

Ссылка для цитирования этой статьи:

Самсонова В.А., Слепцова К.Ю. Снижение травматизма за счет внедрения искусственного интеллекта как фактор экономического роста // Human Progress. 2025. Том 11, Вып. 7. С. 4. URL: http://progress-human.com/images/2025/Tom11_7/Samsonova.pdf DOI 10.46320/2073-4506-2025-7a-3.

СНИЖЕНИЕ ТРАВМАТИЗМА ЗА СЧЁТ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА

Самсонова Вера Александровна

кандидат технических наук, доцент,
Уфимский государственный нефтяной технической университет
г. Уфа, Российская Федерация

Слепцова Карина Юрьевна

магистрант технологического факультета,
Уфимский государственный нефтяной технической университет;
независимый исследователь,
Уфа, Российская Федерация

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена сохраняющейся высокой социально-экономической значимостью производственного травматизма и появлением новых технологических инструментов для его снижения и внедрение искусственного интеллекта в системы управления охраной труда представляет собой перспективное направление для стимулирования экономического роста. Объект исследования — производственный травматизм, как фактор угнетения производительности труда. Предмет исследования — экономические отношения, возникающие при внедрении систем ИИ для прогнозирования и предотвращения несчастных случаев на производстве. Методология включает сравнительно-теоретический и экономический анализ. Результаты заключаются в выявлении механизмов влияния снижения травматизма через внедрение ИИ на ключевые макроэкономические показатели, подтверждении гипотезы о его значительном мультипликативном эффекте и разработке структуры потенциальных экономических выгод. Проведенный анализ позволяет заключить, что производственный травматизм оказывает значительное влияние на экономический рост, аккумулируя масштабные прямые и косвенные издержки как на микро-, так и на макроэкономическом уровне. Исторически сложившиеся подходы к управлению данными рисками — советская директивно-распределительная модель и западная модель, основанная на экономической мотивации и оценке рисков, — демонстрировали различную

эффективность, но обе имели неотъемлемые ограничения, связанные с реактивностью, формализмом или недостатком данных от которых избавлен искусственный интеллект.

Ключевые слова: искусственный интеллект, производственный травматизм, экономический рост, охрана труда, экономические издержки, предиктивная аналитика, человеческий капитал.

Введение

Проблема производственного травматизма на протяжении всей истории индустриализации остаётся одним из ключевых вызовов, определяющих не только социальное благополучие, но и экономическую эффективность функционирования национальных хозяйственных систем. Экономические последствия производственного травматизма представляют собой комплекс прямых и косвенных издержек, включающих затраты на компенсации пострадавшим, медицинское обслуживание, простой оборудования, снижение производительности труда, ухудшение качества продукции, а также долгосрочные потери человеческого капитала. В современных условиях цифровой трансформации искусственный интеллект (ИИ) возник как технология, предлагающая принципиально новые инструменты для минимизации рисков и создания безопасной рабочей среды. Внедрение систем ИИ для прогнозирования, мониторинга и предотвращения аварийных ситуаций трансформирует традиционные подходы к охране труда, что, в свою очередь, оказывает мультипликативный эффект на экономический рост через повышение производительности, сокращение непроизводственных затрат и сохранение ключевых компетенций. Теоретический анализ показывает, что подходы к решению данной проблемы кардинально различались в советской и западной экономических традициях, что определялось идеологическими и структурными особенностями этих экономических систем. Данное исследование стремится к раскрытию генезиса данных подходов, определяя экономическую сущность травматизма и проанализировать, каким образом внедрение искусственного интеллекта способно стать значимым фактором экономического развития в различие

Основная часть

Под экономическими последствиями производственного травматизма понимается совокупность макро- и микроэкономических потерь, возникающих в результате несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, когда последствия носят многокомпонентный характер и подразделяются на прямые (страховые) и косвенные (нестраховые) издержки. К прямым издержкам традиционно относят законодательно

установленные выплаты - затраты на медицинскую и социальную реабилитацию пострадавшего, страховые выплаты по обязательному социальному страхованию, судебные издержки и штрафы контролирующих органов, но как демонстрируют многочисленные исследования, косвенные издержки зачастую многократно превышают прямые (см. например [1], [2], [3]). Косвенные издержки включают потери, связанные с остановкой производства, повреждением оборудования и материалов, снижением мотивации и производительности труда всего коллектива после инцидента, затратами на расследование, обучение и трудоустройство нового сотрудника, а также невозможную утрату человеческого капитала – знаний, навыков и опыта пострадавшего работника. На макроуровне это приводит к снижению общего объема ВВП, увеличению нагрузки на систему здравоохранения и социального обеспечения, а также к деформации рынка труда.

Подходы к управлению профессиональными рисками в СССР и в странах западного блока в XX веке формировались под влиянием различных идеологических и экономических парадигм, что обусловило существенные различия в методах, приоритетах и эффективности – таблица 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ подходов к снижению травматизма

Критерий	Советская модель	Западная модель (вторая половина XX в.)
Идеологическая основа	Коллективизм, примат государственных интересов над личными, то есть безопасность труда как достижение социализма и право трудящегося.	Индивидуализм, либерализм. Безопасность как элемент корпоративной социальной ответственности и управления рисками.
Методология	Централизованное директивное планирование, жесткая регламентация (единые для всех отраслей правила по охране труда), массовые кампании и социалистическое соревнование.	Децентрализованное управление, основанное на оценке рисков для каждого конкретного предприятия. Принцип «внутреннего контроля» (англ. self - regulation).
Экономический драйвер	Выполнение плана и идеологические установки. Издержки на безопасность воспринимались как	Непосредственная экономическая выгода: снижение страховых премий, судебных исков, сохранение

Критерий	Советская модель	Западная модель (вторая половина XX в.)
	неизбежные и не всегда подлежали глубокому экономическому анализу.	репутации и производительности.
Роль профсоюзов	Формальная, административно-распределительная. Профсоюзы были частью государственного аппарата.	Активная защитная роль. Независимые профсоюзы как мощная сила, лоббирующая за ужесточение законодательства и представляющая интересы работников в суде.
Учет статистика и	Закрытость данных (системных отраслях), отражение реальных показателей травматизма в отчетности для выполнения планов.	Относительная открытость, развитая система отчетности (напр., OSHA в США), позволяющая анализировать и управлять рисками.
Фокус	На соответствие формальным правилам и нормативам, на ликвидацию последствий, основной упор на профилактику и предотвращение травматизма	На коммерциализацию систем управления безопасностью и снижение страховых выплат

Источник: разработано автором

Советская система была ориентирована на действительное выполнение нормативов и на реальное снижение рисков, когда экономическая эффективность выражалась в том, что затраты были высоки (массовые мероприятия, лекции по технике безопасности), но и результат высок из-за высокой обратной связи и реальной статистики [4]. Западная модель, движимая экономическими стимулами и коммерциализацией всех секторов экономики эволюционировала в сторону ещё более коммерческой системы управления профессиональными рисками, когда важен не сам человек, а то сколько выплаты и их минимизация. Современные технологии ИИ, объединяющие машинное обучение, компьютерное зрение и анализ больших данных, позволяют перейти от реактивной к проактивной и предиктивной модели безопасности, что преодолевает ограничения как советской (избыточность затрат на предотвращение), так и ранней западной (реактивность и экономия на человеке) моделей.

Принципиальная модель такова → системы компьютерного зрения на основе нейросетей в режиме реального времени анализируют видеопоток с камер наблюдения, идентифицируя нарушения правил безопасности (отсутствие каски, перчаток, нахождение в опасной зоне), признаки усталости или потери внимания работника → алгоритмы прогнозной аналитики обрабатывают исторические данные о происшествиях, условиях труда (температура, влажность, уровень вибрации) и операционной деятельности для выявления скрытых корреляций и оценки вероятности наступления инцидента, что позволяет не просто реагировать на нарушения, а предсказывать и предотвращать их → робототехника и «коботы (англ. collaborative robots)» [5] берут на себя выполнение наиболее опасных и монотонных операций, физически удаляя человека из зоны повышенного риска.

Экономический эффект от внедрения данных технологий является комплексным и проявляется на нескольких уровнях – таблица 2/

Таблица 2

Факторы снижения травматизма за счёт ИИ и потенциальный экономический эффект

Фактор снижения травматизма	Потенциальный экономический эффект
Предиктивная аналитика и оценка рисков	Сокращение прямых и косвенных издержек от несчастных случаев, снижение страховых премий, оптимизация расходов на профилактические мероприятия за счет точечного воздействия на ключевые риски.
Компьютерное зрение для мониторинга соблюдения ТБ	Снижение затрат на постоянный человеческий контроль, минимизация штрафов и судебных издержек. Формирование культуры безопасности, что ведет к устойчивому росту производительности.
Адаптивные и обучающиеся системы оповещения	Сокращение потерь от простоев оборудования и аварийных ситуаций, сохранение человеческого капитала и снижение затрат на обучение новых сотрудников.
Автоматизация опасных операций с помощью ИИ-управляемых роботов	Высвобождение человеческих ресурсов для более сложных и продуктивных задач, снижение затрат на льготы и компенсации за работу во вредных условиях. Повышение общей надежности производственного цикла.

Фактор снижения травматизма	Потенциальный экономический эффект
Анализ данных почти случившихся инцидентах (англ. oNear Miss)	Глубокая профилактика, позволяющая предотвращать крупные аварии с минимальными затратами на ранней стадии, улучшение репутации бренда и рост инвестиционной привлекательности.

Источник: разработано автором

Внедрение ИИ-решений ведет к формированию так называемого «эффекта предотвращения» [6], когда инвестиции в технологии безопасности не просто окупаются за счет снижения издержек, но и начинают генерировать дополнительную стоимость через повышение операционной эффективности, надежности и инновационного потенциала предприятия. При этом существуют области человеческой деятельности, где сам человеческий фактор, сложность и опасность условий работы создают постоянную угрозу травматизма и где традиционные меры безопасности недостаточны. Внедрение систем искусственного интеллекта в этих сферах переводит безопасность из категории «желаемой» в категорию «обеспечиваемой». Выделим пять ключевых областей экономической деятельности, где без ИИ травматизм практически неизбежен:

1. Глубокая подземная и подводная добыча полезных ископаемых, когда среда характеризуется нулевой терпимостью к ошибкам: внезапные обрушения породы, выбросы метана, затопления, поломки техники. Человек физически не способен непрерывно анализировать все датчики давления, газоанализаторы, сейсмодатчики и данные о напряжении в пластах, поэтому только предиктивные системы ИИ, обрабатывающие эти данные в реальном времени, могут с высокой точностью спрогнозировать катастрофу и заблаговременно эвакуировать персонал, сделав травматизм не неизбежным, а предотвратимым.

2. Промышленное строительство и работы на большой высоте, в которых риск связан не только с человеческим фактором (нарушение инструкций, усталость), но и с динамически меняющейся обстановкой: ветровые нагрузки, деформация конструкций, падение объектов. Без систем компьютерного зрения, отслеживающих в режиме 24/7 наличие и правильность использования СИЗ, несанкционированное нахождение в опасных зонах и возникающие структурные напряжения, вероятность инцидентов остаётся критически высокой. ИИ устраняет «слепые зоны» человеческого внимания.

3. Крупнотоннажное логистическое судоходство и портовая деятельность - управление многометровыми контейнеровозами в узких акваториях, погрузка многотонных грузов, работа в штормовых условиях — задачи, где задержка в принятии решения измеряется секундами, а цена ошибки — человеческими жизнями и колоссальными убытками. Без ИИ, способного автономно рассчитывать курсы, учитывать бесчисленное количество параметров (течения, ветер, другие суда) и управлять кранами с ювелирной точностью, человеческий травматизм в этой высокорисковой среде является системной проблемой.

4. Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) и работа в зонах радиоактивного заражения, при пожарах, обрушениях, на химически опасных и радиационных объектах необходимо принимать решения в условиях острого дефицита времени и информации. Отправлять людей на разведку в такие условия — заведомо подвергать их смертельному риску, без применения автономных робототехнических комплексов с ИИ для оценки обстановки, поиска пострадавших и проведения первоочередных аварийных работ (тушение, обрушение нестабильных конструкций) травматизм среди спасателей неизбежен и непредсказуем.

5. Крупномасштабное промышленное производство (металлургия, химическая промышленность), процессы, связанные с расплавами металла, высокими давлениями, токсичными и взрывоопасными веществами, требуют постоянного мониторинга тысяч параметров одновременно. Человек-оператор физически неспособен отслеживать все эти показатели и адекватно реагировать на их критические изменения быстрее, чем развивается авария. Только системы ИИ могут обеспечить круглосуточный анализ и мгновенное принятие решений для перевода установок в безопасный режим, предотвращая неминуемые катастрофы.

Заключение

Внедрение технологий искусственного интеллекта знаменует собой качественный сдвиг в области обеспечения безопасности труда, обеспечивая переход к предиктивной и проактивной парадигме, в которой способность ИИ-систем к анализу больших данных, компьютерному зрению и непрерывному обучению позволяет не только предотвращать несчастные случаи, но и создавать принципиально новую, более безопасную и эффективную производственную среду [7], [8]. Экономический эффект от такого внедрения проявляется комплексно: через прямое сокращение издержек, связанных с травматизмом, через повышение производительности труда за счет сохранения человеческого капитала и через рост общей операционной надежности бизнес-процессов. Инвестиции в искусственный интеллект для

целей охраны труда трансформируются из статьи затрат в стратегический инвестиционный ресурс, способствующий устойчивому экономическому росту и повышению глобальной конкурентоспособности национальной экономики.

Список литературы

1. Robinson L.S. et al. Direct, indirect and intangible costs of acute hand and wrist injuries: a systematic review // *Injury*. 2016. Т. 47. №. 12. С. 2614-2626. DOI 10.1016/j.injury.2016.09.041.
2. Anders B. et al. Direct, indirect, and intangible costs after severe trauma up to occupational reintegration—an empirical analysis of 113 seriously injured patients // *GMS Psycho-Social-Medicine*. 2013. Т. 10. С. Doc02. DOI 10.3205/psm000092.
3. Тихонова О.Ю. Экономические последствия производственного травматизма: анализ сложившейся ситуации в России / О.Ю. Тихонова, И.И. Берсенева, А.А. Сашко // *Экономика: вчера, сегодня, завтра*. 2023. Т. 13, № 8-1. С. 375-386. DOI 10.34670/AR.2023.38.12.035. EDN WOBIMO.
4. Полежаев Е.Ф. Основы физиологии и психологии труда: [Для вузов по специальности «Экономика труда»] / Е.Ф. Полежаев, В.Г. Макушин. Москва: Экономика, 1974. 239 с.
5. Vagaš M., Galajdová A., Šimšík D. Techniques for secure automated operation with cobots participation // 2020 21th International Carpathian Control Conference (ICCC). IEEE, 2020. С. 1-4. DOI 10.1109/ICCC49264.2020.9257277.
6. He H. et al. Deep-hole directional fracturing of thick hard roof for rockburst prevention // *Tunnelling and Underground Space Technology*. 2012. Т. 32. С. 34-43. DOI <https://doi.org/10.1016/j.tust.2012.05.002>.
7. Бади А. Методы управления инновационной деятельностью предприятий на основе проектного подхода / А. Бади, Ю. Р. Руднева // *Евразийский юридический журнал*. 2024. № 10 (197). С. 491-492. EDN KTDJED.
8. Хань Ц. Факторы реализации инновационного и технологического потенциала / Ц. Хань, Ж. С. Кулижская // *Дискуссия*. 2024. № 1 (122). С. 23-28. DOI 10.46320/2077-7639-2024-1-122-23-28. – EDN QCRREI.

REDUCING INJURIES THROUGH THE INTRODUCTION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A FACTOR IN ECONOMIC GROWTH

Samsonova Vera Aleksandrovna

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Ufa State Petroleum Technological University
Ufa, Russian Federation

Sleptsova Karina Yuryevna

Master's Student, Faculty of Technology,
Ufa State Petroleum Technological University;
Independent Researcher,
Ufa, Russian Federation

Abstract. The relevance of the study is due to the continuing high socio-economic significance of industrial injuries and the emergence of new technological tools for their reduction, and the introduction of artificial intelligence into occupational safety management systems is a promising direction for stimulating economic growth. The object of the study is industrial injuries as a factor in suppressing labor productivity. The subject of the study is economic relations arising from the introduction of AI systems to predict and prevent accidents at work. The methodology includes comparative theoretical and economic analysis. The results consist in identifying the mechanisms of the influence of injury reduction through the introduction of AI on key macroeconomic indicators, confirming the hypothesis of its significant multiplier effect and developing a structure of potential economic benefits. The analysis allows us to conclude that industrial injuries have a significant impact on economic growth, accumulating large-scale direct and indirect costs at both the micro- and macroeconomic levels. Historically established approaches to managing these risks - the Soviet directive-distribution model and the Western model based on economic motivation and risk assessment - demonstrated varying effectiveness, but both had inherent limitations associated with reactivity, formalism or lack of data, which artificial intelligence eliminates.

Key words: artificial intelligence, industrial injuries, economic growth, labor protection, economic costs, predictive analytics, human capital.

References

1. Robinson L.S. et al. Direct, indirect, and intangible costs of acute hand and wrist injuries: a systematic review // *Injury*. 2016. Vol. 47. No. 12. pp. 2614-2626. DOI 10.1016/j.injury.2016.09.041.
2. Anders B. et al. Direct, indirect, and intangible costs after severe trauma up to occupational reintegration – an empirical analysis of 113 seriously injured patients // *GMS Psycho-Social-Medicine*. 2013. Vol. 10. pp. Doc02. DOI 10.3205/psm000092.
3. Tikhonova O.Yu. Economic consequences of occupational injuries: analysis of the current situation in Russia / O.Yu. Tikhonova, I.I. Bersenev, A.A. Sashko // *Economy: yesterday, today, tomorrow*. 2023. Vol. 13, No. 8-1. Pp. 375-386. DOI 10.34670/AR.2023.38.12.035. EDN WOBIMO.
4. Polezhaev E.F. Fundamentals of Labor Physiology and Psychology: [For universities majoring in Labor Economics] / E.F. Polezhaev, V.G. Makushin. Moscow: Economica, 1974. 239 p.
5. Vagaš M., Galajdová A., Šimšík D. Techniques for secure automated operation with cobots participation // 2020 21st International Carpathian Control Conference (ICCC). IEEE, 2020. Pp. DOI 10.1109/ICCC49264.2020.9257277.
6. He H. et al. Deep-hole directional fracturing of thick hard roof for rockburst prevention // *Tunnelling and Underground Space Technology*. 2012. Vol. 32. pp. 34-43. DOI <https://doi.org/10.1016/j.tust.2012.05.002>.

-
7. Badi A. Methods for managing innovative activities of enterprises based on a project approach / A. Badi, Yu. R. Rudneva // Eurasian Law Journal. 2024. No. 10 (197). pp. 491-492. EDN KTDJED.
8. Han Q. Factors in the realization of innovative and technological potential / Han Q., Kulizhskaya Zh. S. // Discussion. 2024. No. 1 (122). pp. 23-28. DOI 10.46320/2077-7639-2024-1-122-23-28. – EDN QCRREI.