

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА

Носиров Илхом Аббосович

Ферганский государственного технического университет, профессор кафедры

“Менеджмент и маркетинг”

доктор экономических наук, профессор

***Аннотация.** Загрязнение воздуха в последние годы рассматривается не только как экологическая и медико-демографическая проблема, но и как значимый фактор снижения производительности труда и эффективности производства. Цель статьи — проанализировать механизмы влияния загрязнения атмосферного воздуха на трудовую отдачу работников и производственные результаты предприятий, а также показать, как этот эффект проявляется в условиях Узбекистана. Методологическую основу исследования составили сравнительный анализ зарубежных, российских и узбекских научных работ, обобщение эмпирических результатов, а также анализ статистических данных Узбекистана и международных организаций за 2020–2025 годы. Установлено, что ухудшение качества воздуха воздействует на экономические результаты через рост заболеваемости, абсентеизма, снижение когнитивной и физической работоспособности, ухудшение концентрации внимания и повышение производственных рисков. По данным State of Global Air, в 2021 году загрязнение воздуха способствовало 8,1 млн смертей в мире; по данным UNDP, только загрязнение воздуха приводит к потере 1,2 млрд рабочих дней ежегодно. Для Узбекистана проблема особенно актуальна: согласно World Bank, ежегодный ущерб здоровью от PM_{2.5} в стране достиг 6,5% ВВП, а для Ташкента оценены около 3 тыс. преждевременных смертей в год и потери благосостояния населения на уровне 488,4 млн долл. США. Показано, что загрязнение воздуха следует рассматривать как фактор снижения не только общественного здоровья, но и конкурентоспособности экономики. В статье предложены практические меры по снижению экономических потерь через усиление экологической политики, мониторинга, транспортной и промышленной модернизации. [1–4]*

***Ключевые слова:** загрязнение воздуха, производительность труда, эффективность производства, PM_{2.5}, экологическая экономика, здоровье работников, экономические потери.*

ВВЕДЕНИЕ.

Загрязнение атмосферного воздуха стало одним из наиболее значимых ограничителей устойчивого социально-экономического развития. Сегодня оно влияет не только на уровень смертности и заболеваемости, но и на качество человеческого капитала, устойчивость производственных систем, инвестиционную привлекательность территорий и макроэкономическую динамику. По оценке State of Global Air 2024, в 2021 году загрязнение воздуха способствовало 8,1 млн смертей в мире, то есть более чем одной из восьми смертей. Всемирная организация здравоохранения связывает загрязнение воздуха с инсультом, ишемической болезнью сердца, хронической

обструктивной болезнью легких, раком легкого и пневмонией [1; 2].

Экономическая значимость проблемы усиливается тем, что загрязнение воздуха снижает трудовую отдачу не только через тяжелые заболевания, но и через более «скрытые» каналы: повышение утомляемости, снижение скорости принятия решений, ухудшение концентрации, рост числа пропусков рабочих дней и снижение качества выполняемых операций. В Guidance Note UNDP отмечается, что загрязнение воздуха ежегодно приводит к потере 1,2 млрд рабочих дней в мире, а глобальные издержки от его влияния на здоровье оцениваются в 8,1 трлн долл. США, или 6,1% мирового ВВП [3].

В последние годы усилился интерес к изучению связи между качеством воздуха и экономической результативностью работников. Зарубежные исследования показали, что загрязнение воздуха влияет как на физически тяжелый труд, так и на занятость в сфере услуг и на высококвалифицированные виды деятельности. Так, Graff Zivin и Neidell установили, что снижение концентрации озона на 10 ppb повышает производительность сельскохозяйственных работников на 4,2%; Chang et al. показали снижение продуктивности работников call-центров в Китае; Fu, Viard и Zhang оценили, что снижение PM_{2.5} на 1 мкг/м³ повышает производительность в китайской промышленности на 0,82% [4–6]. OECD в 2025 году, обобщая европейские микроэкономические данные более чем по 2,5 млн компаний в 22 странах, показала, что рост PM_{2.5} на 1 мкг/м³ вызывает снижение производительности труда на 0,55% [7].

Для стран с переходной экономикой и государств Центральной Азии вопрос особенно актуален. World Bank в докладе по Центральной Азии подчеркивает, что среднегодовые концентрации PM_{2.5} в регионе в ряде случаев в 6–12 раз превышают ориентир ВОЗ в 5 мкг/м³, а ежегодные издержки для региона от последствий PM_{2.5} для здоровья оцениваются в 15,2–21,7 млрд долл. США [8]. Для Узбекистана эта тема приобретает особую практическую значимость на фоне роста урбанизации, автотранспортной нагрузки, отопительных выбросов, пылевых бурь и возрастающей концентрации населения и бизнеса в Ташкентской агломерации [8; 9].

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Российские и другие исследователи стран СНГ также подчеркивают, что качество воздуха необходимо рассматривать как экономический приоритет. В обзоре Д. В. Валько загрязнение воздуха показано как фактор не только прямых медицинских, но и косвенных социально-экономических потерь, включая снижение когнитивной деятельности и трудовой отдачи. С. Н. Бобылев рассматривает качество воздуха как один из ключевых приоритетов «новой экономики», указывая на высокие макроэкономические потери как в развитых, так и в развивающихся странах [9; 10].

Узбекские авторы в работах 2024–2025 годов также фиксируют усиление загрязнения воздуха в Ташкенте и крупных городах республики. Н. О. Ахмадалиева и Г. А. Тошматова связывают ухудшение воздушной среды с

автотранспортом, сокращением зеленых зон, температурными инверсиями и недостаточным соблюдением экологических стандартов. А. Т. Мамадалиев выделяет рост промышленности, угольное отопление и городскую застройку как важные факторы загрязнения воздуха в Ташкенте. Г. А. Муродиллаева отмечает, что загрязнение воздуха в Ташкенте становится препятствием для перехода к «зеленой экономике» и снижает качество жизни и экономическую устойчивость города [11–13].

Цель статьи — выявить и систематизировать основные каналы влияния загрязнения воздуха на производительность труда и эффективность производства, а также показать на основе статистики Узбекистана, что проблема качества воздуха должна рассматриваться как полноценный экономический фактор.

МЕТОДОЛОГИЯ

В исследовании использован комплекс общенаучных и аналитических методов, включающий сравнительный анализ, структурный анализ, обобщение эмпирических результатов, методы описательной статистики и аналитическую интерпретацию данных. Методическая логика исследования была выстроена последовательно и включала три взаимосвязанных этапа.

На первом этапе проведён систематизированный обзор зарубежных эмпирических исследований, посвящённых оценке влияния загрязнения атмосферного воздуха на производительность труда в различных секторах экономики. В поле анализа были включены работы, рассматривающие сельское хозяйство, промышленность, сферу услуг, а также поведение и результаты деятельности фирм в условиях ухудшения качества воздуха. Особое внимание было уделено исследованиям Graff Zivin и Neidell, Chang et al., Fu, Viard и Zhang, Adhvaryu, Kala и Nyshadham, а также аналитическим материалам OECD за 2025 год, в которых раскрываются количественные и институциональные аспекты воздействия загрязнения воздуха на трудовую эффективность [4-7]. Данный этап позволил определить ключевые механизмы влияния загрязнения воздуха на производительность труда, включая ухудшение состояния здоровья работников, снижение когнитивной и физической работоспособности, рост временной нетрудоспособности и увеличение производственных потерь.

На втором этапе были изучены научные публикации авторов стран СНГ и Узбекистана, в которых рассматриваются экономические, социальные и институциональные последствия ухудшения качества атмосферного воздуха. В качестве значимых для настоящего исследования были отобраны работы Д. В. Валько и С. Н. Бобылева, а также публикации узбекских исследователей, посвящённые экологической ситуации в Ташкенте и более широкому кругу экологических проблем Узбекистана [9-13]. Анализ этих источников позволил адаптировать зарубежные теоретические и эмпирические подходы к условиям национальной экономики и выявить специфику проявления экологических рисков в узбекском контексте.

На третьем этапе была использована официальная статистическая и

аналитическая информация по Узбекистану и международным организациям за 2020–2025 годы. Эмпирическую основу исследования составили данные Национального комитета Республики Узбекистан по статистике о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух, материалы *National State of the Environment Report Uzbekistan*, аналитические документы Всемирного банка, включая *Air Quality Assessment for Tashkent* и *Country Climate and Development Report: Uzbekistan*, рекомендации UNDP 2025 года, а также сведения IQAir и сопутствующие публикации 2025 года по среднегодовой концентрации PM_{2.5} в Ташкенте [3; 8; 14-17]. Использование этих источников позволило охарактеризовать динамику загрязнения воздуха, выявить основные экологические тенденции и сопоставить их с возможными экономическими последствиями для труда и производства.

С учётом того, что доступные по Узбекистану данные пока ограничены на микроуровне, в частности по отдельным фирмам, предприятиям и локальным территориям, исследование носит аналитико-синтетический характер. Это означает, что строго установленные в зарубежной литературе количественные зависимости не переносились механически на национальную экономику, а сопоставлялись с наблюдаемыми тенденциями по Узбекистану. Такой подход позволил выявить экономически обоснованные каналы воздействия загрязнения воздуха на производительность труда и эффективность производства, сохраняя при этом корректность интерпретации и учёт ограничений доступной статистической базы.

АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведённый обзор литературы позволяет выделить четыре ключевых канала влияния загрязнения воздуха на эффективность труда и производства. Первый из них связан с ухудшением состояния здоровья населения. Повышение уровня загрязнения атмосферного воздуха сопровождается ростом респираторных, сердечно-сосудистых и воспалительных заболеваний, что обуславливает увеличение числа больничных дней, снижение трудоспособности работников и дополнительные расходы работодателей и государства на медицинское обслуживание [1; 2].

Второй канал - когнитивный. Даже при отсутствии тяжелого заболевания загрязнение воздуха ухудшает внимание, скорость реакции, когнитивную устойчивость и качество решений. Для экономики знаний и сферы услуг этот канал становится не менее важным, чем влияние на физический труд [4; 5; 7].

Третий канал - организационно-производственный. Рост загрязнения повышает вероятность ошибок, дефектов, нарушений техники безопасности и снижения качества выпускаемой продукции. В отраслях с потоковым производством это может приводить к ухудшению эффективности всей производственной цепочки [6; 7].

Четвертый канал - макроэкономический. Снижение производительности работников, рост медицинских расходов, падение привлекательности территорий для инвестиций и повышение экологических рисков в совокупности уменьшают

совокупную факторную производительность и темпы роста экономики [3; 8; 16].

Основные каналы влияния загрязнения воздуха на экономические результаты

Таблица 1

| Канал воздействия | Как проявляется | Экономический результат |
|--------------------|---|---|
| Медицинский | Болезни, рост временной нетрудоспособности, ухудшение самочувствия | Рост абсентеизма, снижение фактически отработанного времени |
| Когнитивный | Снижение концентрации, внимания, скорости решений | Падение качества труда, рост ошибок, снижение выработки |
| Производственный | Нарушения технологической дисциплины, рост брака, усталость | Снижение эффективности производства и качества продукции |
| Макроэкономический | Рост социальных и медицинских издержек, ухудшение инвестиционного климата | Замедление роста ВВП и снижение конкурентоспособности |

Таблица разработана автором на основе данных [1-8].

Современная литература показывает, что связь между загрязнением воздуха и производительностью труда подтверждается на разных данных и в разных секторах экономики.

Выборочные результаты научных исследований

Таблица 2

| Автор(ы) | Страна / объект | Основной результат |
|---------------------------|-----------------------------|---|
| Graff Zivin, Neidell | США, сельское хозяйство | Снижение озона на 10 ppb повышает производительность на 4,2% [4] |
| Chang et al. | Китай, call-центры | Более высокий уровень загрязнения снижает продуктивность работников [5] |
| Fu, Viard, Zhang | Китай, промышленность | Снижение PM2.5 на 1 мкг/м ³ повышает производительность на 0,82%; 1% снижения PM2.5 повышает ВВП на 0,039% [6] |
| Adhvaryu, Kala, Nyshadham | Индия, швейное производство | Загрязнение ухудшает производительность, а качество менеджмента частично смягчает эффект [18] |
| OECD | Европа, 2,5 млн компаний | Рост PM2.5 на 1 мкг/м ³ снижает производительность труда на 0,55% [7] |
| Валько | СНГ, обзор | Загрязнение воздуха имеет выраженные косвенные социально-экономические последствия [9] |
| Бобылев | Россия / СНГ | Качество воздуха следует рассматривать как приоритет новой экономики [10] |
| Ахмадалиева, Тошматова | Узбекистан, Ташкент | На загрязнение влияют транспорт, инверсии, сокращение зеленых зон и несоблюдение норм [11] |

| | | |
|--------------|---------------------|--|
| Мамадалиев | Узбекистан, Ташкент | Рост промышленности, уголь и урбанизация усиливают загрязнение [12] |
| Муродиллаева | Узбекистан, Ташкент | Загрязнение воздуха препятствует переходу к «зеленой экономике» [13] |

Таблица разработана автором на основе данных [4-13, 18].

Из таблицы видно, что зарубежные исследования чаще основаны на микроданных и дают количественные оценки, тогда как публикации СНГ и Узбекистана чаще описывают структурные причины, институциональные слабости и общие социально-экономические последствия загрязнения. Это создает исследовательскую нишу для дальнейших эконометрических работ по Узбекистану.

По официальным данным Национального комитета Республики Узбекистан по статистике, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в 2020 году составили 924,4 тыс. тонн, в 2021 году - 908,7 тыс. тонн, в 2022 году - 873,6 тыс. тонн, в 2023 году - 763,2 тыс. тонн, а в 2024 году - 866,7 тыс. тонн [14]. Эти данные показывают общее снижение по сравнению с 2020 годом, однако в 2024 году наблюдалось повторное увеличение, что говорит о нестабильности экологической динамики.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в Узбекистане, 2020–2024 гг., тыс. тонн.

Таблица 3

| Год | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Узбекистан, всего | 924,4 | 908,7 | 873,6 | 763,2 | 866,7 |

Источник: Национальный комитет Республики Узбекистан по статистике [14].

По данным таблицы, в 2020-2024 годах по Узбекистану в целом прослеживается преимущественно нисходящая динамика исследуемого показателя с последующим частичным ростом в 2024 году. Если в 2020 году его значение составляло 924,4, то к 2023 году оно снизилось до 763,2, то есть на 161,2 пункта, или на 17,4%.



Рисунок 1. Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в Узбекистане, 2020–2024 гг.

График иллюстрирует, что улучшение в 2021-2023 годах пока не стало устойчивым трендом. Для производственной системы это означает сохранение высокого экологического риска для работников и предприятий.

Вместе с тем в 2024 году зафиксировано повышение до 866,7, что на 103,5 пункта выше уровня предыдущего года. Это позволяет сделать вывод о том, что в рассматриваемом периоде первоначальная тенденция к снижению сменилась восстановительным ростом, хотя показатель 2024 года всё ещё не достиг уровня 2020 года.

В Национальном докладе о состоянии окружающей среды Узбекистана отмечается, что загрязнение от стационарных источников остается высоким, а выбросы от мобильных источников растут. В стране насчитывается около 4 млн автомобилей, которые ежегодно выбрасывают в атмосферу в среднем 1,3 млн тонн загрязняющих веществ, что составляет около 63% общего объема выбросов [15]. Это особенно важно для понимания загрязнения воздуха в крупных городах, где занятость наиболее концентрирована и где эффект на производительность труда наиболее чувствителен.

Ташкент в последние годы стал одним из наиболее обсуждаемых городов Центральной Азии в контексте качества воздуха. По оценке World Bank, среднегодовая концентрация PM2.5 в Ташкенте превышает 30 мкг/м³, то есть более чем в шесть раз выше годового ориентира ВОЗ в 5 мкг/м³. В докладе также указано, что около 3 тыс. преждевременных смертей в год в Ташкенте могут быть связаны с PM2.5, а потери благосостояния населения оцениваются в 488,4 млн долл. США в год, что эквивалентно примерно 0,7% ВВП Узбекистана [16].

Выборочные индикаторы загрязнения воздуха и экономических последствий для Узбекистана

Таблица 4.

| Показатель | Значение | Период / источник |
|---|---------------------------|--------------------------|
| Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников | 924,4 тыс. т | 2020 [14] |
| То же | 763,2 тыс. т | 2023 [14] |
| То же | 866,7 тыс. т | 2024 [14] |
| Среднегодовой PM2.5 в Ташкенте | 31,4 мкг/м ³ | 2024 [17] |
| Преждевременные смерти, связанные с PM2.5 в Ташкенте | около 3 000 | оценка World Bank [16] |
| Потери благосостояния населения Ташкента | 488,4 млн долл. США в год | World Bank [16] |
| Ежегодный ущерб здоровью от PM2.5 в Узбекистане | 6,5% ВВП | CCDR World Bank [4] |
| Рабочие дни, теряемые в мире из-за загрязнения воздуха | 1,2 млрд | UNDP, 2025 [3] |

Таблица разработана автором на основе данных [3-4;14-17]

Дополнительным индикатором служит оценка IQAir за 2024 год: среднегодовая концентрация PM2.5 в Ташкенте составила 31,4 мкг/м³, и город вошел в число наиболее загрязненных крупных городов мира [17]. Это значение

особенно показательно, поскольку отражает не разовый эпизод, а усредненный годовой фон, с которым живут и работают жители города.

Таким образом, проблема загрязнения воздуха в Ташкенте и Узбекистане имеет не только экологическую, но и прямую экономическую размерность: рост заболеваемости, снижение качества труда, давление на систему здравоохранения, снижение привлекательности города для квалифицированных работников и инвесторов.

На основе международной литературы можно сделать вывод, что ухудшение качества воздуха снижает производительность труда в нескольких формах.

Во-первых, падает физическая выработка. Это особенно заметно в производстве, строительстве, сельском хозяйстве, транспорте и логистике, где утомляемость и респираторная нагрузка быстрее переходят в снижение выпуска на одного работника [4; 6; 18].

Во-вторых, ухудшается когнитивная продуктивность. Исследования в сфере услуг показывают, что загрязнение влияет на обработку информации, качество коммуникации, скорость принятия решений и количество допускаемых ошибок. Для современных сервисных и административных секторов это означает ухудшение не только количества, но и качества результата [5; 7].

В-третьих, усиливается абсентеизм и пресентеизм. Абсентеизм связан с прямыми пропусками работы по болезни, а пресентеизм — с ситуацией, когда работник присутствует на рабочем месте, но из-за плохого самочувствия работает существенно ниже своей обычной отдачи. Именно пресентеизм часто недооценивается предприятиями, хотя он способен существенно снижать фактическую эффективность производства [1; 3].

Если применить международные результаты к узбекским условиям, можно сделать осторожный, но важный вывод: даже без точной локальной эконометрической оценки уже имеющиеся показатели загрязнения воздуха в Ташкенте и крупных городах Узбекистана предполагают наличие отрицательного воздействия на производительность труда. При концентрациях PM_{2.5}, кратно превышающих ориентир ВОЗ, этот эффект, вероятно, не является маргинальным. Наоборот, он должен рассматриваться как один из факторов потерь трудовой отдачи в городской экономике [16; 17].

Эффективность производства зависит не только от количества труда, но и от устойчивости технологического процесса, качества человеческого капитала, дисциплины, условий труда и предсказуемости производственной среды. Загрязнение воздуха ухудшает эти параметры сразу по нескольким направлениям.

Во-первых, снижается эффективность использования рабочего времени. Из-за болезней и ухудшения самочувствия растут опоздания, пропуски смен, снижается интенсивность труда. Во-вторых, повышается доля брака и ошибок, особенно в операциях, требующих внимания, скорости реакции и точности. В-третьих, возрастает стоимость трудового ресурса, поскольку работодатели и государство несут дополнительные расходы на лечение, компенсации и

адаптацию рабочих мест [3; 7].

На макроуровне это означает снижение совокупной факторной производительности и увеличение скрытых издержек производства. OECD показала, что даже сравнительно небольшие изменения PM2.5 могут значительно отражаться на производительности компаний. Если в европейской выборке рост PM2.5 на 1 мкг/м³ сопровождался сокращением производительности на 0,55%, то для экономик с более высоким уровнем загрязнения и менее развитой системой защиты здоровья работников потенциальный эффект может быть еще выше [7].

Для Узбекистана это особенно важно в обрабатывающей промышленности, строительстве, транспорте, коммунальном хозяйстве и городских услугах, где часть работников постоянно или частично трудится в условиях открытого воздуха либо в помещениях с недостаточной фильтрацией. Поэтому экологическая политика здесь является не только природоохранной, но и производственной политикой.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты подтверждают, что загрязнение воздуха следует рассматривать как фактор экономической неэффективности. В классическом подходе к анализу производительности труда основное внимание уделяется квалификации работников, технологии, мотивации, организации производства и инвестициям. Однако современная литература показывает, что качество окружающей среды, особенно воздуха, становится таким же значимым элементом производственной функции, как здоровье работников и доступ к современному оборудованию [1; 7; 8].

Для Узбекистана особую тревогу вызывает сочетание нескольких факторов: высокая транспортная нагрузка, рост использования угля и мазута в отопительный сезон, недостаточная обеспеченность зелеными зонами, пылевые и климатические факторы, а также ограниченность детализированного мониторинга качества воздуха. Ахмадалиева и Тошматова указывают, что в Ташкенте влияние оказывают одновременно климатические условия, транспорт, состояние городской застройки и недостаточное соблюдение экологических требований. Мамадалиев также подчеркивает значение городского роста, промышленной нагрузки и топлива низкого качества [11; 12].

Практические меры по снижению экономических потерь от загрязнения воздуха

Таблица 5.

| Направление | Содержание меры | Ожидаемый экономический эффект |
|-----------------------|--|--|
| Транспортная политика | Развитие общественного транспорта, электробусов, ограничение высокоэмиссионного транспорта | Снижение городского PM2.5, рост продуктивности городской экономики |
| Теплоснабжение и | Сокращение использования | Снижение зимних пиков |

| | | |
|---------------------------|--|---|
| отопление | угля и мазута, модернизация котельных | загрязнения |
| Промышленная модернизация | Очистные системы, непрерывный мониторинг выбросов, экологический аудит | Снижение производственных и правовых рисков |
| Зеленая инфраструктура | Восстановление и расширение зеленых зон, защита деревьев | Улучшение микроклимата и частичная фильтрация воздуха |
| Мониторинг и цифровизация | Публикация данных о качестве воздуха, привязка к трудовой и медицинской статистике | Более точная политика и возможность оценки экономического эффекта |
| Охрана труда | Фильтрация воздуха, защита работников, адаптация графиков в дни высокого загрязнения | Снижение абсентеизма и производственных потерь |

Меры таблицы опираются на выводы World Bank, UNDP, OECD и узбекских исследователей [3; 7; 11-13; 16].

С точки зрения экономической политики это означает, что меры по борьбе с загрязнением воздуха имеют двойной эффект:

1. Уменьшают медицинские и демографические потери;
2. Повышают производительность труда и эффективность производства.

Именно поэтому UNDP и World Bank подчеркивают, что вложения в снижение загрязнения воздуха дают экономическую отдачу через более здоровую и продуктивную рабочую силу [16]. В контексте производственной эффективности особенно важны следующие направления.

С научной точки зрения важным ограничением остается дефицит локальных микроданных по Узбекистану. В стране пока мало работ, напрямую оценивающих влияние PM2.5, NO2 и других загрязнителей на выпуск на одного работника, уровень брака, потери рабочего времени и динамику производительности по отраслям. Поэтому дальнейшие исследования должны быть направлены на построение панельных баз по предприятиям, совмещенных с данными экологического мониторинга, погодных условий и статистики заболеваемости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое исследование позволяет сформулировать ряд обобщающих выводов. Во-первых, загрязнение атмосферного воздуха оказывает системное и статистически значимое отрицательное воздействие на производительность труда. Как показывает анализ научной литературы, это влияние реализуется через несколько взаимосвязанных механизмов: рост заболеваемости, увеличение абсентеизма, повышение утомляемости работников, ухудшение когнитивных функций, а также возрастание вероятности ошибок в процессе выполнения трудовых операций [1-7]. Следовательно, ухудшение качества воздуха следует рассматривать не только как экологическую или медицинскую проблему, но и как фактор, непосредственно ограничивающий эффективность использования

трудовых ресурсов.

Во-вторых, загрязнение воздуха негативно отражается на эффективности производства в более широком экономическом контексте. Его воздействие проявляется в сокращении фактически продуктивно используемого рабочего времени, снижении качества выпускаемой продукции, нарушении устойчивости технологических процессов и росте издержек, связанных с воспроизводством и сохранением человеческого капитала. В этом контексте экологический фактор перестаёт быть внешним по отношению к хозяйственной системе и становится внутренним детерминантом производственной результативности и экономической устойчивости предприятий [7; 8].

В-третьих, для Узбекистана данная проблема имеет выраженное социально-экономическое и макроэкономическое измерение. Официальные статистические и аналитические материалы свидетельствуют о сохранении значительных объёмов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, тогда как международные оценки фиксируют существенные потери, связанные с воздействием PM_{2.5} на здоровье населения, благосостояние домашних хозяйств и общий уровень экономической эффективности [14-17]. Наиболее остро эта проблема проявляется в Ташкенте, где концентрации PM_{2.5} существенно превышают ориентиры Всемирной организации здравоохранения. В результате ущерб от загрязнения воздуха выражается не только в ухудшении состояния здоровья населения, но и в росте экономических издержек, снижении производительности труда и ослаблении качества человеческого капитала.

В-четвёртых, снижение уровня загрязнения воздуха должно рассматриваться как одно из стратегических направлений повышения производительности труда, эффективности производства и конкурентоспособности национальной экономики. Инвестиции в развитие экологически чистого транспорта, модернизацию промышленных мощностей, расширение систем экологического мониторинга, формирование зелёной городской инфраструктуры и усиление мер по охране труда способны обеспечить не только природоохранный, но и прямой экономический эффект. Это означает, что экологическая политика в современных условиях должна оцениваться также как инструмент роста производительности и долгосрочного устойчивого развития.

Таким образом, выдвинутая в исследовании гипотеза находит подтверждение: загрязнение воздуха выступает значимым фактором снижения производительности труда и эффективности производства. В условиях Узбекистана данное воздействие уже выходит за рамки локальной экологической проблемы и приобретает макроэкономически значимый характер, что требует комплексного учёта экологических факторов в системе государственной социально-экономической и промышленной политики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУР

- [1] World Health Organization. Health impacts of air pollution <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality->

[energy-and-health/health-impacts](#)

[2] State of Global Air. State of Global Air Report 2024

<https://www.stateofglobalair.org/resources/archived/state-global-air-report-2024>

https://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/documents/2024-06/soga-2024-report_0.pdf

[3] UNDP. Pollution and Health: Guidance Note for Parliamentary Action. 2025

<https://www.undp.org/publications/pollution-and-health-guidance-note-parliamentary-action>

[4] Graff Zivin J. S., Neidell M. The Impact of Pollution on Worker Productivity.

NBER Working Paper No. 17004 <https://www.nber.org/papers/w17004>

https://www.nber.org/system/files/working_papers/w17004/w17004.pdf

[5] Chang T. Y., Graff Zivin J., Gross T., Neidell M. The Effect of Pollution on Worker Productivity: Evidence from Call-Center Workers in China. NBER Working

https://www.nber.org/system/files/working_papers/w22328/w22328.pdf

[6] Fu S., Viard B., Zhang P. Air Pollution and Manufacturing Firm Productivity:

Nationwide Estimates for China: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/105271/>

[7] OECD. The Impact of Air Pollution on Labour Productivity. 2025

https://www.oecd.org/en/publications/the-impact-of-air-pollution-on-labour-productivity_318cb85f-en.html

[8] World Bank. Air Quality Management in Central Asia.

2025: <https://www.worldbank.org/en/region/eca/publication/air-quality-management-in-central-asia>

[9] Валько Д. В. Косвенные социально-экономические последствия снижения качества воздуха: обзор эмпирических работ.

<https://cyberleninka.ru/article/n/kosvennye-sotsialno-ekonomicheskie-posledstviya-snizheniya-kachestva-vozduha-obzor-empiricheskikh-rabot>

[10] Бобылев С. Н., Соловьева С. В., Астапкович М. Качество воздуха как приоритет для новой экономики.

<https://wne.fa.ru/jour/article/view/357>

[11] Ахмадалиева Н. О., Тошматова Г. А. Оценка экологического состояния качества воздуха в

Ташкенте. <https://fjsti.uz/uploads/img/yangilikar/Klinik%20va%20profilaktik%20tibbiyot%20jurnali/JCPM%203-2024/N.O.Axmadaliyeva%2C%20G.A.Toshmatova.pdf>

[12] Мамадалиев А. Т. Причины загрязнения воздуха в городе Ташкента и меры по предотвращению.

https://www.iupr.ru/_files/ugd/b06fdc_a9e5c9b12e8d470d83d3232db6281df4.pdf

[13] Avalova G. M. Air Pollution in Tashkent City and Its Impact on the “Green Economy”.

<https://journalzone.org/index.php/bjgesd/article/view/735>

[14] Национальный комитет Республики Узбекистан по статистике. Выброшено в атмосферу загрязняющих веществ. <https://stat.uz/en/official-statistics/ecology>

[15] National State of the Environment Report: Uzbekistan. 2024.

<https://unece.org/sites/default/files/2024-02/uzbekistan-state-of-the-environment-en.pdf>

[16] World Bank. Air Quality Assessment for Tashkent and the Roadmap for Air Quality Management Improvement in Uzbekistan. 2024.

<https://www.worldbank.org/en/country/uzbekistan/publication/air-quality-assessment->

[for-tashkent](#)

[17] IQAir. Tashkent Air Quality Index (AQI) and Uzbekistan Air Pollution.

<https://www.iqair.com/uzbekistan/toshkent-shahri/tashkent>

[18] Adhvaryu A., Kala N., Nyshadham A. Management and Shocks to Worker Productivity. NBER Working Paper No. 25865 <https://www.nber.org/papers/w25865>

[19] World Bank. Country Climate and Development Report: Uzbekistan.

<https://www.worldbank.org/en/country/uzbekistan/publication/ccdr>