ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Назаренко Андрея Константиновича «Научное обоснование подходов к выявлению и регулированию химических веществ, вызывающих обеспокоенность в составе пластика», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15. Экология

Актуальность темы диссертационного исследования

Основными достоинствами пластических масс является возможность производства из них деталей самой различной формы (пленок, пластин, профилей, труб, емкостей и т.п.), а также высокая устойчивость к воздействию высокоэнергетических излучений, влаги, кислорода, разнообразных химических реагентов. Именно поэтому производство изделий из пластика и их номенклатура постоянно растут: если к началу 21 века в мире производилось свыше 130 млн тонн пластмасс в год, то сейчас объем их производства превысил 400 млн тонн. Ежегодный прирост производства пластиков, как правило, составляет около 10%. Определенная часть их после использования оказывается в окружающей среде и оказывает на нее негативное воздействие.

Помимо собственно полимера пластики содержат разнообразные твердые или газообразные наполнители и различные добавки, улучшающие технологические и/или эксплуатационные свойства изделий из пластика. В число таких добавок входят стабилизаторы, защищающие пластики от деструкции под действием высоких температур, видимого и ультрафиолетового излучения; красители, содержащие тяжелые металлы (свинец, кадмий, хром, цинк и др.); антиоксиданты, антипирены, антистатики и др. Их высвобождение из пластика приводит к загрязнению воды, почвы и воздуха, проникновению в организмы растений и животных, а также в организм человека. Часть из этих веществ-добавок может длительное время циркулировать в окружающей среде, распространяться с водными или воздушными потоками, аккумулироваться в живых организмах, вызывать токсические, специфические и отдаленные эффекты. Поэтому оценка последствий применения пластика обязывает проводить изучение как самих полимерных материалов, так и вводимых в них химических веществ.

Диссертационная работа Назаренко А.К. посвящена научному обоснованию критериев и последовательности идентификации химических веществ, высвобождение которых при разложении отходов пластика способно оказать негативное воздействие на объекты живой природы, а также подходам к регулированию обращения с веществами-добавками. Актуальность исследования определяется необходимостью снижения опасности химического загрязнения окружающей среды, связанного с производством и использованием пластических масс, а также с обращением с их отходами.

Наличие обширных отечественных и международных информационных ресурсов создает основу для такой оценки, однако использование имеющихся

данных при подготовке национальных регуляторных решений требует проверки связи конкретного вещества с пластиком, систематизации данных об опасности и определения приоритетов. В этом отношении поставленная автором задача имеет и научное, и прикладное значение. Разработка согласованной процедуры выбора веществ позволяет связать результаты токсикологической и эко-токсикологической оценки с мерами предотвращения химического загрязнения окружающей среды. Тема диссертации направлена на решение задач обеспечения экологической безопасности полимерных материалов и продукции на их основе.

Научная новизна полученных результатов

Научная новизна работы состоит в обосновании и практической реализации взаимосвязанных критериев, алгоритмов и информационных инструментов, предназначенных для выявления химических веществ, высвобождение которых при разложении отходов пластика способно оказать негативное воздействие на объекты живой природы. К наиболее значимым результатам исследования относятся следующие.

1. Сформирована и обоснована система критериев отбора химических веществ-добавок, учитывающая подтвержденное их применение или присутствие в пластике с показателями их экологической опасности. Наряду с канцерогенностью, мутагенностью, репродуктивной токсичностью и воздействием на эндокринную систему учитываются острая и хроническая водная токсичность, стойкость, способность к биоаккумуляции и мобильность. Научное значение имеет согласование этих показателей в рамках единой процедуры формирования национального перечня соответствующих веществ.

2. Разработан алгоритм формирования перечня веществ-добавок, включающий анализ источников, отбор веществ-кандидатов, разработку токсикологических и эко-токсикологических профилей, оценку соответствия выбранным критериям и систематизацию результатов. Применение алгоритма к массиву веществ, связанных с пластиком, позволило сформировать перечень из 857 наименований.

3. Разработаны схемы последовательности принятия решений при отнесении веществ-добавок к биоаккумулятивным и токсичным веществам (PBT), высокостойким и высокобиоаккумулятивным веществам (vPvB), стойким, мобильным и токсичным веществам (PMT), высокостойким и высокомобильным веществам (vPvM). В оценке токсичности для групп PBT и PMT предусмотрен учет эндокринно-опосредованного действия в соответствии с использованными автором национальными методическими подходами.

4. Предложена структура базы данных, позволяющая объединять идентификационные, физико-химические и эко-токсикологические характеристики веществ. Обоснованы подходы к выбору мер национального регулирования с учетом опасных свойств, функционального назначения, условий возможного воздействия и наличия альтернатив.

Таким образом, научная новизна диссертационной работы заключается в разработке и применении целостного подхода к отбору и приоритизации веществ-добавок для решения конкретной задачи обеспечения химической безопасности пластика и его отходов. Полученные результаты расширяют методическую основу выявления приоритетных загрязняющих веществ и подготовки предложений по управлению обращением с ними.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов

Информационную основу исследования составили нормативные и методические документы, официальные классификаторы, международные и национальные базы данных и научные публикации. В частности, в исследовании использованы сведения Федерального регистра потенциально опасных химических и биологических веществ, базы данных проекта FCCmigex, материалы Международного агентства по изучению рака, Европейского агентства по химикатам, Агентства по охране окружающей среды США и других информационных ресурсов.

Базовым материалом для анализа послужили данные проекта PlastChem, включавшие 16 325 веществ. По признакам их применения в пластике было выделено 2 381 вещество-кандидат. Последующая оценка по установленным в работе критериям позволила сформировать итоговый перечень из 857 веществ. Для оценки канцерогенной опасности были использованы токсикологические профили с данными экспериментальных исследований и эпидемиологических наблюдений. Оценка мутагенного, репродуктивного и эндокринного действия опиралась также на национальные методические документы и содержащиеся в них перечни.

Принятая последовательность анализа соответствовала цели исследования: сначала устанавливалась принадлежность вещества к рассматриваемой области применения, затем оценивались его опасные свойства. При оценке экологической опасности отобранных веществ были использованы показатели их токсичности для представителей водной биоты, сведения о их биоразлагаемости, стойкости и мобильности. Учет вида тест-объекта и продолжительности экспозиции в структуре эко-токсикологического профиля повысила результативность сопоставления исходных данных. Количественная характеристика перечня приведена раздельно по видам опасности, что позволяет учитывать сочетание нескольких опасных свойств у одного вещества.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость диссертации состоит в развитии подхода к оценке химической безопасности пластика и его отходов на основе совместного рассмотрения опасности для здоровья человека и окружающей среды. Включение характеристик стойкости, биоаккумуляции и мобильности позволяет учитывать экологические последствия, которые не исчерпываются непосредственной токсичностью вещества для отдельных тест-организмов.

Важнейших практическим результатом диссертационной работы является формирование перечня из 857 химических веществ, которые используются при производстве пластических масс и которые представляют опасность различного свойства. Среди них выявлены 358 канцерогенных веществ, 71 мутагенных веществ, 229 репротоксикантов и 181 эндокринный разрушитель. С точки зрения экологической опасности названы 335 веществ с острой водной токсичностью 1 класса опасности, 361 вещество с хронической водной токсичностью 1 класса опасности и 128 веществ с хронической водной токсичностью 2 класса опасности. К группам PBT, vPvB, PMT и vPvM отнесены соответственно 41, 89, 37 и 40 веществ. Указанные группы частично пересекаются.

Систематизированные сведения могут использоваться для выявления веществ-добавок, требующих первоочередного рассмотрения при подготовке запретов и ограничений на их применения при производстве пластиков, а также при выборе объектов углубленной оценки и аналитического контроля. Учет функционального назначения и областей применения делает перечень полезным для работы с конкретными видами пластиков.

В результате исследования были зарегистрированы две базы данных: «Опасные для окружающей среды химические вещества в составе пластика» (свидетельство № 2025622946) и «Химические вещества, вызывающие обеспокоенность в составе пластика» (свидетельство № 2025625939). В приложениях представлены также четыре патента на промышленные образцы, относящиеся к схемам классификации экологической опасности. Методические результаты работы связаны с актуализацией ГОСТ 32424; приложение 7 содержит письмо технического комитета ТК 339 о разработке проекта пересматриваемого стандарта.

Предложенные автором подходы к регулированию обращения с веществами-добавками рассмотрены на примере производных свинца, анилина, фталатов и пер- и полифторалкильных соединений. Эти примеры показывают возможность перехода от выявления опасных свойств к подготовке дифференцированных предложений: замещению отдельных функциональных добавок, контролю остаточного содержания и миграции, нормированию и мониторингу. Перспективным направлением использования результатов является также определение приоритетных веществ для контроля вторичного полимерного сырья и предупреждения их переноса в новую продукцию.

Оценка структуры и содержания диссертации

Диссертация изложена на 135 страницах и состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и семи приложений. Работа содержит 10 таблиц и 13 рисунков; список литературы включает 180 источников.

Во введении обоснована актуальность темы, определены цель и задачи, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость,

положения, выносимые на защиту, и личный вклад автора. Цель работы согласована с ее предметом и последующим изложением результатов.

В первой главе рассмотрены химический состав различных пластиков, функциональное назначение веществ добавок и пути их миграции веществ в природные и иные среды. Проанализированы международные соглашения и подходы к регулированию, а также требования к отдельным видам продукции.

Во второй главе охарактеризованы объекты, материалы и методы исследования. Представлена последовательность формирования исходной выборки, оценки опасности, распределения веществ по профилям и определения приоритетных направлений регулирования.

В третьей главе обоснованы критерии отнесения веществ, высвобождение которых при разложении отходов пластика способно оказать то или иной негативное воздействие на объекты живой природы, к определенным категориям. Рассмотрены основания для учета канцерогенности, мутагенности, репродуктивной токсичности, действия на эндокринную систему и водной токсичности. Немаловажное значение имеют представленные схемы классификации по свойствам PBT, vPvB, PMT и vPvM.

Четвертая глава содержит основной результат применения предложенного подхода. Представлена методология выборки веществ-кандидатов, оценка их токсикологических и эко-токсикологических характеристик и структура итогового перечня. Выделены группы веществ, для которых установлено сочетание опасных свойств, охарактеризованы их функциональное назначение и сферы применения. Описаны содержание эко-токсикологической базы данных и пятиэтапный алгоритм формирования перечня.

В пятой главе рассмотрены подходы к национальному регулированию в сфере обращения с веществами, используемыми для модификации пластических масс. Даны предложения по тому, чем можно в пластике заменить соединения свинца без утраты свойств конечного продукта, и как можно осуществить контроль остаточного содержания анилина и путей его миграции. Для дибутилфталата, диоктилфталата и диизобутилфталата предложены возможные запретительно-ограничительные меры по их применению, а также предложены заместительные альтернативы. Для наиболее распространенных полифторированных соединений предложен комплекс мер, которые могут снизить их опасность для объектов окружающей среды. Тем самым показано, что меры регулирования не обязательно должны носить запретительный характер.

Заключение, выводы и практические рекомендации отражают основные результаты исследования. Приложения дополняют текст документами о регистрации баз данных, правовой охране промышленных образцов и подготовке проекта стандарта. В целом материал изложен последовательно; иллюстрации и таблицы позволяют проследить связь между критериями отбора, результатами классификации и предложениями по регулированию.

Апробация результатов и личный вклад автора

По сведениям, приведенным в диссертации и в ее автореферате, по теме исследования опубликовано 14 научных работ, в том числе 6 статей в журналах, индексируемых в Scopus и Chemical Abstracts, и 8 иных публикаций, включая тезисы конференций. Результаты докладывались на всероссийских и международных научных конференциях по вопросам экологии, гигиены, токсикологии и химической безопасности.

Личный вклад А. К. Назаренко включает анализ источников, обоснование критериев отбора, разработку алгоритмов классификации, формирование перечня веществ-добавок, систематизацию токсикологических и эко-токсикологических характеристик, выделение приоритетных химических групп и подготовку подходов к их регулированию.

Замечания и вопросы по диссертационной работе

Выполненная на высоком научном уровне диссертационная работа Назаренко А.К. не лишена, тем не менее, некоторых недостатков.

1. Исходя из цели диссертационной работы и ее содержания использование в название «обеспокоенность» диссертации выглядит не очень удачным. Здесь более уместно говорить о риске, опасности, негативном влиянии.

2. В описании алгоритмов классификации PBT, vPvB, PMT и vPvM (с. 56–57) отсутствие необходимых данных и несоответствие установленным критериям приводят к одинаковому решению «нет». Правильнее было бы использовать результат «недостаточно данных для классификации» и дать предложения по дальнейшему рассмотрению таких веществ.

3. В разделе 5.4 (с. 92) дибутилтерефталат и диоктилтерефталат охарактеризованы как вещества, не обладающие опасными свойствами, и предложены в качестве безопасных аналогов. Однако исследования на животных показали, что при длительном воздействии этих веществ наблюдаются нарушения в работе центральной нервной системы и миокарда, а также изменения в крови.

4. Разработанные перечень и базы данных ориентированы на последующее их практическое использование. Поэтому было бы полезно конкретизировать порядок актуализации этой информации, если в дальнейшем появятся данные об их опасных свойствах. Такая процедура повысила бы устойчивость предложенного подхода при длительном использовании в экспертной и регуляторной практике.

Высказанные замечания относятся к детализации методики и уточнению интерпретации результатов. Они требуют пояснений, но не меняют общей положительной оценки разработанного подхода и научно-практической значимости выполненного исследования.

Заключение о соответствии диссертации установленным требованиям

Диссертация Назаренко А. К. «Научное обоснование подходов к выявлению и регулированию химических веществ, вызывающих обеспокоенность в составе пластика» представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой решена научная задача обоснования критериев и алгоритма выявления опасных химических веществ в составе пластиков и подходов к их национальному регулированию. Полученные результаты имеют важное значение для развития методов оценки экологической опасности пластиков и их отходов.

По актуальности, научной новизне, обоснованности основных результатов, теоретической и практической значимости диссертационная работа соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Ее автор, Назаренко Андрей Константинович, безусловно заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15. Экология.

Официальный оппонент:
научный руководитель ФГБУ
«Всероссийский научно-исследовательский
институт охраны окружающей среды»
доктор химических наук, профессор,
Соловьянов А. А.

Дата подписания: «16» октября 2026 г.
Контактные данные:
тел. +7 (495) 739-66-41, e-mail: soloviyanov@mail.ru
Специальность, по которой защищена
диссертация оппонента: 02.00.03 – Органическая химия
Адрес места работы: 117628, г. Москва, 36 км МКАД, влад. 1, стр. 4

Подпись Соловьянова А.А. удостоверяю: Начальник отдела кадров Ю. Е.И. Адонина

Дата: 16.10.2026 г. М. П.