



УТВЕРЖДАЮ
Директор Института
оптики атмосферы
им. В.Е Зуева СО РАН

 И.В. Пташник

«17» 02 2021 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – на диссертационную работу Штабкина Юрия Александровича «Региональные источники тропосферного озона в Северной Евразии», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы

Целью данной работы является количественная оценка вклада региональных климатически значимых антропогенных и биогенных источников эмиссий различных соединений в общее содержание и фотохимическую генерацию озона в нижней тропосфере в Северной Евразии. Актуальность исследования обусловлена, с одной стороны, физико-химическими свойствами самого озона, оказывающего крайне негативное воздействие на биологические и неживые объекты окружающей среды. С другой стороны, на такой огромной территории как Северная Евразия отсутствует государственная сеть мониторинга озона и озonoобразующих газов. Отсутствие информации очень затрудняет планирование социально-экономического развития региона, поскольку невозможно учесть заболеваемость населения, потери урожая, износ объектов инфраструктуры и т.п.

В ходе проведенного исследования автором впервые проведена количественная оценка вкладов климатически значимых природных и

антропогенных источников эмиссий в Северной Евразии в наблюдаемую сезонную изменчивость СО и Оз в центральной Сибири. Получены оценки величины эффективности производства озона и пространственного распределения данной величины над континентом; для рассматриваемых регионов Северной Евразии. Оценены вклад процессов фотохимического производства, стока на подстилающую поверхность, зонального, меридионального и вертикального переноса в региональный баланс тропосферного озона на сезонном масштабе.

Диссертационная работа состоит из трех глав, введения и заключения. Содержит 114 страниц, 22 рисунка и 7 таблиц, список цитируемой литературы состоит из 114 наименований.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, представлен краткий обзор предшествующих работ, сформулированы основные цели и задачи, а также перечислены главные результаты работы.

В первой главе приводится подробное описание проведенных исследований приземного озона над континентальными районами Северной Евразии. Дается информация об используемой для численных расчетов модели. Дано описание высотной мачты ZOTTO, используемого на ней приборного комплекса и наблюдений приземного содержания СО, NO_x и Оз. Охарактеризованы результаты валидации транспортно-химической модели.

Во второй главе исследуется влияние климатически значимых природных и антропогенных источников эмиссий в Северной Евразии на наблюдаемую сезонную изменчивость приземного содержания оксида углерода и озона в Северной Евразии. Дано описание используемых для численных расчетов сценариев биогенных и антропогенных эмиссий. Количественные оценки вклада природных и антропогенных эмиссий в поле концентрации СО в нижней тропосфере были выполнены для каждого из 8 регионов. Сделаны оценки вклада дальнего переноса от крупномасштабных источников атмосферного загрязнения в наблюдаемую сезонную изменчивость приземного содержания СО. По методу анализа обратных

траекторий была рассчитана двумерная функция вклада источника, позволяющая выполнить пространственную локализацию основных региональных источников СО. В заключительном разделе собраны сводные количественные оценки влияния эмиссий СО по данным антропогенных, биогенных и природные источников на состав воздуха в Центральной Сибири по результатам численных экспериментов.

Третья глава посвящена изучению влияния климатически значимых региональных источников эмиссий $\text{NO}_x(=\text{NO}+\text{NO}_2)$ и биогенных летучих органических соединений на фотохимическую генерацию приземного озона в Северной Евразии. Подробно рассмотрены режимы фотохимической генерации озона в фотохимической системе, приведены основные реакции, описывающие процессы генерации и стока озона. Определено понятие эффективности производства озона, как количество произведенных его молекул в расчете на одну молекулу NO_x , поступившую в атмосферу из источника выброса. Представлены результаты расчетов полей O_3 при последовательном уменьшении эмиссий NO_x и ЛОС в рассматриваемых регионах на 50 и 100 % от базовой величины.

В заключении отмечается, что по результатам численного моделирования установлен среднеширотный крупномасштабный шлейф загрязненного воздуха, формируемый антропогенными источниками эмиссий в наветренной зоне: промышленные регионы Сибири, ЕТР и Западной Европы. Наличие данного шлейфа контролирует основные свойства нижней тропосферы над континентом до Восточной Сибири включительно, в то время как далее к востоку (Приморский Край) преобладающую роль начинают играть эмиссии северного Китая и индустриальных районов Юго-Восточной Азии в целом.

Полученные в рамках диссертационной работы результаты имеют большую научную и практическую значимость. Выполненная оценка вклада региональных источников разной природы в общее содержание озона на огромной территории Евразии, при отсутствии данных измерений, позволяет

проводить моделирование воздействия состава воздуха на объекты окружающей среды. Данные могут использоваться при инвентаризации природных и антропогенных источников загрязнений на территории Российской Федерации и учитываться при разработке национальной стратегии по защите окружающей среды и предотвращении чрезвычайных ситуаций, связанных с загрязнением воздушной среды в результате природных катаклизмов и климатических изменений. Результаты могут быть полезны для подготовки рекомендации в нормативно-правовой сфере, направленных на смягчение последствия климатических изменений и роста антропогенной нагрузки на природно-климатические системы в России в 21-м веке. Полученные данные целесообразно использовать для разработки учебно-методических пособий по курсам начального образования, разработки спецкурсов для студентов ВУЗов по разделам «Физика и химия атмосферы» и «Экология».

Результаты диссертационной работы могут использоваться в МГУ, СПбГУ, ЦАО, ГГО, Гидрометецентре РФ, ПГИ РАН, ИОА СО РАН, ИМКЭС СО РАН, ИВМиМГ СО РАН, ИХКГ СО РАН, ИСЗФ СО РАН, ЛИН СО РАН, ИКФИА СО РАН, ИЛ СО РАН и др.

Вместе с тем работа не лишена недостатков.

1. Работа перегружена защищаемыми положениями. Их шесть. Выбрана неудачная форма их изложения. Каждое из них, по сути представляет собой аннотацию отдельного результата, а не его научное обобщение.
2. Автор вводит термин «фотохимический возраст воздушной массы», который предлагается оценивать по соотношению NO_x/NO_y . Если речь идет о внутрисуточном процессе, то такой подход в принципе возможен. Если же о многодневном, то вряд ли. В большом количестве работ показано, что оксиды обоих семейств и NO_x , и NO_y в ночное время активно участвуют в обычных химических процессах в атмосфере. В их ходе (без фотохимии) соотношение NO_x/NO_y может сильно измениться.

3. Вызывает сомнение также утверждение автора, что сезонное (зимнее) увеличение концентрации СО в районе Зотино обусловлено его переносом из промышленных зон Сибири. Скорее это отражение сезонного уменьшения высоты слоя перемешивания, когда в зимнее время в разы уменьшается его высота, а равно и объем рассеивания примесей.
4. В тексте, при интерпретации результатов, часто упоминается, что станция ZOTTO периодически оказывается под воздействием шлейфов выбросов из Западной Европы. Здесь нужно было бы подтвердить такое утверждение обратными траекториями. Поскольку в ходе реализации проекта YAK-AEROSIB было теоретически и экспериментально показано, что до высоты 2000 метров Уральские горы являются механическим препятствием для прямого переноса. Поэтому западноевропейские примеси поступают на территорию Сибири, либо по северным, либо по южным обтекающим горы траекториям.
5. Трудно также согласиться и с выводом об однородности фотохимической системы над Евразийским континентом, который сделан на основании одномодовости годового хода, в некоторых, редко расположенных точках наблюдений. По данным измерений вероятность появления одномодового годового хода озона близка к двухмодовой. И его тип в основном зависит от погоды в весенний период. При ранней весне, а затем похолодании, годовой ход озона, как правило, двухмодовый с максимумами в апреле и июле. И невозможно представить, чтобы на такой огромной территории, как Евразия наблюдалась одинаковая погода в течение большей части года.

Отмеченные недостатки не снижают ценности работы, выполненной на высоком профессиональном уровне, написанной на актуальную тему и характеризующейся наличием научной новизны.

Автореферат полностью соответствует основному содержанию диссертационного исследования.

Результаты работы докладывались автором на российских и на международных научных конференциях, школах и семинарах. Основные результаты диссертации опубликованы в 22 работах, из которых 4 вышли в отечественных и зарубежных рецензируемых журналах.

Таким образом, диссертационная работа Штабкина Юрия Александровича «Региональные источники тропосферного озона в Северной Евразии», соответствует требованиям пунктов 9-10 Положения о присуждении Ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы.

Отзыв подготовлен доктором физико-математических наук, профессором, заведующим лабораторией климатологии атмосферного состава Беланом Борисом Денисовичем, рассмотрен и одобрен на заседании отделения Радиационных составляющих климата ФГБУН Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, протокол № 1 от «15» февраля 2021 года.

Руководитель отделения
Радиационных составляющих климата,
д.-ф.-м.н., профессор
специальность 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы

М.В. Панченко

Я, Панченко Михаил Васильевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанных с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

Заведующий лабораторией климатологии
атмосферного состава,
д.-ф.-м.н., профессор
специальность 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы

Б.Д. Белан

Я, Белан Борис Денисович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанных с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку



Подписи заверяю
Ученый секретарь
К.ф.-м.н.

О.В. Тихомирова