

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

**Бородін Андрій Вадимович**

УДК 004.925.5

**ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ МОДУЛЬ КЕРУВАННЯ РУХОМ  
ПОЇЗДІВ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ СТАНЦІЇ**

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія

Автореферат  
бакалаврської роботи  
на здобуття кваліфікації бакалавра з комп'ютерної інженерії

Миколаїв – 2020

Робота виконана у Чорноморському національному університеті ім. Петра Могили.

- Керівник:** **Ромакін Володимир Вікторович,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
в. о. доцента кафедри комп'ютерної інженерії
- Рецензент:** доцент, канд. техн. наук  
**Донченко Михайло Васильович,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
доцент кафедри інтелектуальних  
інформаційних систем
- Консультант:** **Алексєєва Анна Олександрівна,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
старший викладач кафедри екології Медичного інституту

Захист відбудеться « 23 » червня 2020 р. о 10<sup>00</sup> на засіданні  
Екзаменаційної комісії в ЧНУ ім. Петра Могили, ауд. 2-504

З бакалаврською роботою можна ознайомитись на сайті ЧНУ ім. Петра Могили  
за посиланням <http://chmnu.edu.ua>

Автореферат оприлюднений « 19 » червня 2020 р.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Економіка розвивається швидкими темпами. Збільшується вантажообіг, тощо. Збільшується й потреба в перевезенні вантажів. Існують різні види транспорту – автомобільний, водний, авіаційний. Залізниця завжди була, є і буде важливим транспортним коридором. З самого початку її існування задля підвищення безпеки було розроблено системи контролю за рухом поїздів.

Серед залізниць є ті, що являються найважливішими транспортними коридорами. Зазвичай, такі залізничні лінії є двоколійними та мають тризначне або чотиризначне автоблокування. Керування залізничним рухом по станціях відбувається з будівлі чергового станційного поста (ДСП) Проблема диспетчеризації є однією з найважливіших на залізниці, адже при грамотному підході можна забезпечити пропуск максимальної кількості поїздів за одиницю часу, при цьому витративши найменшу кількість ресурсів.

Оптимізація диспетчерської системи на залізниці передбачає переведення керування світлофорами станцій, колійних постів та блок-постів на автоматичне. Це підвищує продуктивність роботи, зменшує кількість помилок та власне зменшує присутність людського фактору в роботі залізниці. Отже, зменшиться й кількість збоїв та аварій під час роботи. У багатьох країнах Євросоюзу залізничні лінії переводять на автоматизовану систему керування стрілочними переводами та світлофорами.

Автоматизація залізничних ліній із розвитком комп'ютерних технологій набула актуальності.

Перш за все автоматизація залізничних ліній підвищує безпеку, адже зменшується людський фактор у керуванні рухом на залізниці.

Друга причина обґрунтованості автоматизації керування рухом на залізниці – більш безпечне прокладання ліній у несприятливих природніх умовах (високогір'я, пустелі, тощо).

Третя причина – економічний фактор. Автоматизація керування рухом на залізниці більш вигідна економічно, ніж утримування ДСП на кожному роздільному пункті залізниці (колійному пості, блок-пості, роз'їзді, обгінному пункті, станції, тощо).

**Мета:** розробити програмно-апаратний комплекс для автоматичного розведення поїздів по роз'їзду.

Для досягнення мети в бакалаврській роботі поставлені та вирішені наступні **задачі:**

- оглянути сучасні системи автоматизації на залізничному транспорті;
- розглянути систему автоблокування, що використовується на залізниці;
- розробити апаратну частину для автоматизації залізничного роз'їзду;
- розробити програмну частину для автоматизації залізничного роз'їзду;
- зробити симуляцію в спеціальних програмах для демонстрації роботи автоматичного роз'їзду.

**Об'єкт:** процес автоматичного розведення поїздів по роз'їзду.

**Предмет:** програмно-апаратний модуль для автоматизації залізничного роз'їзду.

**Використані методи:** абстрагування, аналіз і синтез, спостереження, порівняння, комп'ютерне моделювання.

**Практичне значення одержаних результатів:** роботи полягає в тому, що дана розробка є доволі простим і доступним методом автоматизації роботи стрілочних переводів на роз'їздах. У подальшому автоматизація дозволить зменшити людський фактор у роботі залізниці – отже, підвищить безпеку руху. Також це буде економічно вигідніше, ніж робота звичайних ДСП.

**Структура та обсяг роботи.** Бакалаврська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з

25 найменувань, 3 додатків на 6 сторінках. Основна частина роботи становить 66 сторінок, серед яких 52 рис. та 2 табл.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано обґрунтування актуальності теми бакалаврської роботи, зазначено її зв'язок із науковою програмою, планами і темами, сформульовано мету та завдання дослідження, вказано практичне значення одержаних результатів. Задача розробки автоматизації керування рухом поїздів по залізничних станціях полягає в тому, щоб збільшити пропускну спроможність ділянок, зменшити кількість людського фактору в роботі залізниці, а також через те, що на малодіяльних ділянках зі слабким рухом можна проводити певні тести з автоматизації.

У **першому розділі** бакалаврської роботи «**Програмно-апаратний модуль керування рухом поїздів по залізничній станції**» проведено огляд різноманітних систем автоматизації на залізничному транспорті, котрі використовуються по всьому світу.

Розглянуті системи автоведення, автоматичні трамвайні стрілочні переводи. Оглянуто три- та чотиризначну систему автоблокування. Розглянуто систему напівавтоматичного блокування, під котру й розробляється дана бакалаврська робота.

Розглянуто числове кодове автоблокування, при котрому керування світлофорами та стрілочними переводами відбувається автоматично. При цьому, числове кодове автоблокування розраховане на три- та чотиризначну систему, а не на напівавтоматику.

Також було оглянуто кодове блокування на електронній елементній базі. Однак і воно розраховане на три- та чотиризначне автоблокування.

Основаючись на цьому було вирішено розробляти власну систему автоматизації керування рухом поїздів по залізничній станції. Точніше, по двоколійному роз'їзду.

У **другому розділі** бакалаврської роботи було наведено детальне пояснення ідеї, як правильно працюватиме автоматизований залізничний роз'їзд. Зазначається, що локомотиви та моторвагонний рухомий склад оснащатиметься бортовими ноутбуками, котрі ніяк не впливатимуть на керування рухомим складом, а лише автоматично відправлятимуть інформацію про поїзд у точці зі строго визначеними координатами. Комп'ютер роз'їзду оброблятиме дані. Порівнюватиме їх з даними зустрічного поїзда (якщо той проїде до того, як перший склад прослідує другу точку з чітко визначеними координатами, після прослідування котрої комп'ютер роз'їзду автоматично прийме його на головну колію). Розписано систему пріоритетів. Усі пріоритети мають певні числові значення, котрі комп'ютер автоматизованого пункту ДСП й порівнюватиме. На основі цих порівнянь він вирішить, який з поїздів приймати на головну колію, а який – на бокову.

Оглянуто обладнання, котре використовується як у кабінах локомотивів, так і в автоматизованому пункті ДСП. Обрано ноутбук «Asus X570ZD-E4020 (90NB0IU1-M00880)» у якості бортового комп'ютера залізничного рухомого складу та GPS-трекер «GlobalSat BU-353S4». Для комп'ютера роз'їзду було обрано системний блок «Artline Business B28 v04» та монітор «Artline Business M62 v03».

Показано розміщення апаратури в кабіні рухомого складу та в автоматизованому пункті ДСП.

У **третьому розділі** бакалаврської роботи було оглянуто роботу автоматизованих стрілочних переводів, на основі котрої було розроблено систему автоматизованого розведення поїздів по роз'їзду. Показано автоматизований пульт керування поїздами на роз'їзді, пояснено на прикладі псевдокоду роботу стрілочних переводів. Для більшого розуміння наведено

було

блок-схему

(рис.

1).

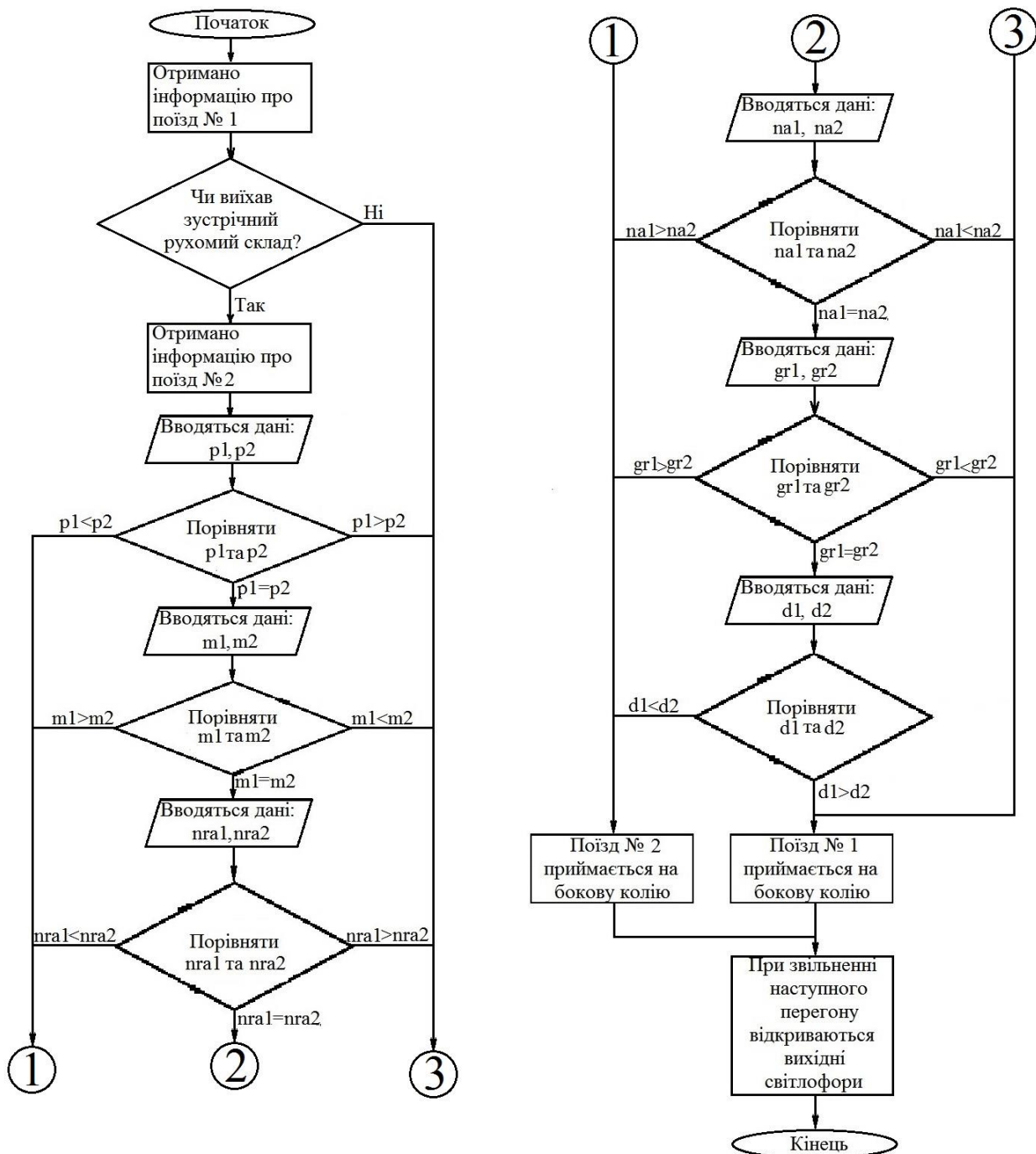


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритму роботи автоматизованих стрілочних переводів

На рис. 2 представлено програмне середовище «IntelliJ IDEA» з фрагментом програмного коду, що відповідає за автоматизацію стрілочних переводів залізничного роз'їзду. Код написано на мові «Java».

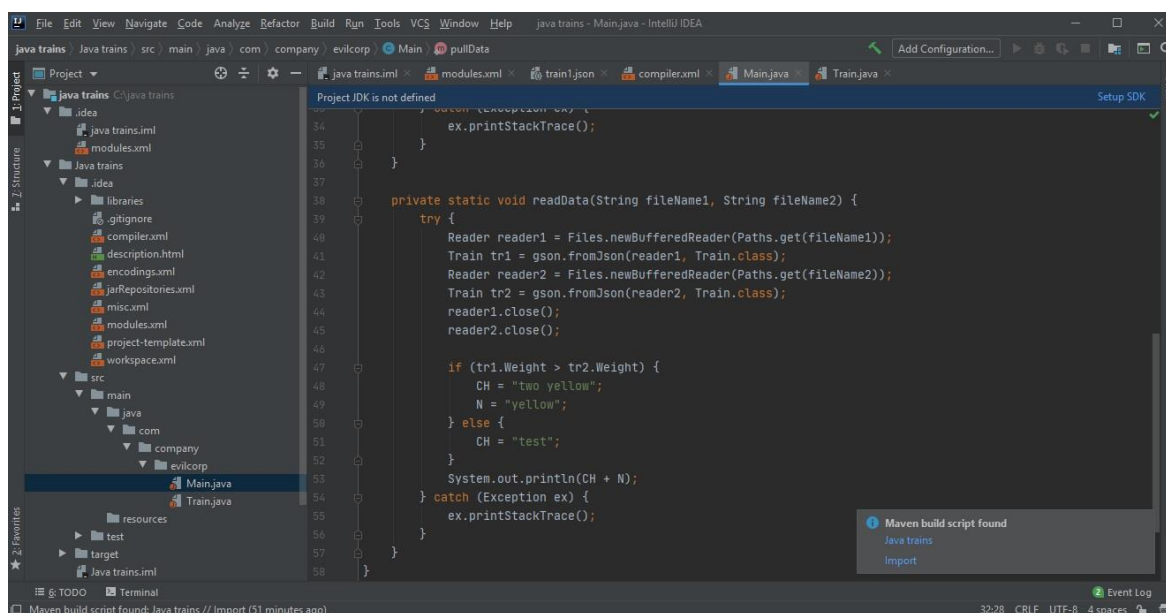


Рисунок 2 – Середовище програмування «IntelliJ IDEA» з фрагментом програмного коду на мові «Java», що відповідає за автоматичне розведення поїздів по залізничному роз’їзду

Розроблено програмне забезпечення для автоматичного розведення поїздів по залізничному роз’їзду.

Окремо було виділено частину розділу під демонстрацію роботи автоматизованого роз’їзду. Автоматизація складалася з трьох етапів: розведення резервного тепловоза та вивізного поїзда, слідування пасажирського поїзда без зустрічного трафіку та розведення двох однакових дизель-поїздів з різними бортовими номерами. У кожному випадку розведення поїздів відбувалося відповідно до різних параметрів.

**Додатки** містять лістинг коду ПЗ, що відповідає за автоматичне розведення поїздів на залізничному роз’їзді, блок-схему роботи автоматизованих стрілочних переводів роз’їзду та діаграму класів програми, що відповідає за автоматизоване розведення поїздів по роз’їзду.

У спеціальній частині «Охорона праці» наведено аналіз складності роботи локомотивних бригад на прикладі тепловоза 2М62, а також наведено правила роботи персоналу в автоматизованому пункті ДСП під час виникнення надзвичайної ситуації (розглядався план дій при пожежі). Для покращення умов роботи локомотивних було зроблено єдиний висновок: треба оновлювати



рухомий склад (це стосується не тільки тепловозів, а й електровозів, дизель- та електропоїздів).

## ВИСНОВКИ

В даній бакалаврській роботі основною метою було розробити програмно-апаратний модуль для автоматичного розведення поїздів по роз'їзду. Під час огляду існуючої інформації про різні типи автоматизації на залізничному транспорті було розглянуто автоматичне блокування, автоматичну трамвайну стрілку, кодове електронне блокування та автоведення. На основі отриманих даних було вирішено розробити проект для автоматизації малодіяльних ліній із напівавтоматичним блокуванням. Пояснення даному вибору таке: автоматизація дозволить робити роз'їзді в несприятливих природних умовах та убезпечить людей. Також чим менше людського фактору та чим більше автоматизації на залізничному транспорті – тим безпечніше перевезення пасажирів та вантажів і тим безпечніше праця локомотивних бригад.

Програмне забезпечення для автоматичного роз'їзду було написано на мові «Java» в середовищі «IntelliJ IDEA». Дана мова програмування є кросс-платформенною та схожою на «C» та «C++», тому інтерфейс та синтаксис є доволі зрозумілими.

Далі в програмі «Trainz Simulator 12» було проведено демонстрацію роботи створеного програмно-апаратного комплексу. Також для демонстрації було використано програмне забезпечення «Corel VideoStudio Pro X7». Демонстрація складалась із трьох етапів і була проведена успішно.

У проекту є подальші перспективи розвитку. Перш за все, підвищення пропускну здатності лінії можна добитися двоколійними перегонами та блоками. Далі буде автоматизація ліній із три- та чотиризначним автоблокуванням. Потім буде автоматизація станцій із маневровою роботою.

## АНОТАЦІЯ

**Бородін А. В.** Програмно-апаратний модуль керування рухом поїздів на залізничній станції. – Кваліфікаційна робота бакалавра зі спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія на здобуття кваліфікації «фахівець з інформаційних технологій». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2020.

Із розвитком економіки зростає й вантажообіг. Відповідно зростає й потреба в його перевезенні. Основним видом перевезень є автотранспорт та залізниця. Переваги залізниці є в тому випадку, коли треба везти багато вантажу на далекі відстані. Автоматизація залізниці з розвитком комп'ютерних технологій стала доволі важливою, адже від неї залежать такі параметри, як безпека руху, пропускна здатність, рентабельність та менша залежність від природніх умов. Чим більше автоматизації на залізниці – тим менше людського фактору в її роботі, а отже й більша безпека руху. Чим більше автоматизації – тим більша пропускна здатність, а отже й економічна рентабельність. Чим більше автоматизації – тим більше кілометрів ліній можна прокладати у важких природніх умовах (наприклад, пустелі та високогір'я). Однак автоматизувувати треба й малодіяльні лінії.

Пояснювальна записка бакалаврської роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання, 3 додатків та спеціальної частини з охорони праці.

У вступі визначається актуальність теми, наведені задачі, які заплановано вирішити для досягнення поставленої мети. У першому розділі проводиться огляд різноманітних систем автоматизації на залізничному транспорті. У другому розділі проведено аналітичний огляд методів автоматизації двоколісного залізничного роз'їзду при напівавтоматичній системі блокування. У третьому розділі розроблено програмне забезпечення для автоматизованого розведення двох зустрічних поїздів по роз'їзду на основі отриманих даних з бортових комп'ютерів даних поїздів. Розробка програмного

забезпечення здійснена в «IntelliJ IDEA» на мові «Java», програмний продукт створювався для операційної системи «Windows» версії 7 та вище. У висновках наводяться підсумки проведеної роботи та основні переваги розробленої системи перед аналогами.

У спеціальній частині з охорони праці розглянуто складність роботи локомотивних бригад на прикладі тепловоза серії 2М62. Виконано аналіз складності роботи, наведено приклади покращення умов праці. Також розглянуто правила дій персоналу автоматизованого пункту ДСП у разі виникнення пожежі.

Бакалаврська робота містить 66 с. (без додатків), 52 рис., 2 табл., 25 джерел посилання та 3 додатки.

**Ключові слова:** автоматизований роз'їзд, стрілочний перевід, рухомий склад, напівавтоматичне блокування, світлофор, бортовий ноутбук, «IntelliJ IDEA», «Java», «Windows».

## ABSTRACT

**Borodin A.** Hardware and software module for train control at the railroad station. – Bachelor's thesis in specialty 123 Computer Engineering. – Petro Mohyla Black Sea National University, 2020.

Goods turnover is increasing with economic development. So need for transportation increases too. Two main means of transport are automobile and railroad ones. Benefits of railroad transport are in case when there is need to move much cargo for a long distance. Together with computer technology development automation of railroad became vital, because safety, bandwidth, profitability and less weather exposure depend on it. The more of automation is – the safer railroad is (because there is less of human factor). The more of automation is – the higher bandwidth is. The more automation – the higher profitability is. The more of automation is – the less weather exposure is (so new lines in hard natural conditions can be built). Though inactive lines must also be automated.

The thesis consists of an introduction, three chapters, conclusions, references, two appendices and a special chapter which covers problems of health and safety in emergency.

The introduction determines the relevance of the topic and gives the tasks that are planned to be solved for the set goal achievement. The first chapter provides examination of different types of automation on the railroad transport. The second chapter discusses the analytical review on methods of automation of double track railroad station with semi-automatic blocking. In the third chapter it was developed software for the automated crossing of two trains according to the data, which the station computer received from each train. The software was developed in the “IntelliJ IDEA” on the “Java” language. The software was created for the “Windows” operating system version 7 and higher. The conclusion consists of the results of the work performed and the main advantages of the developed system before the analogues.

In a special part on occupational safety the difficulty of the locomotive crew was analyzed. The locomotive was diesel one, 2M62 series. Analysis of the actions, which the personnel of the automated railroad station must do, was executed.

Thesis contains 66 pages (without appendices), 52 figures, 2 tables, 25 references and 3 appendices.

**Keywords:** automated railroad station, switch, rolling stock, semi-automated blocking, traffic lights, on-board laptop, “IntelliJ IDEA”, “Java”, “Windows”.