

### **Отзыв официального оппонента**

Доктора технических наук, профессора В.М. Панарина  
на диссертацию Макаровой Анны Сергеевны

«Методическое обеспечение и компьютерные инструменты системного подхода к оценке воздействия на окружающую среду ртути и ее соединений», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (химическая технология)

**Актуальность темы исследования.** В диссертационной работе поставлена и решена актуальная научная проблема разработки методического обеспечения системного подхода к оценке воздействия на окружающую среду химических веществ (ОВОС), практически реализованного на примере анализа воздействия ртути и ее соединений. Важность научных исследований в области системного анализа и теории принятия решений по ОВОС химических веществ обусловлена следующими факторами: широким использованием химических веществ (в докладе ОЭСР отмечено, что за период с 2000 г. по 2009 г. в мире удвоились объемы продаж химических веществ и продолжают расти экспоненциально, в Российской Федерации химизация экономики - это одна из стратегических задач); использованием большого количества еще недостаточно изученных химических веществ, воздействие которых на окружающую среду может носить значимый и непредсказуемый характер, как это было, например, с фреонами или перфторсоединениями; отсутствием методологии системного подхода и комбинированных систем поддержки принятия решений по комплексной ОВОС для всех находящихся в обращении на исследуемой территории химических веществ.

Ртуть и ее соединения Распоряжением Правительства РФ от 8 июля 2015 г. № 1316-р «Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды» определены в Российской Федерации в качестве приоритетных загрязнителей для атмосферного воздуха, водных объектов, почв. Для принятия решений по минимизации воздействия ртути и ее соединений на окружающую среду на территории Российской Федерации предоставление наиболее полных сведений о объемах поступления этих веществ в различные подсистемы окружающей среды от различных источников и их последующего распределения в окружающей среде, дополнительными факторами, влияющими на принятие решения могут являться количество людей, проживающих на территории, подвергающейся негативному воздействию и эффективность принимаемых мер. Решение этих задач требует проведения системного анализа связей и закономерностей на протяжении всего жизненного цикла исследуемых веществ в окружающей среде.

Изложенные выше научные проблемы полностью свидетельствует о несомненной актуальности рецензируемой диссертационной работы.

#### **Общая характеристика работы.**

Целью диссертации является создание методического обеспечения и компьютерных инструментов системного подхода к принятию решений по ОВОС химических веществ и применение разработанных компьютерных инструментов для оценки и приоритизации по уровню опасности природно-техногенных источников поступления в окружающую среду ртути и ее соединений на территории Российской Федерации.

Для достижения поставленной цели автором диссертационной работы разработана комплексная методика системного подхода к принятию решений по ОВОС химических веществ на основе концепций «планетарных границ» и «экологического следа», а также использования процедур дифференцированного расчета констант скоростей переноса химических веществ в пресноводных объектах гидросферы.

Для поиска наиболее «узких мест» для приложения усилий в области снижения риска и опасности для окружающей среды, обусловленных обращением химических веществ, автором создана соответствующая методология с использованием которой выполнен обширный системный анализ социо-эколого-экономических индикаторов оценки воздействия химических веществ на окружающую среду в РФ, в качестве конкретных практических рекомендаций по снижению риска негативного воздействия на окружающую среду автор разрабатывает логико-вычислительные алгоритмы поддержки принятия решения по снижению воздействия на окружающую среду химических производств, химико-технологических систем и отдельных химических веществ.

Для использования разработанных методов и алгоритмов для ОВОС ртути и ее соединений автором собраны и проанализированы большие массивы разнородных данных по поступлению ртути и ее соединений в окружающую среду от различных природно-техногенных источников с использованием инструментов функционального логико-информационного моделирования, а также алгоритмов принятия решений по приобретению и обработке дополнительных массивов данных

**Научная новизна**, проведенного соискателем исследования состоит в следующем:

- 1) разработана комплексная методика ОВОС химических веществ (глава 2, пп.2.1 – 2.3);
- 2) предложен алгоритм расчета констант массопереноса химических веществ в гидросфере (глава 2, п.2.3);
- 3) выполнен системный анализ актуальности применения на производствах химических предприятий «зеленых» технологий (глава 3, п.3.3);
- 4) разработана и практически применена методика сбора и обработки больших массивов информации от населения по его осведомленности о потенциальных опасностях химических веществ (глава 3, п.3.4);
- 5) предложены оригинальные логико-вычислительные алгоритмы поддержки принятия решения по снижению воздействия на окружающую среду:
  - обработки информации от химических предприятий о воздействии на окружающую среду (глава 4, п.4.1);
  - поддержки принятия решений по выбору экологически безопасных химико-технологических систем (глава 4, п.4.2);
  - выбора приоритетных химических веществ по воздействию на окружающую среду в глобальном и региональном масштабе (глава 4, п.4.3);
  - многокритериального анализа вариантов замены производства и использования экологически опасных химических веществ с учетом экономических показателей эффективности (глава 4, п.4.4);
- 6) разработаны логико-информационные модели поступления ртути и ее соединений в окружающую среду от различных природно-техногенных источников (глава 5, п.5.2);
- 7) разработаны алгоритм и процедуры принятия решений по приобретению дополнительных данных о поступлении ртути и ее соединений в окружающую среду от различных химико-технологических систем (глава 6);

8) разработаны методика и алгоритмы компьютерного анализа различных сценариев поступления ртути и ее соединений в подсистемы окружающей среды (глава 7, п.7.2).

**Научно-практическая значимость** полученных результатов заключается в возможности оценить на основе имеющейся информации о поступлении химических веществ в окружающую среду их последующее распределение между подсистемами окружающей среды, а после итоговую концентрацию химических веществ в компонентах окружающей среды.

Применение результатов проведенных Макаровой А.С. исследований позволит принимать научно-обоснованные решения и по минимизации воздействия на окружающую среду химических веществ.

Особое практическое значение диссертации Макаровой А.С. состоит в том, что основные положения выводы и рекомендации диссертационной работы включены в научно-исследовательские отчеты ОАО «НИИ Атмосфера» охраны атмосферного воздуха», выполненные в рамках гранта РСА/2013/030 GLF-2310-2760-4C83 «Пилотный проект по формированию кадастра выбросов ртути в РФ» от 02.02.2013. Основные результаты диссертационной работы практически использованы при сборе, накоплении и обобщении больших массивов данных, необходимых для формирования кадастра источников поступления ртути и ее соединений в подсистемы окружающей среды в Российской Федерации и разработке критериев их приоритизации.

С использованием результатов диссертационной работы подготовлены научно-обоснованные предложения для Минприроды РФ по формированию национального плана действий по ратификации Минаматской конвенции о ртути. Научно-исследовательские разработки автора по оценке опасности химических веществ практически используются в деятельности ООО «Колтек-ЭкоХим» и ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации оборонной продукции и технологий».

Основные научно-практические результаты диссертационной работы практически использованы при разработке оригинальных курсов лекций и учебно-методических материалов для обучения студентов, а также при проведении курсов лекций по повышению квалификации для работников промышленности, читаемых автором в РХТУ им. Д.И.Менделеева в период с 2012 г. по настоящее время.

По целям, задачам и методам исследования, полученным новым научным положениям диссертация полностью соответствует паспорту специальности научных работников 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации», в том числе:

**Пункту 3** «Разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации» в части в части создания логико-информационных моделей поступления в окружающую среду химических веществ (глава 5, стр. 178 - 193).

**Пункту 4** «Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации» в части разработки алгоритмов системного подхода к: классификации уровня опасности химических веществ по воздействию на окружающую среду (Глава 3, раздел 3.1, стр. 86-93); принятия решений по оценке «химического следа» (Глава 2, раздел 2.2, стр.60-62); расчета констант скоростей переноса и миграции химических веществ в водной среде (Глава 2, раздел 2.4, стр.70-84); обработки информации о воздействии на окружающую среду предприятий (Глава 4, раздел 4.1, стр.140-152); поддержки принятия решений по выбору наиболее безопасных для окружающей

1. Диссертация посвящена решению актуальной проблемы – оценки воздействия на окружающую среду находящихся в обращении химических веществ, являющихся приоритетными загрязнителями окружающей среды, в глобальном и/или региональном масштабе. Цели и задачи диссертации обусловлены потребностями наук и практики.

2. Поставленная цель диссертационного исследования достигнута, и соответствующие задачи решены на достаточно хорошем научно-техническом уровне, текст и графический материал хорошо оформлен.

3. Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, направленную на получение новых знаний и информации, обладает несомненной научной новизной и доказательностью.

4. По тематике, методам исследования, предложенным научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации» (химическая технология).

На основании изучения содержания диссертации, автореферата диссертации, опубликованных автором научных работ, можно сделать **следующее заключение:**

диссертация А.С. Макаровой является завершённой научно-квалификационной работой, в которой предложены методические основы и компьютерные инструменты системного подхода к оценке воздействия на окружающую среду химических веществ, реализация которых позволит внести значительный вклад в повышение ресурсо-энергоэффективности и экологической безопасности промышленных технологий, что полностью соответствует пункту 9 «Положения о присуждении ученых степеней» в редакции Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842.

Соискатель – Макарова Анна Сергеевна – несомненно заслуживает присуждения ей ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (химическая технология)».

Автореферат и опубликованные работы в полной мере отражают основное содержание диссертации.

Заведующий кафедрой охраны труда  
и окружающей среды  
Тульского государственного университета,  
доктор технических наук  
лауреат премии Правительства РФ  
в области науки и техники

Почтовый адрес: 300600 г.Тула, проспект Ленина, 90

Телефон: +7 920-274-50-01

E-mail: panarin-tsu@yandex.ru

Даю согласие на обработку и использование персональных данных

Владимир Михайлович Панарин

«27» июля 2018 г.

