

УДК 629.4.066

Беляева Татьяна Владимировна, к.э.н., доцент,  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
г. Новосибирск

Андриевский Степан Андреевич, студент,  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
г. Новосибирск

Баранов Александр Игоревич, студент,  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
г. Новосибирск

**ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ  
СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПЕРЕГОНЕ  
JUSTIFICATION FOR THE IMPLEMENTATION  
OF AN AUTOMATED SAFETY SYSTEM ON THE TRACK**

**Аннотация:** В статье предложены меры по организации безопасного обслуживания пути без закрытия движения поездов с помощью автоматизированной системы. Выделены ключевые ресурсы, способные обеспечить экономическую рентабельность проекта. Проведена оценка инвестиционной эффективности проекта

**Abstract:** The article proposes measures to organize safe track maintenance without closing train traffic using an automated system. Key resources capable of ensuring the economic profitability of the project are identified. An assessment of the investment efficiency of the project is carried out.

**Ключевые слова:** АСБНП, безопасность, железнодорожный транспорт, автоматизированная система, ремонтно-восстановительные работы.

**Keywords:** ASSRC, safety, railway transport, automated system, repair and restoration works.

Приоритетным направлениям функционирования любой эффективной компании является следование «в ногу» со временем, проявляющееся во внедрении новейших технологий в производственном процессе. Холдинг ОАО «РЖД» также успешно придерживается данной политики, реализуя на предприятиях различные проекты, позволяющие оптимизировать имеющиеся технологические процессы и достигнуть определенного эффекта в области сокращения издержек производства и повышении качества производимой продукции и оказываемых услуг [1].

Компания проводит регулярное привлечение новых разработок молодых исследователей и сотрудников фирмы, связанных с любыми отраслями железнодорожного транспорта. Основными критериями в отборе предложенных идей является востребованность и потенциальная реализуемость проекта, а также его экономическая эффективность.

В сохраняющихся условиях кадрового дефицита в компании, ОАО «РЖД» нацелено на автоматизацию ручного труда сотрудников, чтобы нехватка кадров практически не лимитировала деятельность железнодорожного транспорта. Однако в силу географических и климатических особенностей РФ полноценный переход от ручного труда к роботизированному при имеющемся технологическом оснащении почти невозможен. Тем не менее, прогресс неустанно движется вперед и уже в наши дни можно передать ряд обязанностей сотрудников без ущерба качеству их выполнения автоматизированным



системам. Таким образом, в сложившейся обстановке проекты, направленные на оптимизацию штата работников, при должном обосновании их реализуемости и эффективности могут быть крайне привлекательны для фирмы.

Особенно остро нехватку кадров ощущает дистанция пути ОАО «РЖД» [2]. Для привлечения рабочей силы в данное подразделение компания повышает размеры заработной платы сотрудников, тем не менее, дополнительные расходы средств на оплату труда рабочих не всегда дают ожидаемый эффект. Поэтому в данном вопросе требуется внедрение интенсивных подходов к повышению эффективности работы. Для наглядности стоит рассмотреть решение данной проблемы на примере конкретного рода работ дистанции пути.

В соответствии с техническими нормами по содержанию и ремонту железнодорожного пути «путейцы» должны периодически проводить профилактические работы по поддержанию верхнего строения пути в исправном состоянии. В соответствии с правилами технической эксплуатации и должностными инструкциями данные работы проводят при сохранении движения поездов по участку [3]. Для предотвращения наезда подвижного состава на работников предпринимаются следующие меры безопасности:

- локомотивная бригада получает предупреждение о выполнении ремонтных работ на определенном участке пути. В соответствии с этим приказом бригада обязана проследовать опасный участок с повышенной бдительностью, оповещая рабочих о приближении поезда подачей звукового сигнала;

- в бригаде выделяются два сигналиста, которые размещаются с обеих сторон от места проведения работ на нормативном расстоянии. Их обязанностью является своевременное уведомление бригады о приближающемся подвижном составе.

Однако данная технология обеспечения безопасности работ на перегоне зачастую дает сбои, по причине связанной опять-таки с нехваткой квалифицированного персонала [4]. Проявляется это в том, что порою в бригаде не хватает людей, чтобы выставить сигналистов, без которых рабочие крайне уязвимы. Тем не менее, наличие сигналистов также не дает абсолютной гарантии безопасности снова из-за проблем с кадрами: компания в силу нехватки персонала снижает требования к контингенту, из-за чего к работе сигналистов могут быть допущены сотрудники, не имеющие должной подготовки и компетенций, что также приводит к риску нарушения безопасности.

Таким образом, решение по замене сигналистов автоматизированной системой безопасности является целесообразным. Во-первых, компания сократит расходы, связанные с содержанием двух сотрудников в бригаде. Во-вторых, в силу высокой надежности технических средств и наличия резервных каналов на случай отказа, человеческий фактор в сфере защиты бригады от наезда будет полностью исключен, что позволит минимизировать риск травмирования рабочих в ходе их производственной деятельности.

Данным решением может послужить автоматизированная система безопасности на перегоне (АСБНП). В соответствии с данной технологией участок работы ограждается теперь не сигналистами, а двумя лазерными контурами. Когда подвижной состав проходит через любой из контуров – лазерная цепь размыкается, и сигнал опасности поступает на браслеты безопасности сотрудников. Данные браслеты, которыми снабжен каждый работник, начинают сигнализировать об опасности, издавая звуковой, световой и вибро- оповещения. Этот сигнал говорит работникам о необходимости покинуть рабочее место и уйти на безопасное расстояние. Выполнение этого требования проверяется тем, что на нормативном расстоянии от края пути расположена локальная система безопасности, которая отслеживает по браслетам местоположение сотрудников. Если сотрудники проигнорировали требование системы и не покинули место работ, то по каналам радиосвязи локальная установка передает сигнал на приближающийся локомотив и тот, в свою очередь, реализует экстренное торможение. После



освобождения участка пути установка сигнализирует о возможности продолжения работ. Каждый элемент данной системы взаимосвязан, поэтому выход любого звена данной установки будет воспринят как отказ, и бригада незамедлительно будет об этом уведомлена. Данный принцип самодиагностики позволяет повысить надежность разработки до высоких значений, требуемых от технических средств автоматики в ОАО «РЖД».

Алгоритм работы АСБНП, представленный на рисунке 1, исключает возможность возникновения скрытых отказов и имеет несколько контуров самодиагностики.

Для оценки экономической эффективности разработки были использованы расценки за материалы и размеры оплаты труда из открытых источников на территории Западно-Сибирской железной дороги, актуальные на 07.05.2025.

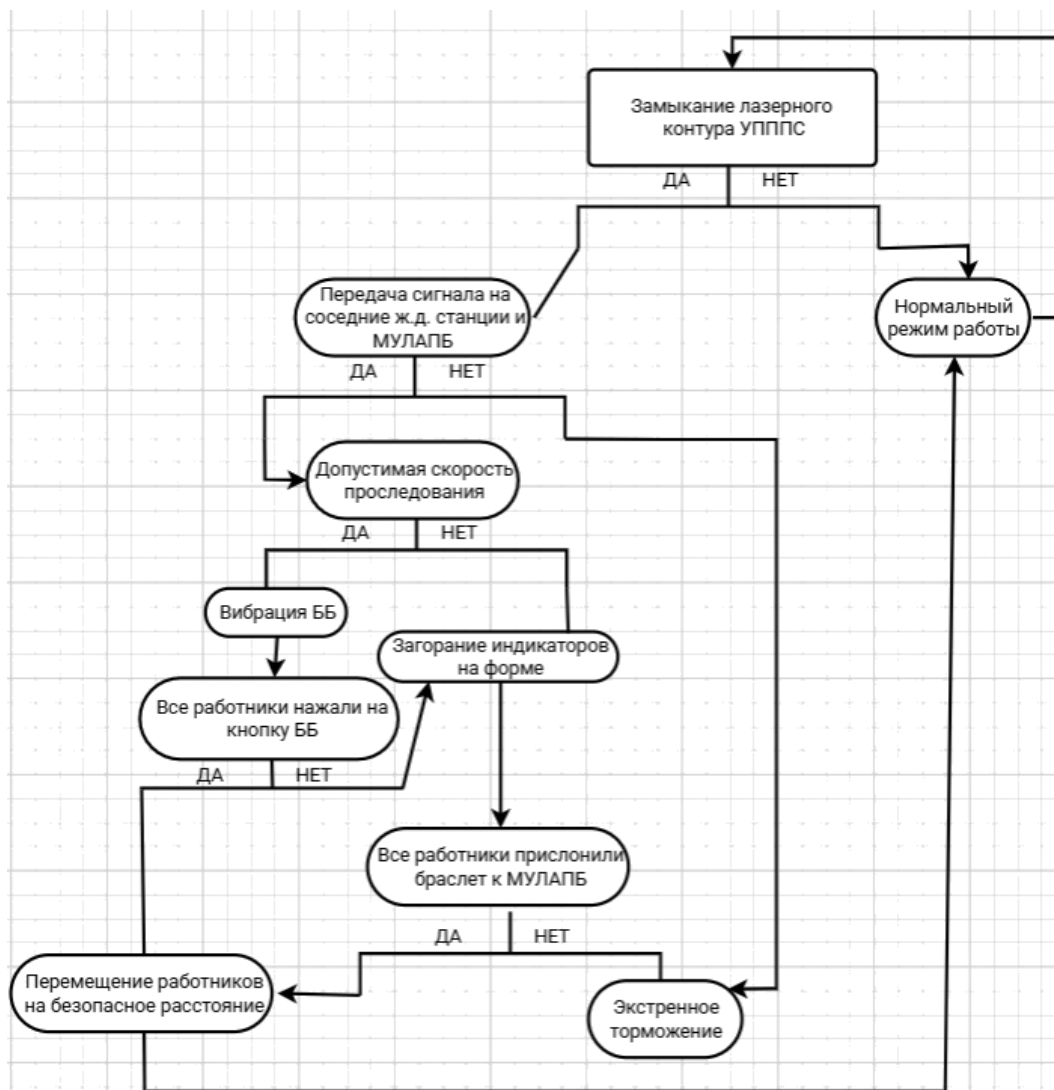


Рисунок 1 – Алгоритм работы АСБНП

Расходы по данному проекту будут включать в себя: инвестиции на изготовление агрегатов и сборку системы, которые приведены в таблице 1, а также эксплуатационные расходы, связанные с ежегодным обслуживанием элементов и периодической подзарядкой аккумуляторов. Смета по эксплуатационным расходам представлена в таблице 2.



Таблица 1

| Инвестиции в установку                  |                         |                |                  |
|-----------------------------------------|-------------------------|----------------|------------------|
| Объекты инвестирования                  | Цена за единицу без НДС | Количество, шт | Итого, тыс. руб. |
| Датчик проследования подвижного состава | 11,4                    | 2              | 22,8             |
| Мобильная установка локального действия | 15,0                    | 1              | 15,0             |
| Браслеты                                | 3,0                     | 7              | 21,0             |
| Смартфоны                               | 7,0                     | 15             | 105,0            |
| Сборка и наладка агрегатов              | 15                      | 1              | 15,0             |
| Накладные расходы (20%)                 | 178,8                   | 0,2            | 35,8             |
| Всего инвестиции                        | -                       | -              | 214,6            |

Таблица 2

| Ежегодные эксплуатационные расходы                                                                                                                                                               |                                   |                                                                                          |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Категория расходов                                                                                                                                                                               | Цена за единицу без НДС           | Количество, шт                                                                           | Итого, тыс руб |
| Сервисное техническое обслуживание элементов установки                                                                                                                                           | 5 тыс руб                         | 1                                                                                        | 5,0            |
| Электроэнергия для подзарядки мобильной установки (АКБ 50Ач, 12V) время зарядки 12 ч, 30 зарядок в год (месяц работы)                                                                            | 3,66 руб/кВт·ч                    | $50 \cdot 12 \cdot 3600 \cdot 30 \cdot 12 / (0,95 \cdot 3600000) = 232,4$ кВт·ч          | 0,851          |
| Электроэнергия для подзарядки контуров лазерного ограждения (АКБ 7,2Ач, 12V) время зарядки 12 ч, 30 зарядок в год (месяц работы)                                                                 | 3,66 руб/кВт·ч                    | $2 \cdot 7,2 \cdot 12 \cdot 3600 \cdot 12 \cdot 30 / (0,95 \cdot 3600000) = 66,9$ кВт·ч  | 0,245          |
| Электроэнергия для подзарядки браслетов безопасности (АКБ 1,8Ач, 7,4V) время зарядки 12 ч, 30 зарядок в год (месяц работы)                                                                       | 3,66 руб/кВт·ч                    | $7 \cdot 1,8 \cdot 7,4 \cdot 3600 \cdot 12 \cdot 30 / (0,95 \cdot 3600000) = 36,1$ кВт·ч | 0,132          |
| Установка и снятие системы с подзарядки (выполняет бригадир, имеющий минимально 5-й разряд, 0,25ч – установка на подзарядку, столько же – отключение от питания, 30 зарядок в год (месяц работы) | $78,61 \cdot 2,12 = 166,65$ руб/ч | $(0,25 + 0,25) \cdot 30 = 15$                                                            | 2,5            |
| Всего эксплуатационных расходов                                                                                                                                                                  | -                                 | -                                                                                        | 8,728          |

Экономическая эффективность проекта будет проявляться в сокращении расходов, связанных с оплатой труда двух сигнальщиков и их социальной поддержкой. Данные значения приведены в таблице 3.



Таблица 3

Экономия на исключении из существующей технологии двух сигналистов

| Критерии расходов                                                     | Сумма, руб.                       |          |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------|
|                                                                       | в год                             | в месяц  |
| ДСИЗ                                                                  | 5400                              | 450      |
| СИЗ                                                                   | 51300                             | 4275     |
| ЗП начислено                                                          | 2 027 520                         | 168960   |
| НПФ<br>«Благосостояние»                                               | 81 100,8                          | 6758,4   |
| МЕДОСМОТР                                                             | 20000                             | 1666,7   |
| ТР4                                                                   | 29200                             | 2433,3   |
| ТР3                                                                   | 16000                             | 1333,3   |
| ТР11                                                                  | 8000                              | 666,7    |
| ТР6                                                                   | 104000                            | 8666,7   |
| Спорт                                                                 | 40000                             | 3333,3   |
| Прочие соц.<br>Гарантии и<br>льготы по<br>программе<br>«Росжелдора»   | 80000                             | 6666,7   |
| Итого                                                                 | 2381420                           | 205210,1 |
| Итого на двух<br>сигналистов за 1<br>месяц проведения<br>работ в год: | <b>205210,1·1=205210,1 (руб.)</b> |          |

Учитывая представленные выше параметры расходов и потенциальных доходов можно оценить инвестиционную эффективность данного проекта. Гарантийный срок службы системы составляет 5 лет, поэтому за данный период будут проводиться расчеты дисконтированного дохода. Результаты расчетов по обоснованию инвестиций приведены в таблице 4.

На основе анализа расчетов можно сделать вывод об экономической целесообразности инвестирования в реализацию предлагаемого проекта. Оценка эффективности инвестирования представлена в таблице 5.

Таблица 4

Обоснование инвестиций

| Показатель (тыс. руб.)                     | Горизонт расчета, год |       |       |       |       |
|--------------------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
|                                            | 0                     | 1     | 2     | 3     | 4     |
| Приток: Доходные поступления               | 205,2                 | 205,2 | 205,2 | 205,2 | 205,2 |
| Отток: Дополнительные эксплуатационные     | 8,7                   | 8,7   | 8,7   | 8,7   | 8,7   |
| Сальдо потока от операционной деятельности | 196,5                 | 196,5 | 196,5 | 196,5 | 196,5 |
| Отток: Инвестиции                          | 214,6                 | -     | -     | -     | -     |
| Сальдо суммарного потока                   | -18,1                 | 196,5 | 196,5 | 196,5 | 196,5 |



|                                                     |       |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Сальдо накопленного потока (ЧД)                     | -18,1 | 178,4  | 374,9  | 571,4  | 767,9  |
| Коэффициент дисконтирования при норме дисконта 0,12 | 1     | 0,8929 | 0,7972 | 0,7118 | 0,6355 |
| Дисконтированное сальдо потока                      | -18,1 | 175,4  | 156,6  | 139,9  | 124,9  |
| Дисконтированное сальдо накопленного потока (ЧДД)   | -18,1 | 157,3  | 314,0  | 453,9  | 578,7  |

Таблица 5

Оценка экономической эффективности

| Показатель                                                               | Значение | Критерии экономической                                                                          | Вывод      |
|--------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Инвестиционные затраты по проекту (в ценах соответствующих лет), тыс. р. | 214,6    | -                                                                                               | -          |
| Ставка дисконтирования, %                                                | 12       | -                                                                                               | -          |
| Чистый дисконтированный доход (NPV), тыс. р.                             | 578,7    | Проект признается эффективным в случае положительного значения NPV.                             | эффективен |
| Дисконтированный срок окупаемости инвестиций (DPP), лет                  | 1,1      | При значении DPP в пределах срока, который устраивает инвестора, проект признается эффективным. | эффективен |
| Индекс доходности дисконтированных инвестиций (DPI)                      | 3,70     | Инвестиционный проект признается эффективным при значении DPI, превышающем 1.                   | эффективен |

Таким образом проект является экономически эффективным, за период срока службы чистый дисконтированный доход от эксплуатации одной установки составит 578,7 тыс.р. При этом индекс доходности инвестиций достигнет 3,7, а срок окупаемости инвестиций будет равняться 1,1 лет. Кроме того, реализация разработки поможет косвенно решить проблему нехватки кадров за счет улучшения условий труда работников дистанции пути и повышения безопасности их производственной деятельности.

*Список литературы:*

1. Александрова, Д. В. Перспектива развития экономики железнодорожного транспорта России / Д. В. Александрова // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте: Труды XXVI Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 03 ноября 2022 года / Редколлегия: В.А. Поморцев (отв. ред.) [и др.]. Том 2. – Красноярск: Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Иркутский государственный университет путей сообщения", 2022. – С. 7-10.



2. Хотина, Э. В. Дефицит кадров рабочих специальностей / Э. В. Хотина, Н. Е. Вавилов // Технологии управления персоналом транспортного комплекса России: Материалы научно-практической конференции, Москва, 11 мая 2023 года / Под редакцией Г.И. Москвитина, А.Б. Письменной. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Русайнс", 2023. – С. 229-231.

3. Правила технической эксплуатации железных дорог РФ пр. Минтранс Р.Ф. № 250 от 23.06.2022 г.

4. Гришкова, Д. Ю. Проблемы кадрового обеспечения железнодорожной отрасли / Д. Ю. Гришкова, Е. А. Петренева // Трансформация транспорта и образования: Труды Всероссийской научно-практической конференции КРИЖТ ИрГУПС, посвященной 130-летию транспортного образованию в Сибири, Красноярск, 17–19 октября 2024 года. – Красноярск: Иркутский государственный университет путей сообщения, 2024. – С. 220-224.

