

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
кандидата биологических наук Беляковой Ольги Ивановны
на диссертационную работу Бахаране Валериена
«Оценка уровня загрязнения воздуха и его влияния на здоровье
человека в странах Восточной Африки», представленную на соискание
ученой степени кандидата биологических наук
по специальности 1.5.15 – Экология (биологические науки)

Актуальность темы. Тема диссертационной работы является остроактуальной, поскольку напрямую касается одной из глобальных экологических проблем современности - загрязнению атмосферного воздуха.

Проблема загрязнения воздуха важна для всех стран на планете, поскольку является одной из важнейших экологических причин, возникновения заболеваний человека, зачастую приводящих к увеличению смертности, и занимает второе место среди факторов риска смерти. Наибольшее количество заболеваний, возникающих в результате воздействия этого фактора, приходится на Африку и Южную Азию.

В настоящее время большое количество стран африканского континента, проходят период бурного экономического развития, негативным последствием которого является ухудшение качества воздуха, приводящее увеличению смертности и заболеваемости людей в регионе.

Учитывая общую тенденцию, сопровождающую ускорение экономического развития стран в регионе: рост населения, промышленная революция и ускоренная урбанизация, а также отсутствие должного внимания к проблеме загрязнения воздуха возникла острая необходимость исследований в этом направлении. Подобные исследования важны для контроля уровня загрязнения воздуха, выявления его источников, воздействия загрязнения воздуха на здоровье человека. Без таких знаний невозможна разработка мер по борьбе с деградацией окружающей среды, сохранения здоровья населения.

В отдельных странах африканского континента такие исследования проводятся, но их недостаточно. Представленная работа важна и интересна тем, что она заполняет пробелы в исследовании загрязнения воздуха и его влияния на здоровье человека в обширном регионе Восточной Африки. Кроме того, автором впервые наиболее полно была проведена оценка уровня загрязнения воздуха и его влияния на здоровье человека сразу в нескольких странах Восточной Африки.

Это даёт возможность провести сравнительное исследование воздействия загрязнения воздуха и его последствий для здоровья населения в этих странах, чтобы оценить уровень борьбы с загрязнением воздуха в каждой отдельно взятой стране и, таким образом, определить эффективность общих мер по борьбе с загрязнением воздуха, разработанных странами-участницами.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Используемые автором методы исследования позволяют сделать научно обоснованные выводы и практические рекомендации. Степень достоверности результатов проведённых исследований обеспечивается использованием современных методов исследования, а результаты анализа проводятся по общепринятым методикам, что гарантирует возможность их воспроизведения в последующем. Все полученные результаты имеют статистическую оценку (р-значимости). Представленный материал в полной мере позволяет обосновать основные положения диссертации, сделать выводы и заключение о достоверности представленных данных.

Исследование сочетает в себе наземный мониторинг, дистанционное наблюдение и методику повторного анализа моделей концентраций загрязняющих веществ в воздухе, а также их воздействия на здоровье человека. Выбросы загрязняющих веществ были смоделированы с использованием пакета программ HEMCO (Harmonized Emissions Component) и проанализированы путем определения основных статистических показателей. Анализ основных статистических тенденций проводился с использованием теста тренда Манна-Кендалла с использованием пакета программ Python.

В диссертационной работе были использованы данные спутниковых наблюдений с очень высоким пространственным разрешением, на основе чего проведено моделирование состояния воздуха в регионе для оценки его качества. Метеорологические данные, данные о землепользовании и характеристиках были получены из базы данных MERRA-2 – комплексного набора данных атмосферного реанализа, разработанного Управлением глобального моделирования и ассимиляции (GMAO) NASA, с использованием комбинации спутниковых наблюдений и современных климатических моделей. Использование многоуровневого моделирования в данном исследовании представляет собой инновационную методологию для понимания взаимосвязи между социально-экономическими факторами, загрязнением воздуха и последствиями для здоровья человека. Для этого были построены модели Множественной линейной регрессии (МЛР) и логистической регрессии для оценки воздействия загрязнения на здоровье человека и влияния загрязнения воздуха на развитие ребёнка.

Полученные автором научные результаты, выводы и практические рекомендации научно обоснованы, статистически достоверны, аргументированы, удовлетворяют современным требованиям и соответствуют названию диссертации, цели и поставленным задачам.

Научная новизна исследований, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

В работе впервые представлены данные по уровню загрязнения атмосферного воздуха на большой территории Восточно-Африканского региона в разных странах и проведена сравнительная оценка их загрязнения.

Дана многолетняя динамика концентрации загрязняющих веществ и проведен комплексный анализ их воздействия на здоровье населения каждой из этих стран.

Исследование не только дополнило существующие данные по воздействию загрязнения воздуха на организм, но здесь впервые приведены оценки комбинированного воздействия загрязняющих веществ, таких как бытовые загрязнители воздуха, образующиеся при сжигании твёрдого топлива, мелкодисперсные частицы, озон, диоксид серы и оксид углерода, на здоровье человека.

Благодаря применению инновационного метода многоуровневого моделирования загрязнения воздуха, объединяющей существующие массивы данных кадастров загрязнителей, в этом исследовании впервые приведены оценки потенциальных источников загрязнения в регионах. Выявлено, что основными источниками СО и оксидов азота (NO_x) является сжигание биомассы; в то время, как SO_2 преобладают в выбросах вулканов и автомобильного транспорта. Показано, что доминирующими источниками роста загрязнения воздуха в регионе являются домохозяйства, производство энергии и автотранспорт.

Впервые выявлены зависимости между загрязнением воздуха, уровнем смертности и развитостью растительного покрова в данном регионе

Впервые получена количественная оценка уровня и общая тенденция загрязнения воздуха не только в исследуемом регионе, но и в отдельных городах каждой из стран Восточной Африки и проведен сравнительный анализ этих данных. Впервые получены оценки вреда для здоровья человека, связанные с загрязнением воздуха, такие как, снижение ожидаемой продолжительности жизни при рождении в условиях загрязнённого воздуха и выявлена высокая корреляция между концентрацией токсикантов и уровнем смертности взрослого населения для всего исследуемого региона.

Значимость для науки и практики полученных автором результатов.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов диссертационной работы Бахаране Валериена подтверждена актуальностью выбранной темы, адекватностью поставленной цели и задач.

Результаты диссертационной работы Бахаране Валериена являются научно значимыми для понимания оценок загрязнения воздуха и степени его воздействия на здоровье людей в Восточно-Африканском регионе. Полученные результаты позволяют обосновывать необходимость срочных мер, ориентированных на защиту здоровья населения. Публикация полученных данных побудит правительства повысить осведомлённость общества о загрязнении воздуха и стимулировать инвестиции в эпидемиологические исследования загрязнения воздуха. Все это поможет выявить и устранить недостатки в работе государственных природоохранных органов и стимулировать их на борьбу с загрязнением воздуха в различных регионах Африки

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати.

По материалам диссертации опубликовано 9 статей. Из них 4 статьи были опубликованы в научных журналах, индексируемых в базы данных Scopus и/или Web of Science, 1 статья в журнале, индексируемом в РИНЦ, 2 статьи в региональных изданиях материалов симпозиумов и конференций, и 2 статьи в научных журналах, индексируемых в Google Академии. Результаты исследований доложены на пяти международных научных конференциях. Опубликованные работы и содержание автореферата полностью соответствуют основным положениям текста диссертационной работы.

Общая структура и содержание диссертационной работы.

Работа оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к рукописям диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и списка использованной литературы. Основной текст работы составляет 122 страницы, в том числе 28 рисунков и 22 таблицы. Общий обзор литературы включает 229 источников. Работа изложена на 150 страницах машинописного текста. Объем исследований достаточный для решения поставленных задач.

Во введении излагается актуальность исследования и степень разработанности темы, сформулирована цель, которая полностью раскрывают поставленные задачи, представлена научная новизна, теоретическая и практическая значимость, положения, выносимые на защиту и данные об апробации работы.

В первой главе проведен обзор литературных данных. Он отражает имеющиеся представления по загрязнению воздуха в странах Восточной Африки, потенциальных загрязнителях и их влиянию на здоровье людей. Представлены сведения об исследованиях, проведенных ранее в этом регионе, с целью выявления пробелов в существующей литературе.

Во второй главе, которая включает три подраздела, описаны материалы и методы, используемые при выполнении исследований. Дано описание стран, в которых проводилось исследование, обоснован их выбор. Подробно перечислены базы данных по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу, влиянию их на здоровье населения. Изложена методология анализа данных, программы, использованные в исследованиях. Статистический анализ и модели были выполнены с использованием программного обеспечения Python, R (версия 4.3.1), ArcGIS Pro и CDO (Climate Data Operators) в дополнение к Microsoft Excel.

В третьей главе, которая включает два подраздела, проведена оценка техногенных и антропогенных факторов и структуры загрязнения воздуха в разных странах в динамике (за 25 лет). Выявлены источники конкретных выбросов ($\text{TC}_{2,5}$, CO, NO_2 и SO_2). Была проведена не только среднегодовая оценка концентрации твердых частиц ($\text{TC}_{2,5}$) в четырех столицах, но также средняя суточная и еженедельная концентрация. Выявлено превышение

директивы ВОЗ по среднегодовому уровню разных загрязнителей на всех территориях.

В четвертой главе, которая включает четыре подраздела, представлена оценка вреда для здоровья, связанного с загрязнением воздуха в странах Восточной Африки. Доказано сокращение продолжительности жизни из-за загрязнения воздуха. Дана оценка ожидаемой продолжительности жизни при рождении с учётом причин смертности, зависимость продолжительности жизни от различных причинно-следственных связей. Показана взаимосвязь между загрязнением воздуха, озеленённостью и распространённостью инсульта. Показано влияние независимых переменных, в том числе роль загрязнения воздуха, на ожидаемую продолжительность жизни при рождении. Проведен корреляционный анализ переменных, рассматриваемых в данном исследовании.

В «Заключении» обсуждаются полученные результаты исследования, сравнивая их с доступными данными литературы по теме диссертации. Сформулированные в итоге выводы в полном объеме отражают основные положения работы и отвечают поставленным задачам. Выводы и практические рекомендации являются логическим завершением диссертационной работы, выполненной с применением современных научно-методических подходов, соответствуют поставленным задачам и в полной мере отражают полученные результаты.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации.

Автореферат диссертации оформлен в соответствии с требованиями, отражает основное содержание работы и научных публикаций, раскрывает основные положения, выносимые на защиту.

Замечания по работе.

Принципиальных замечаний к диссертационной работе соискателя нет. Имеются замечания редакционного характера, которые не влияют на общую положительную оценку выполненного исследования. В процессе ознакомления с работой возникли следующие вопросы:

1. В части работы, где рассматривается помесечная изменчивость выбросов за 2022 год (рисунок 8), не совсем понятно, это усредненные данные по 5 странам (Бурунди, Кения, Объединённая Республика Танзания, Руанда и Уганда), на которые заявлен основной упор, или по всем 14 странам, многолетняя динамика выбросов которых представлена ниже на рисунке 9 (по данным EDGAR)? В этих двух вариантах суммарные вклады загрязнителей могут отличаться.

2. Как можно объяснить повышение концентрации в воздухе SO_2 с июня по сентябрь в данных HEMCO по сезонной изменчивости выбросов в 2022 году (рисунок 8)?

3. Рассматривая процентный вклад различных источников по выбросам пыли ($\text{TC}_{2,5}$) видно (рисунок 12), что подавляющую часть его (78,3%) вносят жилой сектор и неорганизованные выбросы от твёрдого топлива (7,1%). Есть

ли данные по вкладу в выбросы твердых частиц естественных природных факторов (пыльные бури и пр.)?

Заключение. Диссертационное исследование Бахаране Валериена является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение научной задачи по оценке уровней загрязнения воздуха и его влияния на заболеваемость и смертность людей в странах Восточной Африки: Бурунди, Кении, Руанде, Танзании и Уганде, имеющей важное научное и практическое значение для понимания оценок загрязнения воздуха и степени его воздействия на здоровье людей в Восточно-Африканском регионе. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата биологических наук, согласно п. 2.2 раздела II (кандидатская) Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», утвержденного ученым советом РУДН протокол № УС-1 от 22.01.2024 г., а её автор, Бахаране Валериен, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15 – Экология (биологические науки).

Официальный оппонент:
Белякова Ольга Ивановна
Доцент кафедры охраны труда
и окружающей среды механико-
технологического факультета ФГБОУ
ВО «Юго-Западный государственный
университет»

23.12.2025

О.И. Белякова



О.И. Белякова

А.А. Чамкина

305040, г.Курск, ул. 50 лет Октября, 94
+7(4712)50-48-00
rector@swsu.ru

