

Информация для цитирования:

Макеев В.В., Рыбина Т.М. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРЕДРЕЙСОВОГО ОСМОТРА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 110-114.

Макеев В.В., Рыбина Т.М.

Белорусский государственный университет транспорта,
г. Гомель, Республика Беларусь,
Белорусский государственный медицинский университет,
г. Минск, Республика Беларусь



ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРЕДРЕЙСОВОГО ОСМОТРА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Цель работы – изучение экономической эффективности при внедрении автоматизированных систем предсменного осмотра (далее – АСПО) на рабочих местах Белорусской железной дороги.

Материалы и методы. Использованы данные о временной утрате трудоспособности работников Белорусской железной дороги (далее – БелЖД) за трехлетний период с 2017 по 2019 год (период до пандемии COVID-19). Выполнены расчеты экономической эффективности внедрения автоматизированных систем предсменного осмотра в условиях БелЖД.

Результаты. В работе проанализированы факторы, определяющие экономическую эффективность автоматизированных систем предсменного осмотра: снижение количества дней с временной утратой трудоспособности, снижение затрат на обучение нового сотрудника (восполнение кадров), снижение риска возникновения аварийных ситуаций, повышение производительности труда медицинского работника в связи с возможностью обследования одновременно нескольких работников, а также рассчитаны затраты на внедрение АСПО. Предложена методика расчета экономической эффективности внедрения АСПО для железнодорожных предприятий. Проведен расчет на примере данных БелЖД.

Заключение. Проведенные расчеты по определению экономической эффективности показали, что применение АСПО экономически целесообразно для внедрения в БелЖД, а срок окупаемости не превышает 1 года. Предложенная методика может быть рекомендована для транспортных предприятий при анализе возможности внедрения АСПО при проведении предсменных (предрейсовых) осмотров.

Ключевые слова: предсменный осмотр; экономическая эффективность; риск

Makeev V.V., Rybina T.M.

Belarusian State University of Transport, Gomel, Republic of Belarus,
Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus

ECONOMIC EFFICIENCY OF THE INTRODUCTION OF AUTOMATED PRE-TRIP INSPECTION SYSTEMS AT THE WORKPLACES OF THE BELARUSIAN RAILWAY

Purpose of the work is to study the economic efficiency in the implementation of automated pre-shift inspection systems (hereinafter referred to as AFS) at the workplaces of the Belarusian Railway.

Materials and methods. The data on temporary disability of employees of the Belarusian Railway (hereinafter – BR) for the three-year period from 2017 to 2019 (the period before the COVID-19 pandemic) were used. Calculations of the economic efficiency of the introduction of automated pre-shift inspection systems in the conditions of the Belarusian Railways have been performed.

Results. Analyzes the factors determining the economic efficiency of automated pre-shift examination systems: reducing the number of days with temporary disability, reducing the cost of training a new employee (replenishing staff), reducing the risk of emergencies, increasing the productivity of a medical worker due to the possibility of examining several employees simultaneously, and calculating the cost of implementing AFS. A methodology for calculating the economic efficiency of implementing AFS for railway enterprises is proposed. The calculation is based on the example of BR data.

Conclusion. The calculations performed to determine economic efficiency have shown that the use of AFS is economically feasible for implementation in Belarusian Railways, and the payback period does not exceed 1 year. The proposed methodology can be recommended for transport companies when analyzing the possibility of implementing AFS during pre-shift (pre-trip) inspections.

Key words: pre-shift inspection; economic efficiency; risk

По данным Международной организации труда, уровень производственного травматизма в Беларуси в 2024 году составил 51 на 100000 работ-

ников. При численности работников 5,262 тыс., действовавших во всех сферах экономики, в результате воздействия производственных факторов трав-

мировано 1659, впервые установлено профзаболевание у 32 работников (2023). Заболевание, травмирование или смерть работника на производстве сопряжены со значительными экономическими и социальными рисками для работодателя.

Одним из механизмов, влияющих на сохранение трудового долголетия работников транспортной отрасли, является применение автоматизированных систем предсменного (предрейсового) медицинского осмотра (АСПО), как часть корпоративной программы профилактики несчастных случаев и профессиональных заболеваний [1-3].

Цель работы – изучение экономической эффективности при внедрении автоматизированных систем предсменного осмотра (далее – АСПО) на рабочих местах Белорусской железной дороги.

ГО «Белорусская железная дорога» является одним из крупнейших предприятий Республики Беларусь на котором создано 48000 рабочих мест и работают 76000 человек (на 2020 год).

Одними из самых вредных и массовых профессий железнодорожного транспорта по результатам проведенных на предприятиях ГО «Белорусская железная дорога» аттестаций рабочих мест являются: электромонтер контактной сети (478 работающих), дежурный по железнодорожной станции (1492 работающих), машинист электровоза и тепловоза (3575 работающих), помощник машиниста электровоза и тепловоза (2566 работающих), монтер пути (5936 работающих), что составляет 18,4% от всех работающих и 53% от численности всех работающих во вредных и (или) опасных условиях труда. Большинство работников приведенных профессий относятся к 1 и 2 степени вредности 3-го класса условий труда.

В соответствии с Приказом начальника Белорусской железной дороги 04.04.2018 № 116Н, большинство из приведенных категорий работников проходят предрейсовый (предсменный) медицинский осмотр (ПРМО):

1) работники, в круг обязанностей которых входит управление железнодорожными транспортными средствами и другими транспортными средствами;

2) водители механических транспортных средств, колесных тракторов и самоходных машин;

3) работники, в круг обязанностей которых входят маневровые операции (включая деятельность на подъездных путях) и техническое обслуживание железнодорожных транспортных средств.

Проведение предсменных или предрейсовых медицинских осмотров регулируется на основе совместного постановления Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь 02.12.2013 № 116/119 (в редакции постановления Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь 30.04.2020 № 45/47).

Предсменный медицинский осмотр на предприятиях Белорусской железной дороги производится

в кабинетах ПРМО, расположенных чаще всего в локомотивных депо или региональных государственных организациях здравоохранения в «шаговой доступности». Для работников, указанных в группе 3, наниматель может проводить освидетельствование работников на предмет нахождения в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения самостоятельно при выполнении некоторых условий. Например, когда отсутствует возможность заключить договоры об организации работы кабинетов ПРМО в шаговой доступности от рабочих мест работников, в случае удаленности рабочих мест работников от мест расположения организаций здравоохранения, кабинетов ПРМО, а также в связи с несовпадением времени начала рейса (смены) работников со временем работы организаций здравоохранения, кабинетов ПРМО.

Затраты, понесенные на оплату работы кабинетов ПРМО и медицинских услуг по проведению ПРМО, фактически предоставленные организациями здравоохранения работникам, относятся на себестоимость транспортных услуг (работ), продукции, работ и услуг иных видов деятельности.

Внедрение АСПО позволяет:

- автоматизировать работу кабинетов ПРМО, реализуя персонализированный подход к контролю состояния здоровья работника с возможностью систематизации и обобщения данных о состоянии его здоровья и выделения групп риска;

- на основании значительного количества замеров определить индивидуальную норму работника по критериям состояния работы сердечно-сосудистой системы;

- предоставляет возможность одновременного обследования нескольких работников, в т.ч. удаленных от медицинского работника, принимающего решение о допуске к работе;

- уменьшает риск влияния человеческого фактора на принятие решения о допуске к работе (особенно в небольших населенных пунктах при недостаточном контроле за работой медицинского персонала);

- исключена возможность формальных допусков, особенно в часы пик (с 8 до 9 утра) при большом наплыве работников в кабинет ПРМО;

- дисциплинировать работников снизить употребление алкоголя, соблюдать режим отдыха и медицинские назначения, а также более внимательно относиться к состоянию своего здоровья [1].

Экономический эффект от внедрения АСПО определяется следующими факторами:

- снижение количества дней с временной утратой трудоспособности;

- снижение затрат на обучение нового сотрудника (восполнение кадров);

- снижение риска возникновения аварийных ситуаций;

- снижение эффективности или простоя технологического или перевозочного процесса в связи с поиском нового работника, его обучением и накоплением опыта;

- повышение производительности труда медицинского работника в связи с возможностью обследования одновременно нескольких работников;

- снижение организационных непроизводительных затрат: уменьшение затрат на доставку работника в кабинет ПРМО при реализации работ на удаленных участках при условии установки терминала самообслуживания АСПО, снижение необходимости контроля работы медицинского работника.

Однако, внедрение АСПО характеризуется и **затратами**, капитальными K и текущими C на:

- разработку, внедрение и апробацию корпоративных программ, предусматривающих использование АСПО, закупку оборудования АСПО. В настоящее время на рынке Таможенного союза представлены различные виды программных обеспечений и серийно выпускаемого оборудования (АО НПП «Системные технологии», ЭСМО и другие). В зависимости от комплектации, стоимость одного терминала составляет от 900000 до 2000000 рублей РФ. В Республике Беларусь работают 17 локомотивных депо. При установке в каждом депо 2 терминалов АСПО стоимость на закупку оборудования составит: $17 \times 2 \times 1000000 = 34000000$ рублей РФ. Кроме того, для хранения данных и их обработки необходима закупка компьютерной техники и серверного оборудования (70 персональных компьютеров и 2 сервера дороги) общей стоимостью ориентировочно 9900000 рублей РФ;

- обучение медицинских работников, психологов и иных специалистов принципам работы с АСПО и правильной интерпретации полученных результатов. Составляет из расчета не более 10% от стоимости АСПО и составляет для условий РБ 3400000 рублей РФ.

Изложенные выше затраты относятся к капитальным K . Текущие затраты в год C определяются следующими параметрами:

- техническое сопровождение программного обеспечения АСПО, техническое обслуживание оборудования АСПО. Ежемесячная стоимость приведенных услуг не превышает 10000 рублей РФ на 1 терминал АСПО;

- проверка и доставка в поверку 1 раз в год: 11000 рублей РФ;

- расходные материалы: датчик пульса: 7000 рублей РФ, средний срок службы 1 год. Манжета для измерения кровяного давления: 1000 рублей РФ, средний срок службы 6 месяцев.

Для Белорусской железной дороги текущие затраты C в год на содержание 34 терминалов АСПО составят: $10000 \times 12 \times 34 + 34 \times 11000 + 7000 \times 34 + 1000 \times 2 \times 34 = 4760000$ рублей РФ (53000 \$).

Затраты на внедрение АСПО:

$E = K + C = 34000000 + 9900000 + 3400000 + 4760000 = 52060000$ рублей РФ.

Рассчитаем экономический эффект от внедрения АСПО для условий Белорусской железной дороги.

Экономический эффект при снижении количества дней с временной утратой трудоспособности.

По результатам собственных исследований, среднее трехлетнее количество дней нетрудоспособности в БелЖД за период с 2017 по 2019 год составляет 556 дней на 100 человек за три года (анализу подвергались три года до пандемии COVID-19). Численность машинистов и помощников Белорусской железной дороги по состоянию на 2023 год, подлежащих предсменным медицинским осмотрам, составляет 6141 человек. За три года количество человеко-дней нетрудоспособности составит $n = (6141 / 100) \times 556 = 34143$ человеко-дней за три года или 11381 человеко-дней в год.

Компенсация сверхурочных N_1 для подменных работников в год:

$$N_1 = n L U \quad (1), \text{ где:}$$

n – количество человеко-дней нетрудоспособности, ($n = 11381$ по состоянию за 2023 год);

L – средняя часовая заработная плата машиниста, рублей ($100000 / 160 \text{ час} = 625$ рублей РФ);

U – средняя продолжительность смены, час ($U = 11$);

Подставляя данные в формулу (1), получим объем сверхурочных выплат для подменных работников в год:

$$N_1 = 11381 \times 625 \times 11 = 78244375 \text{ рублей РФ в год.}$$

При внедрении системы контроля состояния здоровья машинистов и помощников с применением АСПО происходит снижение их заболеваемости. Для АО «Российские железные дороги» снижение трудопотерь составило более 25% по сравнению с периодом эксплуатации без применения АСПО [2, 4]. При 100% снижении заболеваемости экономия денежных средств за счет оплаты сверхурочных составит 78244375 рублей РФ в год. В случае компенсации трудопотерь на 25% экономия денежных средств за счет оплаты сверхурочных составит 214957 рублей РФ в год.

Экономический эффект от снижения затрат, вызванных необходимостью обучения нового сотрудника.

В интересах настоящего расчета примем, что за год 32 работника были признаны негодными, что составляет 0,64% общесписочной численности. 128 машинистам продлили разрешение только на год, четверо временно годны на 3 месяца. Суммарно в группе риска находятся 132 работника или 2,65% общесписочной численности. В следующем году БелЖД необходимо восполнить кадры на 32 работника.

Анализ 15-летнего опыта эксплуатации АСПО в АО «РЖД» показал возможность снизить количество отстранений работников от рейса в 2 раза, а продолжительность «профессиональной жизни» увеличить на 3 года [5]. Количество непригодных работников по результатам ежегодного медицинского осмотра возможно снизить на 80-85%. Так, по результатам 2023 года, в профессии могли бы остаться 27 работников из 32 работников, которые были признаны непригодными.

Выявление таких работников и оказание им помощи без АСПО не представляется возможным, поскольку исчезают технические средства, объективизация данных, методические материалы и факт мониторинга функционального состояния работника.

Экономия денежных средств на обучение нового сотрудника определяется по следующей формуле:

$$N_2 = H X \quad (2), \text{ где:}$$

H – число работников (27 чел.), которых нужно набрать на работу и обучить (число работников, которые могли потерять трудоспособность, однако сохранили ее за счет выявления заболеваний с помощью АСПО);

X – стоимость затрат на обучение нового работника плюс оплата труда подменного работника на период обучения нового (с коэффициентом 2 за сверхурочные – учитывая только прибавку, срок обучения 6 месяцев).

$$X = 6 J L + Y \quad (3), \text{ где:}$$

6 – продолжительность обучения, мес.;

J – среднемесячная норма рабочего времени, час ($J = 160$ часов);

L – средняя часовая заработная плата машиниста, рублей РФ ($L = 625$ рублей РФ);

Y – прямые затраты на обучение одного машиниста, рублей РФ ($Y = 76230$ рублей РФ). Стоимость обучения принята на основе расценок ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения» на 2023 год. Подготовка машинистов и помощников машинистов для БелЖД осуществляется в Дорожном центре по подготовке, переподготовке и повышению квалификации кадров Белорусской железной дороги.

Стоимость обучения нового работника по формуле (3) составит:

$$X = (6 \times 160 \times 625) + 76230 = 676230 \text{ рублей РФ.}$$

Экономический эффект в год по формуле (3) от снижения затрат, вызванных необходимостью обучения нового сотрудника, составит:

$$N_2 = 27 \times 676230 = 18258210 \text{ рублей РФ.}$$

Экономический эффект от снижения риска возникновения аварийных ситуаций. Согласно статистике Международного союза железных дорог (МСЖД) за 2022 год [6, табл. 2], человеческий фактор со стороны персонала железной дороги является причиной инцидентов на железнодорожном транспорте в 10,3% случаев, из них машинисты поездов в 2,4% случаев. Причем, число серьезных происшествий в 2021 году составило 1765, а число смертельных исходов – 897. Машинисты поездов стали причиной 42 серьезных происшествий и 21 смертельного исхода.

Согласно определению МСЖД, к серьезным относятся происшествия с участием по крайней мере одной единицы подвижного состава, приведшие как минимум к одному смертельному исходу или тяжелым травмам, повреждениям объектов инфраструктуры, подвижного состава либо нанесению ущерба окружающей среде в размере более 150 тыс. евро,

а также вызвавшие продолжительные (более 6 ч) перерывы в движении поездов (исключая инциденты на территории депо, складов и ремонтных предприятий).

Величина страховой выплаты при смертельном исходе на транспорте может варьироваться в зависимости от страхового тарифа. Практика страховых организаций Беларуси свидетельствует, что она может составлять в среднем 14000000 рублей РФ.

Из приведенных сведений очевидна важность снижения риска возникновения аварийной ситуации по вине локомотивной бригады.

Оценку возможности возникновения аварийной ситуации от действий поездной бригады можно провести по коэффициенту T , отражающему отношение количества человек k_1 , находящихся в группе риска по критериям: срыв адаптации, сердечно-сосудистые заболевания в структурном подразделении железной дороги, в отделении или в целом для всей структуры БелЖД за анализируемый период (год) к общему объему поездной работы V_1 за этот же период (км) (формула 4). Отнесение сотрудника к группе риска реализуется по анализу показаний АСПО, исключая человеческий фактор при принятии решения.

$$T = k_1 / V_1 \quad (4)$$

Так, например, уменьшение коэффициента в $\Delta K = 2$ раза за годовые периоды может свидетельствовать о возможности снижения в 2 раза финансового ущерба от возникновения аварийной ситуации.

$$\Delta T = k_1 V_2 / k_2 V_1 \quad (5)$$

Тогда экономический эффект при снижении риска возникновения аварийных ситуаций составит:

$$N_3 = \Delta T U \quad (6), \text{ где:}$$

U – величина возможного экономического ущерба от возникновения аварийной ситуации, рублей РФ.

Экономический эффект при повышении производительности труда медицинского работника в связи с возможностью одновременного освидетельствования нескольких работников. Опыт работы АСПО в структуре РЖД-Медицины показал возможность одновременного обслуживания нескольких систем одним медицинским работником. Применение АСПО позволит расширить зону обслуживания медицинского работника икратно снизить стоимость одного обследования. Экономический эффект в год N_4 от повышения производительности труда медицинского работника составит:

$$N_4 = w e / t \quad (7), \text{ где:}$$

w – количество обследований в год;

e – стоимость одного обследования, рублей РФ;

t – количество АСПО, закрепленных за одним медицинским работником.

Итоговый экономический эффект от внедрения АСПО определяется как сумма составляющих его критериев. Приведенные в настоящей статье критерии не представляют законченный перечень, и могут быть значительно расширены в зависимости от

характеристик технологического процесса и анализируемых параметров, определяющих трудовое долголетие работника.

Итоговый потенциальный экономический эффект при внедрении АСПО для Белорусской железной дороги, учитывающий только экономический эффект при снижении количества дней с временной утратой трудоспособности и экономический эффект от снижения затрат, вызванных необходимостью обучения нового сотрудника, составляет:

$$N = N_1 + N_2 = 78244375 + 18258210 = 96502585 \text{ рублей.}$$

$$\text{Затраты при внедрении составят: } E = 52060000 \text{ рублей.}$$

Таким образом, максимальный срок окупаемости при внедрении АСПО для предприятий Белорусской железной дороги составит:

$$S = E / N = 52060000 / 96502585 = 0,54 \text{ года.}$$

ВЫВОД

Внедрение АСПО является одним наиболее перспективных направлений включения в корпоративную программу для повышения трудового долголетия сотрудников, сохранения кадрового потенциала и обеспечения экономической эффективности Белорусской железной дороги.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Sarantsev VV, Rybina TM, Markelov PN, Semashko EV, Vorobyov YuN. Capabilities of modern automated systems for pre-trip (pre-shift) personnel inspections. *Energy Strategy*. 2020; 3(75): 47-51. Russian (Саранцев В.В., Рыбина Т.М., Маркелов П.Н. Семашко Е.В., Воробьев Ю.Н. Возможности современных автоматизированных систем предрейсовых (предсменных) осмотров персонала // Энергетическая стратегия. 2020. № 3(75). С. 47-51.)
2. Zhidkova EA, Gutor EM, Sorokin MA, Kalinin MR, Gurevich KG. Medical aspects of safety of the movement in Russian railways. *Sechenov Medical Journal*. 2018; 4(34): 34-40. Russian (Жидкова Е.А., Гутор Е.М., Сорокин М.А. Калинин М.Р., Гуревич К.Г. Медицинские аспекты обеспечения безопасности движения в ОАО «Российские железные дороги» // Сеченовский вестник. 2018. № 4(34). С. 34-40.) doi: 10.26442/22187332.2018.4.34040
3. Miroshnichenko AI, Osipova IV, Zaltsman AG, Kurbatova II, Averyanova ES. New opportunities for early diagnosis and monitoring of cardiovascular diseases: experience with an automated system of pre-trip medical examinations. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2015; 9: 97-98. Russian (Мирошниченко А.И., Осипова И.В., Зальцман А.Г., Курбатова И.И., Аверьянова Е.С. Новые возможности ранней диагностики и мониторинга сердечно-сосудистых заболеваний: опыт работы с автоматизированной системой предрейсовых медицинских осмотров // Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 9. С. 97-98.)
4. Plokhov VN, Lazarev VN, Bystrov VV, Martynova GG, Atkov AYU. Integrated approach to health protection of employees of JSC «Russian Railways». *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2015; 9: 115-116. Russian (Плохов В.Н., Лазарев В.Н., Быстров В.В., Мартынова Г.Г., Атков А.Ю. Комплексный подход к охране здоровья работников ОАО «РЖД» // Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 9. С. 115-116.)
5. Zhidkova EA, Shlipakov SV, Gutor EM, Gurevich MV, Pankova VB, Vilk MF, et al. Prevalence of elevated blood pressure among locomotive workers according to the long-term assessment of pre-trip health screening. *Cardiovascular therapy and prevention*. 2022; 21(5): 3189. Russian (Жидкова Е.А., Шлипаков С.В., Гутор Е.М., Гуревич М.В., Панкова В.Б., Вильк М.Ф., и др. Распространенность превышения нормативных величин артериального давления у работников локомотивных бригад по результатам многолетней динамики предрейсового медицинского осмотра // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2022. Т. 21, № 5. С. 3189.) doi: 10.12829/1728-8800-2022-3189.
6. Statistics of the International Union of Railways. Russian (Статистические данные Международного союза железных допоро.) <https://zdmira.com/articles/otchet-mszhd-2022-statistika-proisshestvij-na-zheleznykh-dorogakh>

Сведения об авторах:

МАКЕЕВ Вячеслав Валерьевич, канд. техн. наук, доцент, начальник отдела экологической безопасности и энергосбережения на транспорте – заместитель начальника ИЦ ЖТ БелГУТа, г. Гомель, Республика Беларусь. E-mail: makeyeu@bsut.by

РЫБИНА Татьяна Михайловна, канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры пульмонологии, фтизиатрии, аллергологии и профпатологии с курсом повышения квалификации и переподготовки, УО БелГМУ, г. Минск, Республика Беларусь. E-mail: tanya-rybina@list.ru

Information about authors:

MAKEEV Vyacheslav Valerievich, candidate of technical sciences, docent, head of the department of environmental safety and energy saving in transport – deputy head of the research center for railway transport, Belarusian State University of Transport, Gomel, Republic of Belarus. E-mail: makeyeu@bsut.by

RYBINA Tatiana Mikhailovna, candidate of medical sciences, docent, docent of the department of pulmonology, phthisiology, allergology, and occupational pathology with advanced training and retraining, Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus. E-mail: tanya-rybina@list.ru

Корреспонденцию адресовать: РЫБИНА Татьяна Михайловна, 220083, Республика Беларусь, г. Минск, пр. Дзержинского, 83, УО БелГМУ. Тел: +375 17 252-12-01 E-mail: tanya-rybina@list.ru