной среды / **А. К. Назаренко**, Н. П. Тарасова, Х. Х. Хамидулина, Е. В. Тарасова // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения – 2024: материалы всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием, Пермь, 14–16 октября 2024 года. – Пермь: Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 2024. – С. 49–57.

3. Подходы к оценке опасности и регулированию в Российской Федерации перфтороктановой кислоты и ее производных / **А. К. Назаренко**, Н. П. Тарасова, Х. Х. Хамидулина, Е. В. Тарасова // Химия и инженерная экология – XXIV: сборник трудов международной научной конференции (школа молодых ученых), посвященной Году научно-технологического развития в Республике Татарстан, Казань, 27–28 сентября 2024 года. – Казань: ИП Сагиев А. Р., 2024. – С. 141–143.

4. Подходы к оценке опасности и регулированию химических веществ в составе пластика, представляющих угрозу для окружающей среды / **А. К. Назаренко**, Х. Х. Хамидулина, Е. В. Тарасова [и др.] // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2025. – № S1. – С. 124–130.

5. Методические подходы к выявлению веществ, вызывающих беспокойство, в составе пластика / **А. К. Назаренко**, Х. Х. Хамидулина, Е. В.

Тарасова, Н. П. Тарасова // Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены: материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора, Ставрополь, 21–23 октября 2025 года. – Ставрополь: Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора, 2025. – С. 248–251.

6. **Назаренко А. К.**, Хамидулина Х. Х., Тарасова Е. В. Регулирование химических веществ, вызывающих беспокойство, в составе пластика // Медико-биологические аспекты химической безопасности: сборник трудов VI всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Санкт-Петербург, 3–5 сентября 2025 года. – Санкт-Петербург: Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека ФМБА, 2025. – С. 45–47.

7. Методические подходы к выявлению химических веществ, вызывающих беспокойство, в различных секторах экономики на примере обращения пластика / **А. К. Назаренко**, Х. Х. Хамидулина, Е. В. Тарасова, Н. П. Тарасова // Актуальные вопросы гигиены и профилактики: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора. В 2 частях, Новосибирск, 27–28 февраля 2025 года. – Омск: Омская гуманитарная академия, 2025. – С. 216–221.

8. Алгоритм выявления химических веществ, вызывающих беспокойство в составе полимерных материалов, и формирование перечня для их безопасного регулирования / **А. К. Назаренко**, Х. Х. Хамидулина, Н. П. Тарасова, Е. В. Тарасова // Здоровье и окружающая среда: сборник материалов международной научно-практической конференции, Минск, 27–28 ноября 2025 года. – Гомель: Редакция газеты «Гомельская праўда», 2025. – С. 423–426.

Свидетельства о государственной регистрации базы данных:

1. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025622946 Российская Федерация. Опасные для окружающей среды химические вещества в составе пластика: заявл. 25.06.2025; опубл. 10.07.2025 / Х. Х. Хамидулина, Н. П. Тарасова, **А. К. Назаренко** [и др.]; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

2. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025625939 Российская Федерация. Химические вещества, вызывающие обеспокоенность в составе пластика: заявл. 28.11.2025: опубл. 10.12.2025 / Х. Х. Хамидулина, Е. В. Тарасова, **А. К. Назаренко** [и др.]; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Патенты на промышленные образцы:

1. Патент на промышленный образец № 148258 Российская Федерация. Схема «Алгоритм классификации опасности химических веществ по критериям стойкости (Р), мобильности (М), токсичности (Т)»: заявл. 24.03.2025: опубл. 09.07.2025 / Х. Х. Хамидулина, Е. В. Тарасова, Н. П. Тарасова, **А. К. Назаренко**; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

2. Патент на промышленный образец № 148667 Российская Федерация. Схема «Алгоритм классификации опасности химических веществ по критериям стойкости (Р), биоаккумуляции (В), токсичности (Т)»: заявл. 24.03.2025: опубл. 05.08.2025 / Х. Х. Хамидулина, Е. В. Тарасова, Н. П. Тарасова, **А. К. Назаренко**; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

3. Патент на промышленный образец № 148668 Российская Федерация. Схема «Алгоритм классификации опасности химических веществ по критериям высокой стойкости (Р), высокой биоаккумуляции (В)»: заявл. 24.03.2025: опубл. 05.08.2025 / Х. Х. Хамидулина, Е. В. Тарасова, Н. П. Тарасова, **А. К. Назаренко**; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

4. Патент на промышленный образец № 148669 Российская Федерация. Схема «Алгоритм классификации опасности химических веществ по критериям высокой стойкости (Р), высокой мобильности (М)»: заявл. 24.03.2025: опубл. 05.08.2025 / Х. Х.

Хамидулина, Е. В. Тарасова, Н. П. Тарасова, **А. К. Назаренко**; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.