

Охрана окружающей среды и заповедное дело. 2025. Том 6. № 3. С. 87–94.
Environment protection and nature reserve management. 2025. Vol. 6. Ls. 3. P. 87–94.

Обзорная статья
УДК 504.054:504.064.36

ОБЗОР МОНОГРАФИИ О СВОДНЫХ РАСЧЕТАХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ КАК ОТПРАВНОЙ ТОЧКИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИБРИДНОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ВЫБРОСАМИ

**Михаил Владимирович Оводков¹, Александр Евгеньевич Закондырин²,
Валерий Николаевич Азаров³, Олег Александрович Марцынковский⁴,
Всеволод Вадимович Сухов⁵**

^{1,2,3,5}ФГБУ «ВНИИ Экология», г. Москва, Российская Федерация

⁴АО «НИИ Атмосфера», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

¹m.ovodkov@vniiecolology.ru, <https://orcid.org/0009-0003-4036-102X2>;

²reception@vniiecolology.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7900-2225>;

³azarovpubl@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0944-0232>;

⁴olegmarc@nii-atm.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1783-6253>;

⁵v.suhov@vniiecolology.ru, <https://orcid.org/0009-0004-3995-5151>.

Аннотация. Цель статьи – обозначить актуальность задачи по разработке гибридной модели управления выбросами и наметить контуры данной модели. Импульс для исследований в данной области дала научная монография «ВНИИ Экология», посвященная глубокому анализу сводных расчетов и представляющая собой отправную точку для осмысления и развития обозначенной модели.

Ключевые слова: атмосферный воздух, выбросы загрязняющих веществ, источники выбросов, сводные расчеты, гибридная модель

Для цитирования: Оводков М.В., Закондырин А.Е., Азаров В.Н., Марцынковский О.А., Сухов В.В. Обзор монографии о сводных расчетах загрязнения атмосферы как отправной точки для проектирования гибридной модели управления выбросами // Охрана окружающей среды и заповедное дело. 2025. Том 6. № 3. С. 87–94.

Review article

REVIEW OF A MONOGRAPH ON SUMMARY CALCULATIONS OF ATMOSPHERIC POLLUTION AS A STARTING POINT FOR DESIGNING A HYBRID EMISSIONS MANAGEMENT MODEL

**Mikhail V. Ovodkov¹, Alexander E. Zakondyrin², Valery N. Azarov³,
Oleg A. Martsynkovsky ⁴, Vsevolod V. Sukhov⁵**

^{1,2,3,5} FSBI «VNIIE Ecology», Moscow, Russian Federation;

⁴ JSC «Scientific Research Institute Atmosphere», St. Petersburg, Russian Federation.

¹ m.ovodkov@vniiecolology.ru , <https://orcid.org/0009-0003-4036-102X2>;

²reception@vniiecolology.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7900-2225>;

³azarovpubl@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0944-0232>;

⁴olegmarc@nii-atm.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1783-6253>;

⁵v.suhov@vniiecolology.ru, <https://orcid.org/0009-0004-3995-5151>.

Abstract. The purpose of the article is to identify the relevance of the task of developing a hybrid emissions management model and outline the contours of this model. The impetus for research in this area was given by the scientific monograph made by VNIИ Ekologiya, devoted to an in-depth analysis of summary calculations and representing a starting point for understanding and developing the designated model.

Keywords: atmospheric air, pollutant emissions, emission sources, hybrid monitoring, summary calculations

For citation: Ovodkov M. V., Zakondyryin A. E., Azarov V. N., Martsynkovsky O. A., Sukhov V. V. Review of a monograph on summary calculations of atmospheric pollution as a starting point for designing a hybrid emissions management model // Environment protection and nature reserve management. 2025. Vol. 6. No 3. P. 87–94.

Введение

В мае 2025 года вышла в свет подготовленная авторским коллективом «ВНИИ Экология» (Закондырин А.Е., Оводков М.В., Петров В.О., Шаргатова З.И.) монография «Научно-методологические основы сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха» [1]. Как известно, сводные расчеты загрязнения атмосферного воздуха (далее – СР) являются ключевым расчетно-аналитическим звеном эксперимента по квотированию выбросов, входящим в состав федерального проекта «Чистый воздух» (далее – ФПЧВ). Сегодня в периметр ФПЧВ и эксперимента входит 41 пилотный город нашей страны.

Монография стала как логическим завершением масштабной работы, выполненной ФГБУ «ВНИИ Экология» в 2022-2024 годах по проведению СР, так и явилась основой для постановки целого ряда вопросов научно-методологического характера, требующих системного решения в целях совершенствования действующей модели управления выбросами.

Какова актуальность, значимость и целевая аудитория монографии? Какие ключевые тенденции и проблемы применительно к действующей сегодня в нашей стране модели управления выбросами выявлены и проанализированы в работе? Почему монография может и должна рассматриваться как основа для нового направления воздухоохранной деятельности по разработке гибридной модели управления выбросами? Каковы контуры данной модели и ее основные элементы? Отвечая на эти вопросы, авторы статьи сходятся во мнении, что по итогам ФПЧВ и эксперимента по квотированию необходимо обеспечить не только ограничение выбросов до установленных целевых показателей, но и разработать гибридную модель управления выбросами, опирающуюся на современные методы и технологии расчетных и инструментальных оценок.

Основная часть

Как известно, в 2019 году на уровне руководства страны дан старт федеральному проекту «Чистый воздух» и входящему в его состав эксперименту по квотированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на основе СР. Результаты СР наряду с целевыми показателями снижения выбросов стали основой для квотирования конкретных промышленных и инфраструктурных объектов, то есть, основой для дополнительного существенного ограничения выбросов в сравнении с действующими нормативами ПДВ/НДВ. Очевидно, что в современных реалиях функционирования производственного комплекса страны решения по дополнительному ограничению выбросов связаны с большой ответственностью для госрегулятора. Ведь, как отмечено в монографии, масштабная реформа природоохранной сферы, инициированная в 2014 году с принятием Федерального закона от 21.07.2014 № 219-ФЗ, потребовала от крупных предприятий-природопользователей серьезных, если не сказать беспрецедентных, усилий по модернизации производственных мощностей в целях их приведения в соответствие с наилучшими доступными технологиями, а также по переходу на новые ме-

тоды производственного контроля выбросов с применением систем автоматического контроля промышленных выбросов (далее – САКВ).

Адаптация предприятий к новым требованиям не завершена по сей день. Так, даже сегодня из 5150 предприятий I категории негативного воздействия на окружающую среду к установленному сроку комплексные экологические разрешения (далее - КЭР) не получили 35% предприятий [2], а в конце 2023 года ситуация с КЭР вообще была близка к кризисной [3]. При том, что именно КЭР является основным разрешительным документом, своего рода экологическим паспортом, подтверждающим соответствие объекта современным экологическим требованиям. На этом фоне введение квот, как инструмента дополнительных ограничений выбросов для крупных предприятий, ставит как перед госрегулятором, так и перед квотируемыми объектами целый ряд вопросов в части обоснованности и целесообразности таких ограничений в каждом конкретном случае.

Тем не менее, с учетом накопившихся экологических проблем и объективно затянувшейся адаптацией объектов экономики к нововведениям экологической реформы, инициированной Федеральным законом от 21.07.2014 № 219-ФЗ, введение экспериментальной модели квотирования выбросов, как видится, стало своевременной и оправданной мерой реагирования на наиболее острые проблемы загрязнения воздуха в выбранных для квотирования пилотных городах [4].

Необходимой составляющей любого масштабного государственного проекта, к каковым относится ФПЧВ, является формирование актуального постоянно насыщаемого необходимыми сведениями информационного поля для всех его участников, без которого слаженное взаимодействие всех вовлеченных в проект сторон невозможны. В этой связи следует отметить большой вклад в формирование и развитие информационного поля ФПЧВ и эксперимента, который внес Проектный офис ФПЧВ. Кроме того, в Минприроды России организована специальная экспертно-совещательная площадка – Межведомственный экологический совет по проведению эксперимента по квотированию. Однако в среде участников эксперимента, то есть, среди экологических служб промышленных предприятий, региональных природоохранных органов, заинтересованного научного и экспертного сообщества, экологической общественности с момента старта эксперимента и вплоть до первых результатов квотирования в 12-и городах явно ощущался дефицит информации о расчетно-аналитических методах и технологиях, примененных при проведении СР, что закономерно обусловило некорректное толкование результатов СР и полученных на их основе квот. В связи с этим вполне ожидаемо возник запрос на структурированную методическую информацию, подробно раскрывающую тематику СР. Она должна включать от предпосылок для их использования в рамках ФПЧВ, через детальное описание методов и технологий сбора исходных данных и расчетно-аналитических закономерностей положенной в основу моделирования полей приземных концентраций теории атмосферной диффузии примеси, и до направлений анализа результатов СР с конкретными примерами выявления воздухоохраных проблем в пилотных городах, на которые необходимо акцентировать управленческое воздействие. Поэтому, подготовленная «ВНИИ Экология», монография восполнила указанный пробел в информационном поле ФПЧВ и эксперимента.

Тематика СР не нова. В монографии описаны первые подходы в данном направлении, реализованные еще в 80-х, 90-х годах прошлого века. Первые СР в рамках ФПЧВ были проведены научно-исследовательским институтом «НИИ Атмосфера». Именно они стали основой для моделирования квот для первой группы из 12-и пилотных городов. Данная работа выполнена «НИИ Атмосфера» в 2020-2021 годах, квоты были утверждены для квотируемых объектов в 2021-2022 годах.

Следствием усиления внимания руководства страны к вопросу ФПЧВ и квотирования стал перевод тематики СР в ведение Минприроды России. Как след-

ствие, существенно возросло и финансирование работ на проведение СР, а перечень пилотных городов расширился с 12 до 41. Кроме того, остались за рамками ФПЧВ, но по решению Правительства РФ вошли в периметр работ по подготовке СР города Салават и Стерлитамак.

Указанные обстоятельства позволили вывести направление СР в рамках ФПЧВ на новый технологический уровень, применить современные методы обработки и анализа информации, в том числе использовать технологии искусственного интеллекта, спутникового дистанционного зондирования и беспилотных летательных аппаратов при оценке выбросов от автотранспорта и автономных источников тепла частного сектора. Цель применения данных нововведений заключалась в обеспечении максимальной полноты и достоверности исходных данных для моделирования полей приземных концентраций в системе СР. Данные методы и технологии были применены для государственных экологических проектов впервые.

Вместе с тем даже сегодня, то есть по прошествии более 5 лет с даты старта эксперимента, далеко не все специалисты корректно интерпретируют результаты СР и перечень возможных к решению с их помощью задач. Так, до сих пор не всеми воспринимается **прогнозный** характер концентраций, моделируемых в системе СР. В связи с этим в монографии максимально подробно описана расчетно-аналитическая модель на основе теории атмосферной диффузии примеси, предназначенная для моделирования и прогноза концентраций ЗВ на заданном удалении от источника выброса при наличии **неблагоприятных для рассеивания метеорологических условий**. Указано о применении в качестве исходных данных **проектных, а не фактических** показателей выбросов. Не менее важно помнить и о **годовом периоде осреднения** моделируемых посредством СР максимальных разовых и долгопериодных концентраций. Также напомним, что несмотря на введение в 2021 году среднегодовых ПДК [5] в сводных расчетах использованы ранее действующие ПДК, для обеспечения преемственности с СР, выполненными до вступления в силу новых гигиенических нормативов.

В качестве примера не вполне корректного толкования результатов СР можно привести законопроект [6], согласно которому планируется закрепление понятия *«целевой показатель объема или массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух»*, предлагаемого к использованию в субъектах РФ, города которых получают право на введение аналога модели квотирования. Данный целевой показатель определяется законопроектом как *«...величина допустимого выброса, устанавливаемая с учетом определенных сводными расчетами загрязнения атмосферного воздуха значений концентраций загрязняющих веществ, выбросы которых влияют на превышение гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха, создают риски для здоровья человека на территории населенного пункта или его части.»*. В данной формулировке возможно усмотреть утверждение о фиксировании на основании СР не прогноза, а факта загрязнения, что противоречит используемой для проведения СР математической модели МРР-2017.

В связи с изложенным, во избежание некорректного толкования применения результатов СР хотелось бы рекомендовать монографию для широкого круга специалистов, причастных к воздухоохранной сфере.

Ключевая идея монографии изложена в заключении: ФПЧВ и эксперимент по квотированию на основе СР показали, что совершенствование государственной политики в области охраны атмосферного воздуха должно продолжаться в направлении нормирования выбросов путем широкого использования СР, опирающихся на постоянно совершенствуемую и пополняемую базу исходных данных. Развивая данный тезис, следует дополнить, что совершенствование расчетно-

аналитических и инструментальных методов в экологии должно развиваться в направлении сближения их функционала для обеспечения синергетического эффекта в деле управления выбросами. Примечательно, что вектор развития воздухоохранного законодательства развивается именно в этом направлении. Так, например, в связи с подготовкой законопроекта [7] планируется определение системы автоматического контроля выбросов дополнить темой предиктивного контроля, то есть контроля на основе технологий машинного обучения и искусственного интеллекта. Сегодня не вызывает сомнений, что системы САКВ могут и должны стать как инструментом для инвентаризации выбросов, так и источником исходных данных для проведения СР и квотирования. Не теряет актуальности и вопрос верификации результатов СР посредством данных постов контроля загрязнения атмосферы [8]. Решение этой задачи действующими Правилами проведения СР пока отрегулировано весьма поверхностно.

Все указанные блоки сбора и анализа информации о производительности источников и уровне загрязнения атмосферы, уже функционирующие в настоящее время, либо являющиеся перспективными (СР, САКВ, ПНЗ), способны при наличии научно обоснованной методологии их совместного использования в рамках гибридной модели управления выбросами обеспечить синергетический эффект, дав качественно новый функционал для мониторинга, контроля и управления выбросами и уровнем загрязнения воздуха в городе.

Не в меньшей степени требуется и развитие направления разработки и экспертизы методик расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников, ведь корректность таких методик напрямую определяет достоверность показателей выбросов, используемых в СР в качестве исходных данных, и, следовательно, квот. В этой связи следует отметить важность проводимой «ВНИИ Экология» работы по экспертизе методик расчета выбросов для принятия Минприроды России решения о включении методик в официальный перечень.

С учетом обозначенных инструментов регулирования выбросов считаем, что созданы предпосылки для формирования на их основе новой гибридной модели управления выбросами загрязняющих веществ в атмосферу (см. рис. 1).



Рисунок 1. Контуры гибридной модели управления выбросами

Figure 1. Outline of a hybrid emission control model

Источник: [1].

Схема представляет собой упрощённую картину, не раскрывающую всего многообразия функциональных взаимосвязей и информационных потоков, присущих данной модели. Тем не менее, уже на данном этапе проектирования представляется обоснованным утверждение о центральной роли СР. Именно они, вероятно, должны стать ядром системы, аккумулируя критически важные массивы данных, включающие в себя сведения о производительности источников выбросов, применяемых методах их оценки и характеристиках формируемых ими зон загрязнения атмосферы.

Анализ информационных источников показал, что в области гибридных методов и технологий управления выбросами отсутствует единообразный научно обоснованный подход к разработке и внедрению таких систем, что подчеркивает необходимость наращивания усилий в данном направлении.

Заключение

Следует констатировать, что в нынешнем формате реализации ФПЧВ и эксперимента по квотированию задача по совершенствованию действующей сегодня модели управления выбросами не ставится, за исключением пилотной апробации квотирования на основе СР. Авторы считают это значительным недостатком ФПЧВ, который, по их мнению, должен стимулировать развитие современных инструментальных, расчетных и аналитических методов и технологий охраны атмосферного воздуха, а также разработку методологии для достижения синергии от их совместного использования.

Подготовленная «ВНИИ Экология» монография [1] рассматривается авторами в качестве отправной точки для формирования нового научно-методологического направления воздухоохранной деятельности, связанного с развитием гибридной модели управления выбросами.

Дальнейшее развитие данного направления требует сконцентрировать усилия исследователей на следующих задачах:

1. Совершенствование модели СР и направлений ее применения в системе регулирования выбросов.
2. Развитие методологии верификация сводных расчетов по данным государственного экологического мониторинга, устраняющей противоречия между определением фоновых концентраций и квотированием выбросов, обозначенных в статье [9].
3. Тонкая донастройка теории квотирования выбросов в направлении устранения ряда методологических и правовых пробелов.
4. Наделение систем САКВ новыми функциями, позволяющими использовать их для инвентаризации выбросов и подготовки исходных данных для СР.
5. Совершенствование методов расчёта выбросов от стационарных промышленных источников, в частности, путём внедрения самообучающихся алгоритмов, основанных на машинном обучении и искусственном интеллекте.
6. Разработка концепции гибридной модели управления выбросами, сочетающей передовой функционал экологического моделирования, прогноза и оценок.

Источники

1. Закондырин, А.Е.; Оводков, М.В.; Петров, В.О.; Шаргатова, З.И. Научно-методологические основы сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха: [монография] / А.Е. Закондырин, М.В. Оводков, В.О. Петров, З.И. Шаргатова – М.: ВАШ ФОРМАТ, 2025. – 272 с.
2. Росприроднадзор проверит предприятия, не подавшие заявки на получение КЭР // Росприроднадзор: — URL:

https://rpn.gov.ru/press/news/rosprirrodnadzor_proverit_predpriyatiya_ne_podavshie_zayavki_na_poluchenie_ker/ (дата обращения: 16.09.2025).

3. Организационные, регуляторные и административные вопросы получения комплексных экологических разрешений (КЭР) // Соловьянов А.А. // Охрана атмосферного воздуха. Новые подходы и пути решения: сборник трудов к XXV экологическому Конгрессу «Атмосфера» / под ред. канд. геогр. наук В. А. Коплан-Дикс. — Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. — С. 56-66.

4. Воздухоохранная деятельность вчера и сегодня. Безопасность. Право. Стратегия. // Оводков М.В., Петров В.О. // Охрана атмосферного воздуха. Новые подходы и пути решения: сборник трудов к XXVI экологическому Конгрессу «Атмосфера» / под ред. канд. геогр. наук В. А. Коплан-Дикс. — Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2025. — С. 6-24.

5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

6. Проект Федерального закона № 159826 «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха».

7. Проект Федерального закона № 159945 «О внесении изменений в статьи 1 и 67 Федерального закона «Об охране окружающей среды».

8. Вопросы сопоставления сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха с данными государственного мониторинга / М. В. Оводков, В. О. Петров, В. В. Сухов, В. Н. Азаров // Охрана окружающей среды и заповедное дело. — 2024. — № Том 5. № 2. — С. 66–82.

9. Обзор актуальных проблем квотирования выбросов / М. В. Оводков, В. О. Петров, В. В. Сухов // Охрана атмосферного воздуха. Новые подходы и пути решения: сборник трудов к XXVI экологическому Конгрессу «Атмосфера» / под ред. канд. геогр. наук В. А. Коплан-Дикс. — Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2025. — С. 64-73.

References

1. Zakondyrin, A.E.; Ovodkov, M.V.; Petrov, V.O.; Shargatova, Z.I. Scientific and methodological foundations of summary calculations of atmospheric air pollution: [monograph] / A.E. Zakondyrin, M.V. Ovodkov, V.O. Petrov, Z.I. Shargatova – M.: YOUR FORMAT, 2025. – 272 p.

2. Rosprirrodnadzor will check the enterprises that have not applied for CER // Rosprirrodnadzor: — URL: https://rpn.gov.ru/press/news/rosprirrodnadzor_proverit_predpriyatiya_ne_podavshie_zayavki_na_poluchenie_ker/ (date of access: 09/16/2025).

3. Organizational, regulatory and administrative issues of obtaining integrated environmental permits (CER) // Solovyanov A.A. // Protection of atmospheric air. New approaches and solutions: proceedings for the XXV Ecological Congress «Atmosphere» / ed. by Candidate of Geographical Sciences V. A. Koplan-Dix. Saint Petersburg: POLYTECH PRESS, 2024, pp. 56-66.

4. Air protection activities yesterday and today. Safety. Right. Strategy. // Ovodkov M.V., Petrov V.O. // Protection of atmospheric air. New approaches and solutions: proceedings for the XXVI Ecological Congress "Atmosphere" / ed. by Candidate of Geographical Sciences V. A. Koplan-Dix. Saint Petersburg: POLYTECH PRESS, 2025. pp. 6-24.

5. SanPiN 1.2.3685-21 «Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans».

6. Draft Federal Law No. 159826 "On Amendments to the Federal Law «On Atmospheric Air Protection».

7. Draft Federal Law No. 159945 "On Amendments to Articles 1 and 67 of the Federal Law «On Environmental Protection».

8. Issues of comparing summary calculations of atmospheric air pollution with state monitoring data / M. V. Ovodkov, V. O. Petrov, V. V. Sukhov, V. N. Azarov // Environmental protection and conservation. — 2024. — no. Volume 5. no. 2. — pp. 66-82.

9. Review of current problems of emission quotas / M. V. Ovodkov, V. O. Petrov, V. V. Sukhov // Protection of atmospheric air. New approaches and solutions: proceedings for the

XXVI Ecological Congress «Atmosphere» / ed. by Candidate of Geographical Sciences V. A. Koplan-Dix. Saint Petersburg: POLYTECH PRESS, 2025, pp. 64-73.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 15.09.2025; одобрена после рецензирования 20.09.2025; принята к публикации 22.09.2025.

The article was submitted 15.09.2025; approved after reviewing 20.09.2025; accepted for publication 22.09.2025.