



Universitatea Tehnică a Moldovei

**MODERNIZAREA SISTEMULUI DE ACȚIONARE
ELECTRICĂ A INFRASTRUCTURII FERROVIARE LA
MANEVRAREA TRANSPORTULUI DE MĂRFURI**

Studentul:

Lazarev A.

Conducătorul:

**Burduniuc M.
lector universitar**

Chișinău 2024

REZUMAT

Scopul acestui studiu este elaborarea unui sistem automatizat, care va duce la minimum probabilitatea apariției situațiilor cu risc sporit și va ajuta să evităm accidentele rutiere și feroviare. Pentru elaborarea unui asemenea sistem trebuie de studiat profund actualele sisteme de automatizare și dirijare a fluxului feroviar. Este posibil de propus niște măsuri modernizate pentru organizarea unui proces mai sigur de exploatare al circulației feroviare.

Sistemele de dirijare trebuie modernizate utilizând sistemele de automatizare pe baza traductoarelor și senzorilor. Aceste dispozitive deja sînt utilizate pe scară largă în automatizarea proceselor tehnologice și industriale. Datorită aplicării detectoarelor a fost sporită fiabilitatea și performanța executării a diferitor procese care țin de precizie înaltă, lucrul în condiții meteo nefavorabile, funcționarea în încăperi cu pericol sporit și deosebit.

În ziua de azi procese industriale sînt tot mai mult bazate pe sisteme de automatizare. Aceste sisteme detectează prezența obiectelor, analizează forma și structura lor, numără cantitatea lor etc. Experiența de utilizare a acestor sisteme poate fi preluată și implementată cu succes și în domeniul transportului feroviar. Studiul actual va cuprinde în sine propuneri pentru soluționarea a două probleme actuale care sistematic apar în procesul de exploatare a căilor ferate.

Prima problemă ține de dirijarea mai eficientă a circulației feroviare peste trecerile la nivel cu drumuri publice. Aici se propune de a echipa partea carosabilă a acestor intersecții cu senzorii fotoelectronici de poziție, care vor furniza datele și informația privind situația rutieră din raza lor de acțiune și vor comanda semafoarele feroviare punînd în funcție semnalul de interzicere a ulterioarei deplasări.

A doua problemă ține numai de circulația feroviară și constă în modul monitorizării de deplasare a garniturilor prin capul stației. De mai multe ori acest mod este unul necuvenit. Din cauza asta persistă situații în care garnitura cu mai multe vagoane trecînd prin macazurile de la intrarea în stație preia o cale laterală lungimea căreia este mai mică decît cea a garniturii. Trenul nu se încadrează în lungimea căii laterale și ultimile vagoane rămîn pe calea principală. Aici la fel se vor propune soluții pe baza instalării detectoarelor fotoelectronici.

Sistemele avansate de dirijare a proceselor prevăd implementarea traductoarelor ca unui instrument principal de achiziție a datelor. Așadar în lucrarea de față vor fi descrise metode de modernizare a dispozitivelor de automatizare a circulației feroviare cu aplicarea fotodectoarelor de diferite tipuri.

ABSTRACT

The aim of this study is to develop an automated system that will minimise the likelihood of high-risk situations occurring and help to avoid railroad accidents. In order to develop such a system, the current systems for automating and directing the railway flow must be studied thoroughly. It is possible to propose modernised measures to organise a safer operation of rail traffic.

Steering systems must be modernised using automation systems based on transducers and sensors. These devices are already widely used in the automation of technological and industrial processes. Thanks to the application of the detectors, the reliability and performance of the execution of various processes related to high precision, work in different weather conditions, operation in rooms with high and very high danger level.

Nowadays, industrial processes are increasingly based on automation systems. These systems detect the presence of objects, analyze their shape and structure, count their quantity, etc. The experience of using these systems can also be successfully taken over and implemented in the field of rail transport. The current study will include in itself proposals to solve two current problems that systematically arise in the railway operation process.

The first problem is more efficient routing of the railway circulation over the crossings with public roads. Here it is proposed to equip the carriageway part of these intersections with position photoelectric sensors, which will provide the data and information on the road situation within their range and will order the railway traffic lights, depending on the signal to prohibit the subsequent movement.

The second problem is rail traffic only and consists of monitoring the movement of trains through the station head. Several times this mode is an inappropriate one. Because of this, there are situations when the gasket with several wagons passing through the macases at the entrance to the station takes a lateral path the length of which is less than that of the gasket. The train does not fit into the length of the side path and the last wagons remain on the main path. Here, solutions will be proposed based on the installation of photoelectric detectors.

Advanced process management systems provide for the implementation of transducers as a main data acquisition tool. So in this paper will be described methods of modernization of devices for automation of railway circulation with the application of photodetectors of different types.

CUPRINS

INTRODUCERE.....	8
CAPITOLUL 1. DIRIJAREA AUTOMATIZATĂ A CIRCULAȚIEI FERROVIARE.....	12
1.1. Sistemele de semnalizare centralizare și blocare.....	12
1.1.1. Blocarea de cale automată.....	12
1.1.2. Semnalizarea automată a locomotivei (SAL).....	15
1.1.3. Semnalizarea automată pe trecerile la nivel cu calea ferată (SATN).....	15
1.1.4. Centralizarea electrică a macazurilor și a semnalelor.....	16
1.1.5. Sistema de blocare semiautomată a liniei (BLSA).....	20
1.2. Elementele electrice de bază utilizate în automatizarea căilor ferate.....	21
1.2.1. Relee utilizate în automatizarea căilor ferate.....	21
1.2.2. Transmițătoare utilizate în automatizarea căilor ferate.....	23
1.2.2.1. Transmițătoare cu pendul.....	23
1.2.2.2. Transmițătoare codificatoare.....	24
1.2.3. Semnalele semaforice.....	25
1.3. Circuitul de cale.....	26
1.3.1. Principiile de bază a funcționării.....	26
1.3.2. Funcționare în regim normal.....	29
1.3.3. Funcționare în regim de șuntare.....	29
1.3.4. Pseudolibertate a liniei curente.....	29
CAPITOLUL 2. SENZORII FOTOELECTRICI.....	31
2.1. Noțiuni generale și principiul de funcționare.....	31
2.1.1. Efectul fotoelectric.....	31
2.1.2. Efectul fotoelectric în semiconductoare.....	34
2.1.3. Dispozitive fotoreceptoare cu joncțiunea p-n.....	36
2.1.3.1. Fotodiode.....	37
2.1.3.2. Fototranzistoare.....	40
2.2. Fotodectoare de flux luminos.....	43
2.2.1. Definiții generale.....	43
2.2.2. Clasificarea senzorilor fotoelectrici.....	47
2.2.2.1. Senzorii fotoelectrici de difuziune.....	50
2.2.2.2. Senzorii fotoelectrici de reflexie.....	52
2.2.2.3. Senzorii de tip barieră (Thru Beam).....	53

CAPITOLUL 3. APLICAREA DETECTOARELOR FOTOELECTRICE PENTRU DIRIJAREA TRANSPORTULUI FERROVIAR.....	57
3.1. Aplicarea senzorilor fotoelectrici pentru prevenirea situațiilor excepționale pe trecerile la nivel cu calea ferată.....	57
3.2. Aplicarea senzorilor fotoelectrici pentru prevenirea situațiilor excepționale pe macazurile de întare din capul stației.....	64
CONCLUZII.....	69
BIBLIOGRAFIE.....	70

INTRODUCERE

Calea ferată din Republica Moldova are o lungime totală de cca 1150 km. Infrastructura acesteia are în componența sa puțin peste 200 de stații din care cca 80 sînt marfare, 242 de treceri la nivel cu drumuri publice din care 35 echipate cu bariere și 2 tuneluri din care unul nu este în funcție.

Pentru dirijarea circulației feroviare există o gamă întreagă de dispozitive de automatizare. Această varietate de sisteme de dirijare este în proces de permanentă avansare și dezvoltare. Datorită acestui fapt se îmbunătățesc indicatorii de performanță tehnico-economici și de securitate a procesului de exploatare de transport feroviar.



Figura 1. Schema amplasării căilor ferate din R.M.

În ultima vreme s-a mărit rata accidentelor rutiere cu implicarea transportului feroviar. Deci accidentele rutiere în cazul dat devin și feroviare. Aceste accidente sînt în mare parte cauzate de neatenția conducătorilor auto sau neglijarea grosolană a regurilor de circulație. Numai în perioada anilor 2020 – 2022 pe trecerile la nivel cu calea ferată din R.M. au fost înregistrate cca 17 accidente

soldate cu consecințe nedorite sau chiar grave. Pentru republica Moldova acesta este un număr destul de mare pentru o perioadă atât de scurtă.

Un conducător auto neglijând semnalul semaforului sau indicatoarele instalate, fără să analizeze într-un mod convenit situația rutieră începe deplasarea peste trecere la nivel cu calea ferată și creează o situație cu risc sporit de accident. În pofida opiniei răspândite în cazul dat suferă nu numai șoferul.

Orice mașinist care conduce trenul și vede că pe trecere la nivel este un obstacol cum ar fi automobil blocat sau o turmă de animale cornute sau chiar și un singur om imediat începe frînarea paralel cu pornirea semnalului sonor pneumatic (în cazul dat fluierul nu se folosește). Astfel mașinistul trenului face maximum posibil ca cel puțin toți oamenii și maximum de obstacole să părăsească linia de cale ferată. În timpul frînării și a impactului (dacă acesta are loc) suferă numai brigada de locomotivă dacă trenul este marfar, iar dacă trenul este de călători respectiv suferă și pasagerii. Pe lângă acest fapt trenul marfar poate transporta cisternele cu materialele ușor inflamabile cum ar fi benzină, acetonă sau gazele comprimate. Cisternele pentru așa gen de materiale sînt echipate cu supape reglatoare de presiune care elimină vaporii explozibili în exterior. Frînare bruscă poate provoca apariția scînteielor între osiile rulante și capul șinei. Apariția scînteielor în momentul eliminării vaporilor poate conduce la deflagrație și incendiu astfel cauzînd daune considerabile.

În cazul trecerilor la nivel sînt trei motive principale care cauzează blocarea liniei de cale ferată. Analiza profundă a acestor motive este necesară pentru a găsi soluții funcționale în acest sens.

Blocarea unei unități de transport din motivul unei defecțiuni tehnice. În acest caz aceasta se îndepărtează din trecere fiind împinsă de oameni dacă permite masa automobilului. În cazul unităților de transport mai mari, masa căreia permite numai remorcarea acestora îndepărtarea lor de pe șinele căii ferate este imposibilă dacă în mod urgent nu apare o altă unitate de transport capabilă de a o tracta.

Blocarea unei unități de transport pe linie de cale ferată din motivul nerespectării de către conducătorii auto a regulilor de traversare a intersecțiilor. Este o situație care apare atunci cînd o coloană de automobile aflîndu-se în ambuteiaj se deplasează cu o viteză redusă peste trecere la nivel cu calea ferată. În cazul dat nu importă dacă trecerea este dirijată sau nu. Apare o mulțime de situații în care unitatea de transport neglijînd regulile de circulație se antrenează în traversarea liniei de cale ferată fără să se asigure că după linie rămîne un spațiu suficient în care se încadrează gabaritele longitudinale ale automobilului. Atunci dacă din urma automobilului oprit nemijlocit pe șinele căii ferate se apropie alte vehicule conducătorii cărora nu se asigură că pînă la vehiculul din față este spațiul suficient pentru mutarea automobilului în urmă în cazul apariției unui tren.

Blocarea unei unități de transport pe șine din motivul nerespectării de către conducătorii auto a regulilor de traversare a trecerilor la nivel cu calea ferată. Aceste situații au loc atunci cînd intersecțiile liniilor de cale ferată cu drumuri publice sînt dirijate și echipate cu bariere. Șoferii neglijează semnalul

BIBLIOGRAFIE

1. Горьковский учебный центр профессиональных квалификаций. «Конспект лекций по предмету «ПТЭ, инструкции и безопасность движения» для групп подготовки машинистов электровоза, тепловоза». © Нижний Новгород 2016 г.

2. ZAZULEA Galina, “Noțiuni generale despre calea ferată”. manual digital pentru colegiile de profil «Transportul feroviar», Colegiul Tehnic Feroviar din Bălți, 2023.

3. СОКОЛОВ В. Н., ЖУКОВСКИЙ В. Ф., КОТЕНКОВА С. З., НАУМОВ А. С., «Общий курс железных дорог». Учебник для техникумов и колледжей ж/д транспорта © УМК МПС России, Москва 2002 г. ISBN 5-89035-069-2.

4. КУДРЯВЦЕВА В. А., «Организация железнодорожных пассажирских перевозок», 2-ое издание, стереотипное. Москва. Издательский центр «Академия», 2008 г. ISBN 978-5-7695-4594-8.

5. ПРАВДИНА Н. В., «Железнодорожные станции и узлы», издание 2-ое переработанное и дополненное. Москва. Издательство «Транспорт», 1984 г.

6. КАЗАКОВ А. А., «Релейная централизация стрелок и сигналов», издание 2-ое переработанное и дополненное. Москва. Издательство «Транспорт», 1984 г.

7. КОВАЛЕВ В. И., ОСЬМИНИН А. Т., ГРОМОВ Г. М., «Системы автоматизации и информационные технологии управления перевозками на железных дорогах». Москва. Издательство «Маршрут», 2006 г. ISBN 5-89035-322-2.

8. Л. А. КОНДРАТЬЕВА Л. А., РОМАШКОВА О. Н., «Системы регулирования движения на железнодорожном транспорте». Москва. Издательство «Маршрут», 2003 г. ISBN 5-89035-094-3.

9. АЛЕЙНИКОВ А. Ф., ГРИДЧИН В. А., ЦАПЕНКО М. П., «Датчики (перспективные направления развития)». Новосибирский государственный технический университет, 2001 г. ISBN 5-7782-0300-4.

10. РОДИОНОВ Ю. А., «Микроэлектронные датчики и сенсорные устройства». Минск. Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. 2014 г.

11. ЛЁХИН С. Н., ЛОНДИКОВ В. А., «Электроника». Псков. Издательско-полиграфический центр ППИ. 2016 г.

12. ПИХТИН А. Н., «Оптическая и квантовая электроника». учебник для вузов Москва. Высшая школа, 2001 г.

13. ИШАНИН Г. Г., ПАНКОВ Э. Д., АНДРЕЕВ А. Л., «Источники и приемники излучения». Санкт Петербург. Издательство «Политехника», 1991 г.

14. ГУСЕВ, В.Г «Электроника». Москва. Высшая школа, 1991 г.

15. ГУРТОВ, В. А. «Твердотельная электроника» Учебное пособие, издание 2-ое дополненное. Москва. Издательство «Техносфера», 2005 г.
16. CIT Automatizări. Acțiunări electrice inteligente. Senzori optici cu reflexie pe obiect. Disponibil: <https://actionarielectrice.ro/senzori/senzori-optici-cu-reflexie-pe-obiect/>
17. Informații generale. Senzorii optici Panasonic. Disponibil: <https://powerbelt.ro/ro/cat/senzori-si-ionizatori/senzori-standard.html>
18. Adelaida electronic components. Disponibil: <https://www.adelaida.ro/senzori-inductivi-capacitivi-optici/page-2/>
19. Senzorii optici. Disponibil: <https://tamunar.ro/143-senzori-optici>
20. Senzori optici reflectori din seria TOR. Disponibil: <https://www.dacpol.eu/ro/senzori-optici-reflectori-din-seria-tor-4-fire-npn-pnp-dc/product/senzori-optici-reflectori-din-seria-tor-4-fire-npn-pnp-dc>
21. Датчики бесконтактные оптические kipribor oa18/ok30/ok50. Disponibil: https://ovenspb.ru/f/re-datchiki_opticheskie_kp01-07000102-102019.pdf
22. Приёмные оптоэлектронные модули (пром). Disponibil: <https://foos.sfedu.ru/glava5/5.2.html>
23. Оптические и фотодатчики. Разновидности и принципы работы. Disponibil: <https://samelectric.ru/promyshlennoe-2/opticheskie-i-fotodatchiki-raznovidnosti-i-printsipy-raboty.html>
24. Senzori optici. Disponibil: <https://www.automatic.ro/2819-senzori-optici>
25. Senzori optici de tip barieră. Disponibil: <https://sursedetensiune.ro/spl/673926/Senzori-optici-tip-bariera>
26. Photoelectric Sensors Volume 8—Sensing Solutions CA08100010E—September 2017.
27. Baumer group. Photoelectric sensors. Precise, measurable better. Edition 2013.
28. Universal tubular sensors. M-18 sensors with background suppression. Edition July 2005.
29. Omron. Fiber optic sensors and amplifiers. For machines built to last. Edition 2011.
30. Оптические выключатели ТЕКО 2.0. Издание 2009.
31. Барьерные датчики среднего разрешения. Серии VX-04 и VX-10. Издание 2014.
32. "ЕСА Контрол" ООО Оптические датчики. Издание 2012.
33. Серия G50. Оптические датчики (фотодатчики). Издание 2008.
34. Area Sensors. Серия CR-0. Барьерные датчики. Издание 2011.
35. Balluff. Photoelectric sensors. Edition 2010.
36. Contrinex. Photoelectric sensors. Edition 2009.
37. Eaton. Photoelectric sensors. Edition 2017.
38. IFM. Photoelectric sensors specific systems. Edition 2015.

39. Leuze electronic GmbH. KG Switching sensors / Optical Sensors Products 2018 / 2019
40. ОВЕН. Оборудование для автоматизации. Издание 2016.
41. Standardul IEC 60947-5-2-2012. IEC 60947-5-2:2007, IDT, Ediție oficială. Moscova. Standartinform, 2014.