



**НАУЧНАЯ СТАТЬЯ**

УДК 338.512

Дата поступления: 30.11.2021

рецензирования: 13.01.2022

принятия: 25.02.2022

**Оценка экономической эффективности применения системы «SMART  
МОНИТОРИНГ» для оборудования объектов инфраструктуры РЖД**

**В.П. Глухов**

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева,  
г. Самара, Российская Федерация

E-mail: [uchebnik@bk.ru](mailto:uchebnik@bk.ru). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8259-2895>

**М.В. Скиба**

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева,  
г. Самара, Российская Федерация

E-mail: [mvskiba29@gmail.com](mailto:mvskiba29@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2813-767x>

**Аннотация:** В статье предложено экономическое обоснование применения системы «SMART МОНИТОРИНГ» для наблюдения за оборудованием объектов инфраструктуры Российских Железных дорог (РЖД). Анализируются затраты на электроэнергию при эксплуатации тепловой завесы и оборудования с высоким энергопотреблением. Система «SMART МОНИТОРИНГ» позволяет осуществлять цифровую трансформацию сигналов аналоговых датчиков температуры, влажности и других климатических параметров, накапливать, систематизировать и представлять в удобном для дальнейшей обработки виде. В статье проиллюстрированы возможные области применения системы для мониторинга и анализа работы различных групп оборудования, обеспечивающего жизненный цикл зданий и сооружений РЖД. В статье показано соотношение затрат на создание системы «SMART МОНИТОРИНГ» и полученной экономии ресурсов. Применение системы «SMART МОНИТОРИНГ» даст возможность экономить электроэнергию и трудовые ресурсы. Система позволяет получить подробную аналитику расходов на электроэнергию, благодаря которой возможно сделать режим работы электрооборудования оптимальным, и имеет функционал, который позволяет рассчитывать различные параметры. Авторы делают вывод, что данная система наблюдения значительно повысит эффективность работы электрооборудования, используя современные отраслевые подходы для решения задач его эксплуатации, а именно технологии IoT и технологии облачного хранения и обработки данных.

**Ключевые слова:** экономия электроэнергии; интенсификация; информационные технологии; мониторинг; оптимизация производственных процессов.

**Цитирование.** Глухов В.П., Скиба М.В. Оценка экономической эффективности применения системы «SMART МОНИТОРИНГ» для оборудования объектов инфраструктуры РЖД // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2022. Т. 13, № 1. С. 120–131. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2022-13-1-120-131>.

**Информация о конфликте интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

© Глухов В.П., Скиба М.В., 2022

*Виктор Павлович Глухов* – кандидат технических наук, доцент кафедры менеджмента и организации производства, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

*Марина Валерьевна Скиба* – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и организации производства, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

**SCIENTIFIC ARTICLE**

Submitted: 30.11.2021

Revised: 13.01.2022

Accepted: 25.02.2022

## Evaluating the cost-effectiveness of the «SMART MONITORING» system for the equipment of Russian railways infrastructure facilities

V.P. Gluhov

Samara National Research University, Samara, Russian Federation  
E-mail: uchebnik@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8259-2895>

M.V. Skiba

Samara National Research University, Samara, Russian Federation  
E-mail: mvskiba29@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2813-767x>

**Abstract:** The article proposes economic justification of application of «SMART MONITORING» system for surveillance of equipment of Russian Railways (RZhD) infrastructure facilities. The paper analyzes the costs of electricity in the operation of heat curtains and equipment with high-energy consumption. «SMART MONITORING» system allows to perform digital transformation of signals from analog sensors of temperature, humidity and other climatic parameters, to accumulate, systematize and present in a convenient form for further processing. The article illustrates possible applications of the system for monitoring and analyzing the operation of various groups of equipment providing the life cycle of buildings and structures of Russian Railways. The article shows the ratio of costs for the creation of the system «SMART MONITORING» and the resulting savings in resources. Application of «SMART MONITORING» system will give an opportunity to save electric power and labor resources. The system allows to get the detailed analytics of electric power expenses, due to which it is possible to make the mode of operation of electric equipment optimal and has the functionality, which allows to calculate different parameters. The authors conclude that this surveillance system will significantly improve the efficiency of electrical equipment, using modern industry approaches to solve the problems of its operation, namely IoT technologies and cloud storage and data processing technologies.

**Key words:** energy saving; intensification; information technology; monitoring; optimization of production processes.

**Citation.** Glukhov V.P., Skiba M.V. Evaluating the cost-effectiveness of the «SMART MONITORING» system for the equipment of Russian railways infrastructure facilities. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie = Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2022, vol. 13, no. 1, pp. 120–132. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2022-13-1-120-132>. (In Russ.)

**Information on the conflict of interest:** authors declare no conflict of interest.

© Glukhov V.P., Skiba M.V., 2022

*Victor P. Gluhov* – Candidate of Technical Sciences, associate professor, associate professor at the Department of Management and Organization of Production, Samara National Research University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russian Federation.

*Marina V. Skiba* – Candidate of Economics, associate professor, associate professor at the Department of Management and Organization of Production, Samara National Research University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russian Federation.

### Введение

Система «SMART МОНИТОРИНГ» применяется для мониторинга оборудования объектов инфраструктуры РЖД, в частности вокзалов, с целью оптимизации потребления им электроэнергии. Система позволяет измерять заданные параметры оборудования и характеристики внешней среды объектов инфраструктуры РЖД, накапливать результаты измерений и выдавать их по запросу оператору. Кроме того, система позволяет регулировать работу отдельных объектов по заданному критерию. Например, работу тепловой завесы по заданной температуре в помещениях вокзала. Экономическая эффективность применения системы «SMART МОНИТОРИНГ» характеризуется соотношением полученной экономии стоимости ресурсов, используемых при эксплуатации объектов инфраструктуры РЖД и затрат на создание и эксплуатацию системы на определенном интервале времени. Например, экономия затрат на электроэнергию при работе тепловой завесы. Основные преимущества внедрения системы «SMART МОНИТОРИНГ» [1; 2]:

### Ход исследования

#### Технология замеров параметров при помощи системы «SMART МОНИТОРИНГ»

Для осуществления измерений, необходимо войти в систему. В ней отображаются все участки, на которых установлены считыватели. Оператор выбирает необходимый участок и контролирует целе-

вые параметры, которые отображаются в режиме графика. Существует возможность экспортирования данных.

### Расчет стоимости одного канала системы «SMART МОНИТОРИНГ»

Стоимость канала системы «SMART МОНИТОРИНГ» складывается из следующих величин:

$$C_{\text{канал}} = C_{\text{тех.средства}} + C_{\text{по}} + C_{\text{монтаж}}$$

где  $C_{\text{тех.средства}}$  – стоимость аппаратных средств, входящих в состав канала системы «SMART МОНИТОРИНГ»;

$C_{\text{по}}$  – стоимость программного обеспечения, реализующего функционирование канала, осуществляющего мониторинг и управление работой контролируемого оборудования (усредненная стоимость программирования и конфигурирования одного канала системы мониторинга);

$C_{\text{монтаж}}$  – ориентировочная стоимость монтажа одного канала системы «SMART МОНИТОРИНГ».

Стоимость аппаратных средств, входящих в состав одного канала системы «SMART МОНИТОРИНГ» ориентировочно составляет 50 000 руб.

Стоимость конфигурирования программного обеспечения, реализующего работу канала с целью мониторинга и управления работой контролируемого оборудования конкурса определяется по формуле:

$$C_{\text{по}} = 1,3 \cdot T_{\text{Спо}} \cdot T_{\text{цпо}}$$

где 1,3 – коэффициент, учитывающий отчисления в фонды социального страхования (пенсионный фонд, фонд социального страхования и фонд обязательного медицинского страхования), начисленные на фонд оплаты труда сотрудников, занимающихся разработкой программного обеспечения;

$T_{\text{с по}}$  – часовая ставка сотрудников, занимающихся разработкой программного обеспечения (руб./час);

$T_{\text{ц по}}$  – длительность цикла разработки программного обеспечения (час).

Часовая ставка сотрудника, занимающегося разработкой программного обеспечения, равна:

$$T_{\text{с}} = \frac{75000}{8 \cdot 22} = 426 \text{ (руб./час)}.$$

Длительность цикла разработки программного обеспечения ( $T_{\text{ц по}}$ ) из расчета на один канал определена методом Покер – планирования и составляет 60 чел.-часов.

Таким образом, стоимость разработки программного обеспечения одного канала усредненно составит:

$$C_{\text{по}} = 1,3 \cdot 426 \cdot 60 = 33327 \text{ (руб.)}.$$

Стоимость монтажа одного канала системы «SMART МОНИТОРИНГ» определяется по формуле:

$$C_{\text{монтаж}} = 1,3 \cdot T_{\text{Смонтаж}} \cdot T_{\text{цмонтаж}}$$

где  $T_{\text{Смонтаж}}$  – часовая ставка сотрудников, выполняющих монтажные работы;

$T_{\text{цмонтаж}}$  – длительность цикла монтажных работ.

Часовая ставка сотрудника, выполняющего монтажные работы равна:

$$T_{\text{Смонтаж}} = \frac{45000}{8 \cdot 22} = 256,5 \text{ (руб./час)}.$$

Длительность цикла выполнения монтажных работ одного канала системы «SMART МОНИТОРИНГ» определяется методом Покер-планирования или с использованием хронометража и составляет 50 чел.-часов [3; 4].

Стоимость монтажных работ равна:

$$C_{\text{монтаж}} = 1,3 \cdot 256,5 \cdot 50 = 16673 \text{ (руб.)}.$$

Общая стоимость одного канала системы «SMART МОНИТОРИНГ» определяется следующим выражением:

$$C_{\text{канал}} = 50000 + 33327 + 16673 = 100000 \text{ (руб.)}.$$

#### **Расчет стоимости обслуживания канала системы «SMART МОНИТОРИНГ» за один год**

Стоимость обслуживания канала системы «SMART МОНИТОРИНГ» складывается из обслуживания сервера и обслуживания оборудования канала.

Сервер, обеспечивающий функционирование системы «SMART МОНИТОРИНГ», обслуживается системными администраторами. С учетом того, что обслуживание осуществляется 24 часа в сутки в течение всего года, в списочный состав бригады системных администраторов входят 4 человека. Один сервер обслуживает ориентировочно 200 каналов.

С учетом этого, стоимость обслуживания сервера определяется формулой:

$$C_{\text{обсл.сервер}} = D_{\text{м}} \cdot N \cdot (\text{ЗПсис. адм.} \cdot 1,3) / n,$$

где  $D_{\text{м}}$  – количество месяцев обслуживания;

$N$  – списочная численность системных администраторов (чел.);

ЗП – месячная заработная плата системного администратора (руб.);

1,3 – коэффициент, учитывающий отчисления в фонды социального страхования (пенсионный фонд, фонд социального страхования и фонд обязательного медицинского страхования);

$n$  – количество каналов, которое обслуживает один сервер.

Расчет стоимости обслуживания сервера в расчете на один канал за год равна:

$$C_{\text{обс. сервер}} = 12 \cdot 4 \cdot 1,3 \cdot 60\,000 / 200 = 18\,720 \text{ (руб.)}.$$

Стоимость обслуживания оборудования системы «SMART МОНИТОРИНГ» за год определяется по формуле:

$$C_{\text{обс. об.}} = D_{\text{мес}} \cdot T_{\text{ст. обс.}} \cdot t_{\text{обс.}}$$

где  $T_{\text{ст. обс.}}$  – часовая ставка обслуживания оборудования системы «SMART МОНИТОРИНГ», определяется методом Покер – планирования;

$t_{\text{обс.}}$  – продолжительность обслуживания канала системы «SMART МОНИТОРИНГ» в течение месяца (час.).

Стоимость обслуживания оборудования канала системы «SMART МОНИТОРИНГ» в течение года с учетом  $T_{\text{ст. обс.}} = 1200$  руб./час.,  $t_{\text{обс.}} = 2,1$  час. определяется:

$$C_{\text{обс. об.}} = 12 \cdot 1200 \cdot 2,1 = 30\,301 \text{ (руб.)}.$$

Стоимость обслуживания одного канала системы «SMART МОНИТОРИНГ» в течение года сведена в таблицу 1.

#### **Определение экономии затрат на электроэнергию при эксплуатации тепловой завесы марки BALLY (модель ВНСМ10Т09-PS), полученной за счет внедрения одного канала системы «SMART МОНИТОРИНГ».**

На рисунке 1 представлены результаты мониторинга потребляемой электрической энергии тепловой завесой и величины расходов на оплату потребленной электроэнергии во времени.

**Таблица 1 – Стоимость обслуживания одного канала системы, руб.**  
**Table 1 – Cost of servicing one channel of the system, rub.**

Название элемента стоимости	Стоимость обслуживания сервера	Стоимость обслуживания оборудования канала системы «SMART МОНИТОРИНГ»	Полная стоимость обслуживания канала системы «SMART МОНИТОРИНГ»
Стоимость вида обслуживания	18720	30 301	49 021



Рисунок 1 – Результаты мониторинга потребляемой электрической энергии тепловой завесой и величины расходов на оплату потребленной электроэнергии во времени  
 Figure 1 – Results of monitoring the consumed electrical energy by a thermal curtain and the amount of expenses for paying for the consumed electricity over time

Данные графиков на рисунке 1 сводятся в таблицу 2. Для наглядности необходимо упорядочить значения температуры по убыванию значений и рассчитать среднее арифметическое значение температуры за каждый период анализируемого периода до и после внедрения системы соответственно.

**Таблица 2 – Показатели расхода на оплату электрической энергии при использовании тепловой завесы**  
**Table 2 – Consumption indicators for paying for electrical energy when using a thermal curtain**

Показатели до внедрения			Показатели после внедрения		
Дата	Расход, руб.	Температура на улице, °С	Дата	Расход, руб.	Температура на улице, °С
16.01.21	4424	-4	19.02.21	3888	-17
17.01.21	4656	-14	20.02.21	3977	-19
18.01.21	4658	-19	21.02.21	3950	-18
19.01.21	4460	-17	22.02.21	3964	-19
20.01.21	4615	-21	23.02.21	4142	-22
21.01.21	5037	-12	24.02.21	4091	-20
22.01.21	4973	-11	25.02.21	4056	-18
23.01.21	4871	-8	26.02.21	3845	-9

Продолжение таблицы 2

Показатели до внедрения			Показатели после внедрения		
Дата	Расход, руб.	Температура на улице, °С	Дата	Расход, руб.	Температура на улице, °С
24.01.21	4960	2	27.02.21	3813	-1
25.01.21	4932	0	28.02.21	3846	-9
26.01.21	4856	-3	01.03.21	3781	-11
27.01.21	4951	-5	02.03.21	3657	-3
28.01.21	4806	-5	03.03.21	3541	1
29.01.21	4902	-1	04.03.21	3378	1
30.01.21	4803	-1	05.03.21	3540	-3
31.01.21	4816	0	06.03.21	3584	-8
01.02.21	4827	0	07.03.21	3523	-3
02.02.21	4798	0	08.03.21	3069	0
03.02.21	4415	-4	09.03.21	3846	-2
04.02.21	3999	-3	10.03.21	3598	-11
05.02.21	3883	-2	11.03.21	3608	-13
06.02.21	3854	-9	12.03.21	3480	-12
07.02.21	4039	-16	13.03.21	3547	-7
08.02.21	4098	-17	14.03.21	3489	-5
09.02.21	4190	-15	15.03.21	3633	-3
10.02.21	4097	-13	16.03.21	3699	-4
11.02.21	3993	-8	17.03.21	3606	-2
12.02.21	3931	-2	18.03.21	3397	2
13.02.21	3812	0	19.03.21	3452	2
14.02.21	3896	-10	20.03.21	3390	1
15.02.21	3976	-15	21.03.21	3414	1
16.02.21	4066	2	22.03.21	3381	0
17.02.21	3965	0	23.03.21	2190	-1
среднее значение	4441,2	-7	среднее значение	3617,4	-7,03

Согласно табл. 2, экономия затрат на оплату электроэнергии при эксплуатации тепловой завесы в конкурсе железнодорожного вокзала в среднем за одни сутки определяется по формуле:

$$\Delta S_{\text{эл. энерг.}} = S_{\text{эл.энерг}}^{\text{баз}} - S_{\text{эл.энерг}}^{\text{нов}}$$

где  $S_{\text{эл.энерг}}^{\text{баз}}$  – стоимость электроэнергии, потребленной тепловой завесой, в среднем за одни сутки до установки системы «SMART МОНИТОРИНГ»;

$S_{\text{эл.энерг}}^{\text{нов}}$  – стоимость электроэнергии, потребленной тепловыми завесами, в среднем за одни сутки после установки системы «SMART МОНИТОРИНГ».

Значения среднесуточной температуры по месяцам за последние 3 года (2018-2021гг.), исходя из статистических данных по городу Самара показывает, что эксплуатация тепловых завес актуальна 5 месяцев в год, представлены в табл. 3.

**Таблица 3 – Среднесуточная температура за период 2018–2021 гг.**

**Table 3 – Average daily temperature for the period 2018–2021**

Год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
2018	-10.2	-10.5	-8.2	5.7	16.5	18.4	23.9	20.6	16.1	8.0	-2.9	-8.0	5.8
2019	-10.9	-8.0	-0.8	8.2	17.3	20.8	20.5	18.2	12.0	9.2	-2.1	-4.8	6.6
2020	-3.1	-3.6	2.7	7.3	15.6	18.4	24.3	18.9	13.9	8.5	-2.5	-11.1	7.4
2021	-10.0	-13.5	-4.2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

В среднем за одни сутки после установки системы «SMART МОНИТОРИНГ» экономия затрат на оплату электроэнергии равна:

$$\Delta S_{\text{эл. энерг.}} = 4441,2 - 3617,4 = 823,8 \text{ руб.}$$

Таким образом, экономия затрат на оплату электроэнергии, потребленной тепловой завесой за год, составит:

$$\Delta S_{\text{эл.энерг.}}^{\text{год}} = 823,8 \cdot 155 = 127\,750 \text{ руб.}$$

Согласно статистическим данным, полученным в результате апробации системы на типе нагрузке, тепловые завесы показали экономии электрической энергии с коэффициентом экономии:

$$K_{\text{эк.}} = \left(1 - \frac{S_{\text{эл.энерг.}}^{\text{нов}}}{S_{\text{эл.энерг.}}^{\text{баз}}}\right) * 100\% = \left(1 - \frac{3617,4}{4441,2}\right) * 100\% = 18,5\%.$$

Вокзальный комплекс помимо тепловых завес имеет также другое оборудование с высоким энергопотреблением, представлено в табл. 4.

**Таблица 4 – Перечень оборудования вокзального комплекса Самара, шт.**

**Table 4 – List of equipment of the station complex Samara, pcs.**

№ п/п	Наименование	Марка оборудования	Количество	Общее количество
1	Приточная камера	Train CCGA	12	22
2		LK-8-IA1F3C4V2	10	
3	Холодильная машина	EWAD	3	3
4	Фанкойл	–	210	210
5	Кондиционер	–	36	36
6	Эскалатор	ОТИС	4	4
7	Лифт	Отис	13	13
8	Подъемная платформа для МГН	Omega F	3	5
9		ПСРП	1	
10		СРМ-30	1	
11	Осветительные приборы	–	3500	3500

Согласно данным, предоставленным вокзалом «Самара», основная часть оборудования управляется в ручном режиме. Такой способ управления означает ручной замер параметров, например, температуры в помещении и изменение режимов оборудования по необходимости. Часть оборудования работает сезонно, часть круглый год. Оборудование, представленное в табл. 4, функционирует не менее 6 месяцев в год.

*Приточные камеры* функционируют круглый год, воздух в холодное время года с улицы подается на теплообменники и подогревается теплоносителем из системы отопления вокзала, в теплое время года внешний воздух охлаждается с помощью холодильных машин. Пропорция воздуха, которая берется в систему вентиляции извне и подмешивается, требует значительных затрат на приведение его температуры к нормальной, задается в ручном режиме. Сотрудник вручную замеряет температуру и на основании этого принимает решение необходимо ли менять режим работы оборудования, при этом настройка происходит без четкого приборного контроля в режиме реального времени. Ввиду большого количества оборудования делать такую настройку ежедневно физически невозможно, таким образом суточные колебание температуры, затраты энергии и их оптимальность не могут быть зафиксированы.

*Фанкойлы* (пункт 4 табл. 4) так же включаются сотрудниками в ручном режиме, при этом нет контроля выключается ли фанкойл в ночное время, и необходима ли его работа в данный момент.

Ввиду вышеперечисленного можно принять величину экономии стоимости потребленных ресурсов (электрическая и тепловая энергия) всех климатических систем в результате внедрения системы «SMART МОНИТОРИНГ» равную  $K_{эко.} = 18,5\%$ , которая получена на участке тепловых завес.

Для того, чтобы срок окупаемости внедрения каждого канала системы был не менее срока для участка «тепловые завесы» необходимо что бы стоимость одного канала мониторинга распределялась на мощность не менее чем та, которая была принята на участке «тепловые завесы».

Исходя из суммы экономии затрат на оплату электроэнергии в размере 823,8 руб./сутки, можно определить при тарифе 4,6 Руб./кВт час и базовом расходе 4441,2 руб./сутки получить 965 кВт в сутки или 40 кВт/час .

Допустим, что на мониторинг тепловых завес было израсходовано в среднем 2 канала мониторинга. Для получения эффекта, подобного эффекту тепловых завес необходимо, чтобы на 1 канал мониторинга в среднем распределялась группа оборудования с непрерывным потреблением не менее 20 кВт/час. Поскольку в состав системы «SMART МОНИТОРИНГ» входят 53 канала, все каналы должны быть распределены на мощность не менее 1060 кВт.

Для оценки мощности работающего оборудования руководством вокзала были предоставлены данные по части оборудования, представленного в табл. 4:

– *Приточные камеры* (П1-22кВт; П2-7,5кВт; П3-22кВт; П4-22кВт; П5-12кВт; П6-12кВт; П7-22кВт; П8-22кВт; П9-22кВт)

Суммарная мощность (9 шт.) не менее 141кВт.

Итого: средняя мощность на единицу 15,6 кВт.

Итого: суммарная мощность 22 приточных камер в среднем можно принять – 344 кВт.

– *Холодильные машины* (Машина 1-109 кВт; Машина 2 – 125кВт; Машина 3 – 371кВт)

Итого: суммарная мощность – 605 кВт.

– *Фанкойлы* (210шт. не мене 0,5 кВт)

Итого: суммарная мощность – 105 кВт.

– *Кондиционеры* (36 шт. по 2,5 кВт)

Итого: суммарная мощность – 90 кВт.

– *Тепловые завесы.*

Итого: суммарная мощность не менее 44,5 кВт.

Можно подвести итог – по вышеперечисленному оборудованию: суммарная мощность составляет 1188,5 кВт. Данная мощность климатического оборудования не ниже рассчитанной выше мощности 1060 кВт. Таким образом было определено корректное число выбранного количества каналов.



На основе имеющихся данных можно рассчитать электрическую мощность при полной нагрузке климатическим оборудованием вокзала:

$$P_{\text{год}} = P_{\Sigma} \cdot T \cdot D_{\text{дн}} \cdot D_{\text{мес}},$$

где  $P_{\text{год}}$  – годовой расход электрической энергии климатическим оборудованием вокзала;

$P_{\Sigma}$  – суммарная электрическая мощность, потребляемая климатическим оборудованием вокзала за один час;

$T$  – количество часов в сутках;

$D_{\text{дн}}$  – количество дней в месяце;

$D_{\text{мес}}$  – количество месяцев в году.

Таким образом, годовой расход электроэнергии составит:

$$P_{\text{год}} = 1188,5 \cdot 24 \cdot 30 \cdot 12 = 10268640 \text{ кВт/ч.}$$

По данным предоставленным вокзалом «Самара» общий расход электроэнергии по вокзалу фактически составил  $P_{\text{годф}} = 3995960$  кВт/час. Основную долю энергопотребления составляет климатическое оборудование, таким образом можно рассчитать коэффициент использования оборудования:

$$K_{\text{об}} = 3995960 / 10268640 = 0,39.$$

Стоимость электроэнергии, потребленной климатическим оборудованием вокзала в год, составит:

$$S_{\text{э/э}} = P_{\text{годфакт}} \cdot C_{\text{т}},$$

где  $C_{\text{т}}$  – тариф 1 кВт/часа электроэнергии, руб.

Тогда

$$S_{\text{э/э}} = 3995960 \cdot 4,6 = 18381416 \text{ руб.}$$

Распределяя 53 канала мониторинга на перечисленное выше оборудование и принимая ожидаемую среднюю экономию 18,5 %, можно рассчитать годовую экономию затрат на электроэнергию от внедрения системы, она составит:

$$\Delta S_{\text{э/э}} = S_{\text{э/э}} \cdot K_{\text{эк}} = 18381416 \cdot 0,185 = 3400560 \text{ руб.}$$

Тогда ожидаемая экономия на 1 канал в год:

$$\Delta S_{\text{э/э}} = 3400560 / 53 = 64161 \text{ руб.}$$

Таким образом, распределение 53 каналов мониторинга на вышеперечисленное оборудование при среднем коэффициенте экономии 18,5 % за счет оптимизации режима работы оборудования даст экономию затрат на электроэнергию 64 161 руб. на 1 канал в год.

Суммарный расход тепла, по данным предоставленным вокзалом за 2020 год, составил 7524 Гкал, тариф для населения в 2020 году был 1877 руб./Гкал, суммарные затраты в 2020 году составили 14 122548 руб. Можно сделать допущение, что за счет оптимизации работы оборудования можно получить экономию 3 % тепловой энергии, что составит годовую экономию 423 676 руб.

### **Оценка экономии трудовых ресурсов при использовании системы «SMART МОНИТОРИНГ»**

Применение данной системы даст экономию фонда заработной платы электриков, осуществляющих осмотр оборудования с целью предотвращения возникновения нештатных ситуаций. Электрики работают на территории железнодорожного вокзала. В смене работает 2 человека, продолжительность смены – 12 часов. Всего в сутки явочная численность электриков составляет 4 человека. С уче-

том выполнения требований КЗОТ списочная численность электриков составляет 8 человек. Среди прочих служебных функций фигурирует периодический осмотр оборудования, о котором было упомянуто выше. Одним электриком на осмотр оборудования в смену затрачивается в среднем 3,0 нормо-часа [5–8].

Использование системы «SMART», которая осуществляет регулярный мониторинг работы оборудования, установленного на территории железнодорожного вокзала, позволяет сократить время, которое затрачивает электрик на осмотр оборудования в продолжение одной смены, до 1,5 нормо-часов. Таким образом, в сутки высвобождается:

$$\Delta\tau_{\text{сут}} = 1,5 \cdot 4 = 6 \text{ норм-час.}$$

Осмотр оборудования осуществляется на железнодорожном вокзале города Самары, который работает в непрерывном режиме в течение всего года. Таким образом, в течение года может быть высвобождено следующее количество нормо-часов:

$$\Delta\tau_{\text{год}} = \Delta\tau_{\text{сут}} D_{\text{кал}},$$

где  $\Delta\tau_{\text{год}}$  – количество нормо-часов трудоемкости, которые высвобождаются в год;

$\Delta\tau_{\text{сут}}$  – количество нормо-часов трудоемкости, которые высвобождаются в сутки;

$D_{\text{кал}}$  – количество календарных дней за год.

$$\Delta\tau_{\text{год}} = 6 \cdot 365 = 2190 \text{ норм-часов.}$$

Стоимость одного нормо-часа ( $C_{\text{ст}}$ ) составляет 131,58 руб.

При этом экономия фонда заработной платы электриков, занятых на осмотре оборудования, составит:

$$\Delta\text{ФОТ} = C_{\text{ст}} \cdot \Delta\tau_{\text{год}}.$$

$$\Delta\text{ФОТ} = 131,58 \cdot 2190 = 288160,2 \text{ руб.}$$

Можно сделать вывод, что годовая экономия на 53 канала мониторинга составит:

$$\Sigma_{\Gamma} = 3400560 + 423676 + 288160 = 4112396 \text{ руб.}$$

На один канал экономия будет равна 77592 руб.

### **Расчет срока окупаемости затрат при внедрении одного канала системы «SMART МОНИТОРИНГ»**

Затраты при внедрении канала системы «SMART МОНИТОРИНГ» складываются из затрат на приобретение аппаратных и программных средств канала системы «SMART МОНИТОРИНГ», которые составляют 100 000 руб. Кроме того, в состав затрат входят расходы на обслуживание канала системы «SMART МОНИТОРИНГ», которые за год составляют 49 021 руб.

Таким образом, чистая экономия затрат на эксплуатацию тепловых завес при внедрении канала системы «SMART МОНИТОРИНГ», с учетом затрат на эксплуатацию канала составит:

$$\Delta S_{\text{чист.}}^{\text{год}} = 77\,592 - 49\,021 = 28\,571 \text{ руб.}$$

Выше было указано, что капитальные затраты при внедрении канала системы «SMART МОНИТОРИНГ» составляют 100 000 рублей. При этом, срок окупаемости капитальных затрат определяется следующим образом

$$T_{\text{ок}} = C_{\text{канала}} / \Delta S_{\text{чист.}}^{\text{год}} = 100\,000 / 28\,571 = 3,5 \text{ года,}$$

где  $T_{\text{ок}}$  – срок окупаемости капитальных затрат, год;

$C_{\text{канала}}$  – стоимость капитальных затрат при внедрении канала системы «SMART МОНИТОРИНГ»;

$\Delta S_{\text{чист.}}^{\text{год}}$  – чистая экономия денежных средств в год при внедрении канала системы «SMART МОНИТОРИНГ».

Поскольку экономия ресурсов была пересчитана на один канал системы «SMART МОНИТОРИНГ», данные по сроку окупаемости, полученные на один канал, распространяются на всю систему «SMART МОНИТОРИНГ» [9; 10].

### Заключение

1. Система «SMART МОНИТОРИНГ» окупается за 3,5 года своей эксплуатации.

Экономическая эффективность от использования одного канала системы в год составляет 40 400 руб. и заключается в сокращении расходов на электроэнергию, связанном с оптимизацией работы электрооборудования с последующим контролем поддержания оптимального режима работы оборудования.

2. Авторами сделано технико-экономическое обоснование, которое даёт положительную оценку результатам внедрения системы «Smart-мониторинг» в подразделениях РЖД. Система снижает эксплуатационные расходы электрооборудования и повышает качество и регулярность его обслуживания. Также система повышает безопасность эксплуатации электрооборудования за счет автоматизации контроля параметров электрической сети.

### Библиографический список

1. Батьковский А.М., Кравчук П.В., Стяжкин А.Н. Оценка экономической эффективности производства высокотехнологичной продукции инновационно-активными предприятиями отрасли // Креативная экономика. 2019. Т. 13, № 1. С. 115–128. DOI: <http://doi.org/10.18334/ce.13.1.39738>.
2. Бекасов Д. Возможности «Сименс» для цифровой трансформации промышленных производств // Тематическое приложение «ИИТ» к Control Engineering Россия. 2018. № 5. URL: [http://industry-software.ru/blog-uploads/Dmitry\\_Bekasov-Siemens\\_Solutions\\_for\\_Industry\\_Digitalization.pdf](http://industry-software.ru/blog-uploads/Dmitry_Bekasov-Siemens_Solutions_for_Industry_Digitalization.pdf).
3. Давыдянец Д.Е. Актуальные вопросы рыночной экономики: издержки, безубыточность, эффективность. Ставрополь: ЦНТИ, 2017. 167 с.
4. Дзахмишева И. Ш. Методика оценки конкурентоспособности услуги в розничной торговой сети // Маркетинг в России и за рубежом. 2004. № 3. С. 15.
5. Зотов В. Комплексная оценка эффективности мероприятий, направленных на ускорение научно-технического прогресса // Информэлектро. 2016. № 8. С. 98–101.
6. Лисиненко И. Финансовые критерии оценки конкурентоспособности фирмы // Страховое дело. 2017. № 3. С. 49–55.
7. Соколов Д., Соловьев С. Роль открытой операционной системы IoTMindSphere в цифровой трансформации промышленных предприятий // Автоматизация в промышленности, 2018, № 7. С. 14–18. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35431461>; [https://adventa.su/sites/default/files/rol\\_otkrytoy\\_operacionnoy\\_sistemy\\_iiot\\_mindsphere\\_v\\_cifrovoy\\_transformacii\\_promyshlennyh\\_predpriyatij.pdf](https://adventa.su/sites/default/files/rol_otkrytoy_operacionnoy_sistemy_iiot_mindsphere_v_cifrovoy_transformacii_promyshlennyh_predpriyatij.pdf).
8. Фалько С., Иванова Н. Управление нововведениями на высокотехнологичных предприятиях. Москва: изд-во МГТУ им. Баумана, 2007. 256 с.
9. Яковлева Е.А. Анализ экономической эффективности нововведений на основе стоимостного подхода // Креативная экономика. 2015. Т. 9, № 11. С. 1385–1396. DOI: <http://doi.org/10.18334/ce.9.11.2169>.
10. Экономическая эффективность при внедрении нового оборудования: Просвещение в экономике. URL: <http://www.lighteconomic.ru/lijins-889-1.html>.

### References

1. Batkovsky A.M., Kravchuk P.V., Styazhkin A.N. Evaluation of the economic efficiency of high-tech products by innovation-active enterprises of the industry. *Creative Economy*, 2019, vol. 13, no. 1, pp. 115–128. DOI: <http://doi.org/10.18334/ce.13.1.39738>. (In Russ.)
2. Bekasov D. Siemens capabilities for digital transformation of industrial production. Thematic supplement «ИИТ» to Control Engineering, Russia, 2018, no. 5. Available at: [http://industry-software.ru/blog-uploads/Dmitry\\_Bekasov-Siemens\\_Solutions\\_for\\_Industry\\_Digitalization.pdf](http://industry-software.ru/blog-uploads/Dmitry_Bekasov-Siemens_Solutions_for_Industry_Digitalization.pdf). (In Russ.)

3. Davydyants D.E. Current issues of market economy: costs, break-even, efficiency. Stavropol: TsNTI, 2017, 167 p. (In Russ.)
4. Dzakhmisheva I. The methodology of assessing the competitiveness of services in the retail trade network. *Journal of Marketing in Russia and Abroad*, 2004, no. 3, p. 15. Available at: <http://www.mavriz.ru/articles/2004/3/205.html>. (In Russ.)
5. Zotov V. Integrated assessment of the effectiveness of measures aimed at accelerating scientific and technological progress. *Informelektro*, 2016, no. 8, pp. 98–101. (In Russ.)
6. Lisinenko I. Financial criteria for assessing the competitiveness of the firm. *Strakhovoe delo*, 2017, № 3, pp. 49–55. (In Russ.)
7. Sokolov D., Solovyov S. The role of open operating system IIoTMindSphere in the digital transformation of industrial enterprises. *Automation in Industry*, 2018, no. 7, pp. 14–18. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35431461>; [https://adventa.su/sites/default/files/rol\\_otkrytoy\\_operacionnoy\\_sistemy\\_iiot\\_mindsphere\\_v\\_cifrovoy\\_transformacii\\_promyshlennyh\\_predpriyatij.pdf](https://adventa.su/sites/default/files/rol_otkrytoy_operacionnoy_sistemy_iiot_mindsphere_v_cifrovoy_transformacii_promyshlennyh_predpriyatij.pdf). (In Russ.)
8. Falco S., Ivanova N. Management of innovations in high-tech enterprises. Moscow: izd-vo MGTU im. Bauman, 2007, 256 p. (In Russ.)
9. Yakovleva E.A. The analysis of the economic efficiency of innovations based on the cost approach // *Creative Economy*, 2015, vol. 9, no. 11, pp. 1385–1396. DOI: <http://doi.org/10.18334/ce.9.11.2169>. (In Russ.)
10. Economic efficiency in the introduction of new equipment. *Enlightenment in Economics*. Available at: <http://www.ligheconomic.ru/lijins-889-1.html>. (In Russ.)