

Системи та технології⁰⁰⁰

(правонаступник наукового журналу
“Вісник Академії митної служби України.
Серія: “Технічні науки”)

№ 1 (63)

Науковий журнал включено до Переліку наукових фахових видань України категорії “Б”, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів з галузі “Технічні науки”, спеціальності 113, 122, 123, 275 (наказ МОН України від 17.03.2020 р. № 409, додаток 1), 172 (наказ МОН України від 24.09.2020 р. № 1188, додаток 5), 255 (наказ МОН України від 15.04.2021 р. № 420, додаток 3)



Видавничий дім
«Гельветика»
2022

Системи та технології
(правонаступник наукового журналу
“Вісник Академії митної служби України. Серія: “Технічні науки”)
Науковий журнал. Видається двічі на рік. Заснований у травні 1999 р.
Рекомендовано до друку та до поширення через мережу Інтернет вченою радою
Університету митної справи та фінансів (протокол № 1 від 05.03.2022 р.)

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення
StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

Редакційна колегія:

Кузьменко А. І. – к.т.н., доц.
(головний редактор);
Халіпова Н. В. – к.т.н., доц.
(заступник головного редактора);
Йозеф Костолни – PhD;
Ян Рабчан – PhD;
Бакіров Мюшфік Панах огли – к.т.н.;
Балацька Н. Ю. – д.е.н., доц.;
Бондаренко І. О. – д.т.н., доц.;
Боярчук А. В. – к.т.н.;
Брежнев Є. В. – д.т.н., с.н.с.;
Власов А. В. – к.т.н., ст. досл.;
Гарт Е. Л. – д.ф.-м.н., проф.;
Гордєєв О. О. – к.т.н., доц.;
Джинджоян В. В. – д.е.н., доц.;
Доценко С. І. – д.т.н., доц.;
Защолкін К. В. – к.т.н., доц.;

Котух Є. В. – к.т.н.;
Кузін М. О. – д.т.н., доц.;
Кучер М. М. – к.е.н., доц.;
Мартинюк О. М. – к.т.н., доц.;
Музикін М. І. – к.т.н.;
Нестеренко Г. І. – к.т.н., доц.;
Огар О. М. – д.т.н., проф.;
Охріменко Т. О. – к.т.н.;
Поночовний Ю. Л. – к.т.н., с.н.с.;
Примаченко Г. О. – к.т.н., доц.;
Прохорченко Г. О. – к.т.н., доц.;
Стебляк П. О. – д.ф.-м.н.;
Чопоров С. В. – д.т.н., проф.;
Шапорін Р. О. – к.т.н., доц.;
Щербовських С. В. – д.т.н., с.н.с.;
Язіна В. А. – к.е.н.;
Яремчук С. О. – к.т.н.

DOI: <https://doi.org/10.32836/2521-6643-2022-1-63>
ISSN 2521-6643

Коректори: Н. В. Славогородська, Н. С. Ігнатова
Комп'ютерна верстка: Н. С. Кузнецова

Свідоцтво про державну реєстрацію: серія КВ № 21857-11757ПР від 21.12.2015 р.
Адреса: м. Дніпро, вул. Володимира Вернадського, 2/4, 49000
Тел.: +38 (099) 729 63 79
E-mail: editor@st.umsf.in.ua
Сайт видання: st.umsf.in.ua

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Телефони: +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.

Підписано до друку 07.03.2022. Формат 60×84/8. Папір офсетний.
Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 11,39. Обл.-вид. арк. 7,03.
Наклад 100 прим. Замовлення № 0223/126.

ЗМІСТ

Зінченко А. Ю. Проектування розподілених інформаційних систем на основі використання технології слабозв'язаних компонентів	5
Кузьменко А. І., Бех П. В., Лашков О. В., Максименков Є. А. Дослідження впливу потужності вагопотоків на показники плану формування поїздів	15
Оглих В. В., Шаповалов О. В., Кузьменко А. І., Леснікова І. Ю. Прийняття стратегічних і тактичних рішень у транспортно-логістичній системі	40
Ульяновська Ю. В., Яковенко В. О., Яковенко Т. Ю., Рябоволенко В. А. Розробка плагіну для захисту від вірусної інформації	47
Фірсов О. Д., Разгонов С. А., Жир С. І., Ченакал А. І. Підвищення ефективності роботи міського електротранспорту у місті Дніпро з використанням тролейбусів з автономним ходом	55
Фірсов О. Д., Ульяновська Ю. В., Мормуль М. Ф., Пікулін Д. О. Проектування архітектури веб-застосунку для імітаційного моделювання управління транспортними потоками	70
Нестеренко Г. І., Музикін М. І., Бібік С. І., Швайко А. Ю. Аналіз транспортних мереж та організації автомобільних перевезень в країнах Європи	88

CONTENTS

Zinchenko A. Yu. Design of distributed information systems based on using the technology of loosely coupled components	5
Kuzmenko A. I., Bekh P. V., Lashkov O. V., Maksymenkov E. A. Study of the influence of the power of truck flows on the indicators of the formation plan trains	15
Oglih V. V., Shapovalov O. V., Kuzmenko A. I., Lesnikova I. Yu. Making strategic and tactical solutions in the transport and logistics system	40
Ulianovska Yu. V., Yakovenko V. O., Yakovenko T. Yu., Riabovolenko V. A. Developing a plugin to protect against virus information	47
Firsov O. D., Razghonov S. A., Zhir S. I., Chenakal A. I. Increasing the efficiency of urban electric transport in Dnipro city by using autonomously driven trolleybuses.....	55
Firsov O. D., Ulianovska Yu. V., Mormul M. F., Pikulin D. O. Web application architecture design for traffic flow management simulation.....	70
Nesterenko H. I., Muzykin M. I., Bibik S. I., Shvaiko A. Yu. Analysis of transport networks and road transport organization in European countries	88

DOI <https://doi.org/10.32782/2521-6643-2022.1-63.1>
УДК 004.75

Зінченко А. Ю., кандидат технічних наук,
доцент, завідувач кафедри комп'ютерних наук
Київського міжнародного університету
ORCID: 0000-0003-1586-3645

ПРОЕКТУВАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СЛАБОЗВ'ЯЗАНИХ КОМПОНЕНТІВ

У даній роботі розглядається побудова архітектурних рішень на основі технології слабозв'язаних програмних модулів автоматизованих інформаційних систем підприємств та установ. Детально проаналізовано використання принципу інверсії залежностей у реалізації сервіс-орієнтованої архітектури, побудови веб-сервісів (SOAP і REST), а також архітектурної моделі хмарних обчислень SaaS. Зокрема, детально описано використання інверсії управління через ін'єкції залежностей (Constructor injection, Parameter injection, Setter injection, Interface injection) при проектуванні програмних модулів інформаційної технології. Для підвищення надійності захисту персональних даних при проектуванні архітектурних рішень розглянуто основні механізми несанкціонованого доступу в сервіс-орієнтованих системах, а також шляхи їх подолання.

Ключові слова: IoC, DI, DIP, SOA, SaaS, ESB.

Zinchenko A. Yu. Design of distributed information systems based on using the technology of loosely coupled components

This paper is devoted to the application of the technology of loosely coupled software components to the design of distributed information systems. By focusing on commonly asked questions, this paper provides techniques to help you discover and weigh the trade-offs as you confront the issues you, as a programmer, face as an architect. It analyzes in detail the use of the principle of dependency inversion for the implementation of service-oriented architecture, for the construction of web services (SOAP and REST), as well as for the architectural model of SaaS cloud computing. At the same time, the main method of reducing the connectivity of software modules is the use of Inversion of Control through the implementation of the dependency injection mechanism. This provides the implementation of the main principle of SOLID – The Dependency Inversion Principle.

The main types of relationships between classes for the design of a distributed architecture are considered in detail in the work. These are inheritance, implementation, aggregation, and composition. Since inheritance is a rigid type of coupling, in which all the functionality of the inherited class is defined at the compilation stage, and the programmer cannot dynamically redefine it during the execution of the program, so to ensure loosely coupled software components (in particular, through the mechanism of dependency injection) instead of inheritance, you need to use composition, and instead of use composition, if possible, use aggregation. Also, the paper describes in detail the use of control inversion through dependency injection (Constructor injection, Parameter injection, Setter injection, Interface injection) when designing software modules of information technology.

In addition, to increase the reliability of personal data protection when designing architectural solutions, the main mechanisms of unauthorized access (hacker attacks) in service-oriented systems are considered. This is because the received URLs, cookies and data in HTTP requests may be spoofed. Classic types of hacker attacks are analyzed in detail in work: permanent and passive cross-site scripting, SQL injections, and cross-site query forgery. In addition, methods of combating such attacks at both the software and network levels are provided.

Key words: IoC, DI, DIP, SOA, SaaS, ESB.

Постановка проблеми. Сьогодні все більше організацій переходять від клієнт-серверної до сервіс-орієнтованої архітектури, зокрема, використовуючи сервіси і гібридні хмарні технології, побудовані відповідно до протоколів SOAP, XML-RPC і JSON-RPC, або ж з використанням архітектурного стилю REST. Крім того, за останні роки в Європі було запроваджено багато порталальних рішень, у тому числі на рівні державних адміністрацій (наприклад, Європейський портал даних – загальноєвропейське сховище інформації державного сектора (<https://data.europa.eu/en>), Єдиний портал державних послуг України (<https://diia.gov.ua/>), відкрита платформа публічних даних Франції (<https://www.data.gouv.fr/fr/>), портал відкритих даних Італійського Державного Управління (<https://www.dati.gov.it/>) тощо), у яких безпека стає одним із ключових питань, що впливають на розгортання програмного забезпечення. Доступ до конфіденційної інформації компанії, зокрема персональних даних, здійснюється за допомогою сервісів, розгорнутих на розподілених компонентах сервіс-орієнтованої архітектури (SOA) за допомогою API. Тому питання безпеки стали частиною процесу прийняття рішень підприємствами щодо впровадження SOA.

Така ж тенденція спостерігається для CRM-систем (системи управління взаємовідносинами з клієнтами) і систем ERP (системи планування ресурсів підприємства), які, як правило, проектувалися в двочисельній трьохланковій клієнт-серверній архітектурі 10-20 років тому. Хоча серед них сервіси застосовувалися мали

одиниці. В теперішній час для того, щоб ефективно керувати, аналізувати та покращувати відносини з клієнтами, інформаційні технології таких автоматизованих систем повинні мати комплексний набір хмарних рішень, які можуть підтримувати та супроводжувати користувача на кожному етапі процесу потоку робіт (“Workflow”) – програмного графічного модулю автоматизованою інформаційної системи (АІС) для управління процесами і завданнями, які повторюються і виконуються у певному порядку. Таке комплексне рішення повинно включати в себе хмарні рішення для продажу, обслуговування, комерції, маркетингу, а також платформу клієнтських даних (СDP) із підтримкою штучного інтелекту, яка може оперувати онлайн, офлайн та сторонніми джерелами даних для повного та динамічного представлення їх клієнту. Серед останніх найпоширенішою моделлю хмарних рішень є SaaS (software as a service), доступ до програмного забезпечення якого надається віддалено по мережевим каналам через веб-інтерфейс чи термінал.

Зважаючи на те, що зв'язаність програмного забезпечення є метрикою програмного забезпечення та одним з основних принципів, який закладений в основу об'єктно-орієнтованого програмування (ООП), то побудова слабозв'язаних системних модулів при проєктуванні розподілених інформаційних систем, зокрема сервіс-орієнтованих, з метою покращення захисту персональних даних є темою актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основні принципи зв'язаності та пов'язаності програмного забезпечення були закладені Ларрі Константином наприкінці 1960-х років як частина структурованого дизайну для зменшення витрат на обслуговування та модифікацію [1; 2].

Основний принцип об'єктно-орієнтованого конструювання The Dependency Inversion Principle (DIP) – детально проаналізований в [3], а також в класичній книжці Еріха Г., Річарда Г. Ральфа Д. та Джона В. «Шаблони проєктування: елементи повторно використовуваного об'єктно-орієнтованого програмного забезпечення» [4].

Шаблони архітектури корпоративних додатків написані як пряма відповідь на складні виклики, з якими стикаються розробники корпоративних додатків. Із сучасними поглядами на проєктування розподілених архітектурних рішень (від Smalltalk до CORBA, Java та .NET) можна ознайомитися в книзі відомого об'єктно-орієнтованого дизайнера Мартіна Фаулера [5]. Особливості проєктування високорозподілених архітектур, від керування розподіленими транзакціями до оптимізації операційних характеристик (таких як масштабованість, еластичність і продуктивність) для різних принципів програмування (імперативного, декларативного, включаючи функціонально-орієнтоване, конкатенативного та інших) добре описані в книгах [6; 7].

Мета статті – розглянути реалізацію технології слабозв'язаних компонентів програмного забезпечення (ПЗ) на основі інверсії управління (IoC), тобто реалізацію механізму Dependency Injection (DI), з метою проєктування розподілених інформаційних систем покращеного захисту персональних даних.

Виклад основного матеріалу. Реалізація IoC в розподілених інформаційних системах. В програмній інженерії міра зв'язаності характеризує взаємозалежність між програмними модулями [8]. Низька зв'язаність програмного коду є ознакою добре структурованої і добре спроектованої автоматизованої системи. Вона часто корелює з високою пов'язаністю (cohesion), та навпаки. Якщо зв'язаність програмного забезпечення відноситься до взаємозалежностей між модулями, то пов'язаність описує, наскільки пов'язані функції в межах одного модуля. Низька зв'язаність означає, що даний модуль виконує завдання, які не дуже пов'язані один з одним, і, отже, може створити проблеми, коли модуль стає великим. Жорстка пов'язаність є серйозним недоліком програмного забезпечення, оскільки утрудняє розуміння логіки модулів, їх модифікацію, автономне тестування, і навіть повторне використання. Слабка зв'язаність є основним принципом ООП SOLID – основою DIP, а також одним із 9 шаблонів об'єктно-орієнтованого проєктування GRASP Крейга Лармана [3] для вирішення загальних завдань щодо призначення відповідальності класам та об'єктам.

Існують різні методи зменшення зв'язаності програмних модулів. Вони втілені в шаблонах проєктування. Серед останніх можна виділити такі шаблони проєктування багатопов'язаної архітектури як Model-View-Controller, Model-View-Presenter, Model-View-ViewModel та інші. Одним із підходів до зменшення зв'язаності є функціональний дизайн, який прагне обмежити обов'язки модулів з функціональністю. Одним із ключових методів реалізації технології слабо зв'язаних компонентів програмного забезпечення є використання інверсії управління, тобто реалізації механізму DI.

Перш ніж перейти до реалізації принципу інверсії управління в розподілених АІС, слід глибоко розуміти принципи об'єктно-орієнтованого проєктування: різницю між IoC, DI та DIP, між патернами та фреймворками, бібліотеками, залежностями, між проєктуванням взаємозв'язків між класами. Розглянемо коротко останні, тобто основні відношення між об'єктами класів, що допоможуть нам зрозуміти зв'язок між сутностями під час їх використання в патернах проєктування. Виділяють кілька основних видів взаємозв'язку: наслідування, реалізація, асоціація, композиція та агрегація.

Спадкування є базовим принципом ООП і дозволяє одному класу (спадкоємцю) успадкувати функціонал іншого класу (батьківського). Нерідко відносини успадкування ще називають генералізацією чи узагальненням. Наслідування визначає відношення “IS A”.

Реалізація передбачає визначення інтерфейсу та його реалізації у класах. Згідно з принципом поділу інтерфейсів (The Interface Segregation Principle, ISP) при створенні системи взаємозв'язків між класами потрібно програмувати лише на рівні інтерфейсів, а не їх конкретних реалізацій. Тобто при проєктуванні архітектури інформаційної технології програмісти не повинні примусово впроваджувати інтерфейси там, де вони не потрібні. Під інтерфейсами тут слід розуміти не тільки типи мови програмування, визначені з допомогою ключового слова interface, а й визначення функціоналу без його конкретної реалізації.

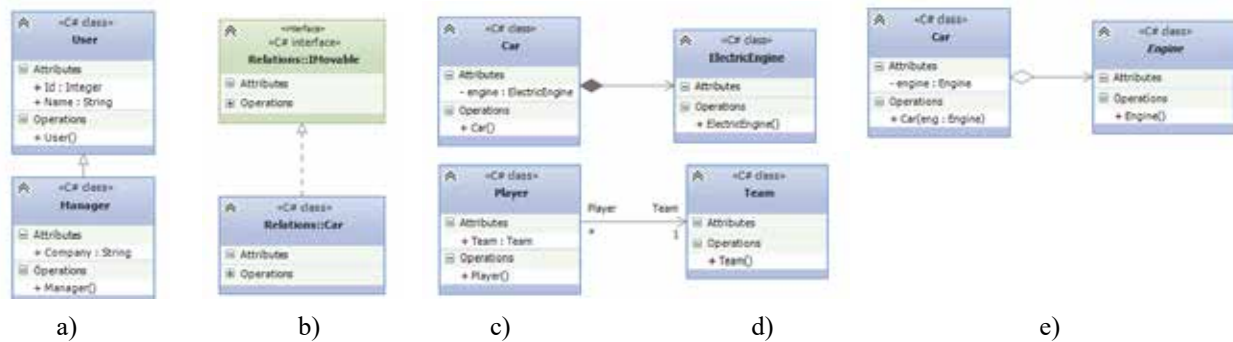


Рис. 1. Відношення між класами та об'єктами: наслідування (а), реалізація (b), композиція (с), асоціація (d) та агрегація (е)

Асоціація – це відношення, у якому об'єкти одного типу певним чином пов'язані з об'єктами іншого типу. Наприклад, об'єкт одного типу містить або використовує об'єкт іншого типу. При цьому агрегація та композиція є окремими випадками асоціації, і їх характеризує відношення “HAS A”. Різниця полягає в тому, що при композиції реалізується жорстка зв'язаність: в конструкторі класу створюється новий екземпляр класу, який повністю керує життєвим циклом об'єкта даного класу. При агрегації ж реалізується слабка зв'язаність, тобто переданий через конструктор об'єкт є рівноправним до об'єкту класу конструктора, в який його передали. В конструктор передається посилання на вже наявний об'єкт, під який вже виділено пам'ять. І, зазвичай, передається посилання не на конкретний клас, а на абстрактний клас чи інтерфейс, що збільшує гнучкість програми. Крім того, при успадкуванні весь функціонал класу-спадкоємця жорстко визначено на етапі компіляції, тобто під час виконання програми неможливо його динамічно перевизначити. Саме тому замість успадкування слід віддавати перевагу композиції, а замість композиції – агрегації як одному з підходів до зменшення зв'язаності через об'єктно-орієнтоване проектування.

ІоС – це досить загальне поняття, яке відрізняє бібліотеку динамічної компоновки від фреймворка. На відміну від традиційного потоку управління ІоС інвертує управління потоком. В класичній моделі архітектури програмного забезпечення код, який викликається, сам контролює зовнішнє оточення, а також час і порядок викликів бібліотечних методів. Проте у випадку з фреймворком обов'язки міняються місцями: фреймворк надає деякі точки розширення, через які він викликає певні методи користувацького коду.

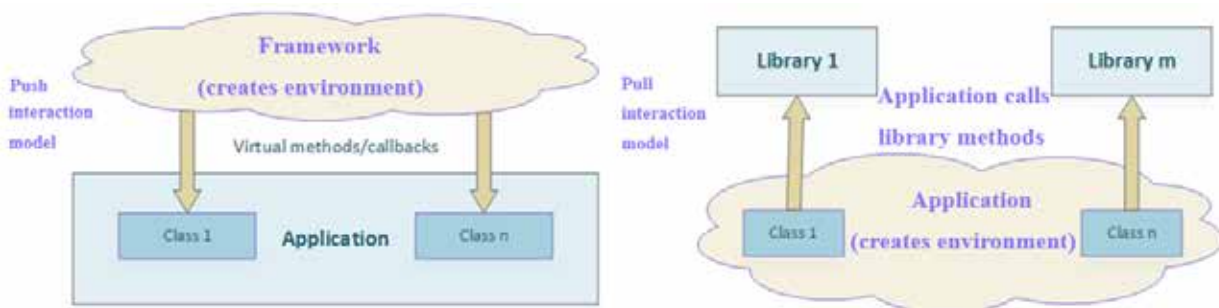


Рис. 2. Інвертація потоку управління інверсією управління [9]

ІоС використовується для підвищення модульності програми і робить її розширюваною [10]. Вперше термін був використаний Майклом Меттсоном в праці [11]. Зворотні виклики, планувальники, цикли подій, ін'єкція залежностей, шаблонний метод і паттерн «Наглядач» є прикладами шаблонів проектування, в яких використовується принцип інверсії керування.

Основними технологіями реалізації ІоС є using a service locator pattern, using dependency injection (Constructor injection, Parameter injection, Setter injection, Interface injection), Using a contextualized lookup, Using the template method design pattern та Using the strategy design pattern.

Розглянемо DIP – основний принцип SOLID, який дає рекомендації, якими повинні бути залежності між високорівневими та низькорівневими абстракціями:

- модулі верхніх рівнів не повинні залежати від модулів нижніх рівнів. При цьому обидва типу модулів повинні залежати від абстракцій;
- абстракції не повинні залежати від деталей. Деталі повинні залежати від абстракцій;
- модулі вищого рівня реалізують бізнес-правила або логіку в системі. Низькорівневі модулі виконують більш детальні операції, наприклад, запис інформації в базу даних, передачу повідомлень операційній системі або службам тощо.

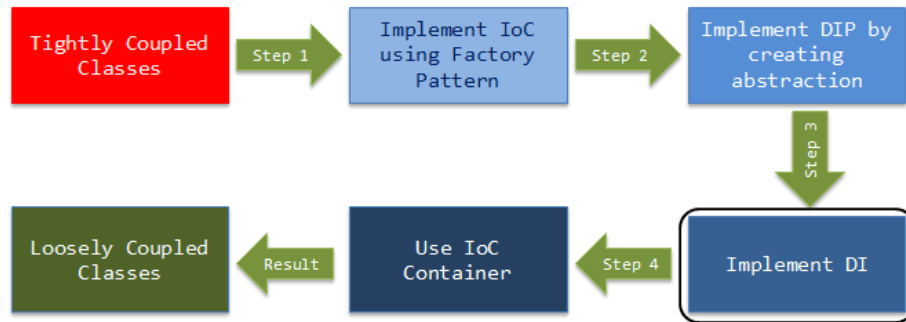


Рис. 3. Приклад реалізації IoC, використовуючи шаблонний метод [9]

При цьому залежності класу повинні розташовуватись на поточному або вищому рівні абстракції. Іншими словами, не будь-який клас, який вимагає інтерфейс у конструкторі, слідує принципу інверсії залежностей. Розглянемо приклад:

```

class ReportProcessor
{
private readonly ISocket _socket;
public ReportProcessor(ISocket socket)
{
_socket = socket;
}
public void SendReport(Report report, IStringBuilder stringBuilder)
{
stringBuilder.AppendFormat(CreateHeader(report));
stringBuilder.AppendFormat(CreateBody(report));
stringBuilder.AppendFormat(CreateFooter(report));
_socket.Connect();
_socket.Send(ConvertToByteArray(stringBuilder));
}
}
  
```

Клас ReportProcessor все ще приймає «абстракцію» в аргументах конструктора – ISocket, але ця «абстракція» знаходиться на кілька рівнів нижче за рівень формування та відправлення звітів. Аналогічно справи і з аргументом методу SendReport: «абстракція» IStringBuilder не відповідає принципу інверсії залежностей, оскільки оперує більш низькорівневими поняттями, ніж потрібно. На цьому рівні слід оперувати не рядками, а звітами. Як результат, цей код не слідує принципу DIP – в даному прикладі використовується DI.

DI – основний механізм реалізації IoC – передачі класу його залежностей, слугує фреймворком. Як зазначалося вище, існує декілька конкретних способів або патернів застосування залежностей. Розглянемо приклад [9]:

```

class ReportProcessor
{
private readonly IReportSender _reportSender;
// Constructor Injection: passing a mandatory dependency
public ReportProcessor(IReportSender reportSender)
{
_reportSender = reportSender;
_logger = LogManager.DefaultLogger;
}
// Method Injection: passing mandatory method dependencies
public void SendReport(Report report, IReportFormatter formatter)
{
_logger.Info("Sending report...");
var formattedReport = formatter.Format(report);
_reportSender.SendReport(formattedReport);
_logger.Info("Report has been sent");
}
// Property Injection: installing optional "infrastructure" dependencies
public ILogger Logger { get; set; }
}
public Store store()
{
}
  
```



```

Store store = new Store();
store.setItem(item1());
return store;
}
<bean id = "store" class= "org.baeldung.store.Store" >
<property name = "item" ref= "item1" />
</bean>

```

Різні види ін'єкції залежностей призначені для вирішення конкретних завдань. Через конструктор передаються обов'язкові залежності класу, без яких робота класу неможлива (IReportSender – обов'язкова залежність класу ReportProcessor). Через метод передаються залежності, які потрібні лише одному методу, а не всім методам класу (IReportFormatter необхідний лише методу надсилання звіту, а не класу ReportProcessor повністю). Через властивості повинні встановлюватися лише необов'язкові залежності (звичай, інфраструктурні), для яких існує значення за замовченням (властивість Logger містить розумне значення за замовченням, яке пізніше може бути замінене). Для DI на основі сетера IoC-контейнер буде викликати методи сетера класу Store після виклику конструктора без аргументів або статичного фабричного методу без аргументів для створення екземпляра bean.

Проектування SOA в розподілених інформаційних технологіях. Більшість підприємств протягом багатьох років вкладали значні кошти у системні ресурси. Такі підприємства мають величезну кількість даних, що зберігаються у застарілих корпоративних інформаційних системах (ERP- і CRM-системах), тому відмовлятися від існуючих систем є недоцільним. Вигідніше розвивати та покращувати існуючі автоматизовані інформаційні системи. Цю проблему і вирішує сервіс-орієнтована архітектура.

SOA визначається різними способами. Один із них – це «парадигма організації та використання розподілених можливостей, які можуть бути під контролем різних доменів» [12]. Інакше кажучи: SOA – це архітектурний стиль для створення програмного забезпечення, за допомогою якого різні типи сервісів (компонентів інформаційної технології для надання інформаційних послуг) можуть незалежно взаємодіяти один з одним. Основою SOA є використання технології слабо зв'язаних компонентів, яка сприяє слабкому зв'язку між віддаленими за стандартизованими протоколами використання, і розподіленими програмними компонентами, щоб їх можна було використати повторно. SOA використовує парадигму «знайти-зв'язати-виконати».

SOA не є новою концепцією. Так компанія Sun визначила основні принципи SOA ще в кінці 1990-х років для опису мережевої архітектури Jini для створення розподілених систем на основі динамічного виявлення та використання сервісів у мережі. В ній веб-служби прийняли концепцію служб (сервісів) та були реалізовані через API за допомогою таких технологій, як XML(Extensible Markup Language), опису мови веб-служб і доступу до них WSDL, протоколу обміну структурованими повідомленнями та доступу до об'єктів (SOAP), платформово-незалежного інструменту для розміщення описів веб-сервісів UDDI (Universal Description Discovery & Integration). Сучасна SOA – це принципи проектування, які не прив'язана до якої-небудь технології реалізації. Як правило, її реалізують за допомогою веб-сервісів чи мікросервісів (API-інтерфейсів), хоча можуть бути використані такі технології, як REST, RPC, DCOM, CORBA та інші. Найпоширеніша реалізація API SOA – через реалізацію архітектурного стилю REST (сервіси RESTful) на основі формату передачі даних JSON, рідше – через протокол SOAP на основі формату передачі даних XML.

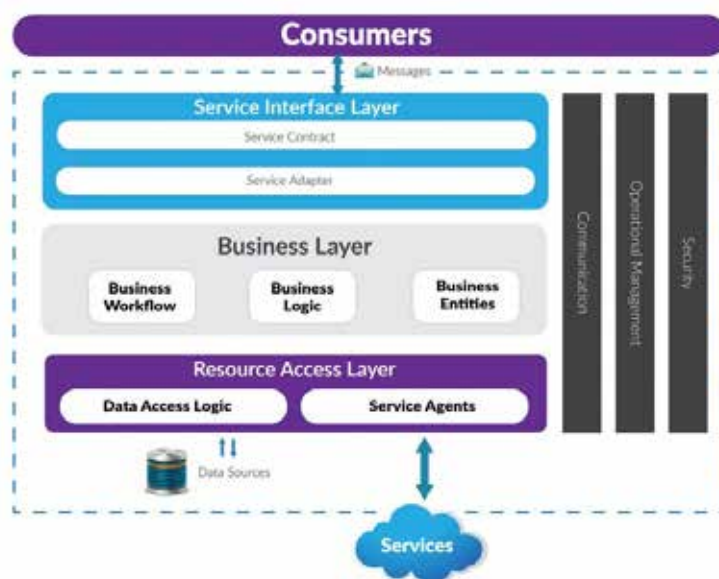


Рис. 4. Модель SOA

Більш складні реалізації SOA – це спеціалізована реалізація SOA на основі побудови та використанні мікросервісів, а також гібридні хмарні технології моделей розгортання і хмарного обчислення, інтегровані в SOA. Мікросервіс – це підхід до створення невеликих сервісів. Кожна служба має власну виділену область пам'яті та може обмінюватися повідомленнями. Кожен мікросервіс працює абсолютно незалежно, але, з іншого боку, всі вони слабо зв'язані між собою. Це, наприклад, означає, що кожен мікросервіс має власну базу даних. На відміну від класичного SOA додатки мікросервісної архітектури створені для виконання однієї бізнес-задачі, мають невеликий об'єм, добре масштабуються, використовують більш прості протоколи обміну даними (http) та просту систему обміну повідомленнями. Оскільки дане дослідження присвячене дослідженню слабо зв'язаних компонентів при обробці персональних даних в інформаційних технологіях, ми не будемо зупинятися на принципових перевагах та недоліках між цими технологіями проєктування, а акцентуємо увагу на управлінні безпекою, тобто захисту інформації при передаванні та обробці персональної інформації в даних розподілених технологіях.

Вище зазначалося, що основними перевагами класичної SOA є використання технології слабо зв'язаних компонентів (для інтеграції сервісу із будь-якою системою), повторне використання сервісу для скорочення часу розробки нового компоненту та стандартний формат обміну повідомленнями (як правило XML чи JSON). Для впровадження об'єктів інфраструктури у прикладний рівень SOA зазвичай використовують DI, який може бути реалізований як частина артефакту (зборки), наприклад, у рамках проєкту веб-API або проєкту веб-програми MVC. У випадку мікрослужби, створеної за допомогою кросплатформенної мови програмування (ASP.NET Core, Java чи іншої), прикладним рівнем зазвичай є бібліотека веб-API. Хоча це є перевагами в реалізації Service Interface Layer, це суттєво ускладнює управління всією інформаційною системою, особливо управління безпекою. Якщо ж розглядати модель SaaS (програмне забезпечення як послуга) – модель поширення програмного забезпечення, в якій хмарний провайдер розміщує програми та робить їх доступними для кінцевих користувачів через Інтернет – у цій моделі захист персональних даних є більш вразливим, оскільки незалежний постачальник програмного забезпечення (ISV) може укласти договір із стороннім постачальником хмарних послуг для розміщення програми. При цьому, коли два сервіси взаємодіють один з одним, час відгуку збільшиться, що вимагає наявності серверів з високою пропускну здатністю.

SaaS – це одна з трьох основних категорій хмарних обчислень, поряд з інфраструктурою як послугою (IaaS) і платформою як послугою (PaaS). Цілий ряд IT-фахівців, бізнес-компаній та приватних користувачів використовують програми SaaS. Послуги даної технології варіюються від персональних розваг, таких як API Netflix, до передових IT-інструментів. На відміну від IaaS та PaaS, продукти SaaS часто продаються у таких сферах бізнесу як B2B (Business-to-Business) і B2C (Business-to-Consumer). SaaS працює через модель хмарної доставки. Постачальник програмного забезпечення або розміщує програму та пов'язані з нею дані в мережі, використовуючи власні сервери, бази даних, мережеві та обчислювальні ресурси, або це може бути ISV (Independent Software Vendor), який укладає контракт з постачальником хмарних послуг на розміщення програми в центрі обробки даних постачальника. Програма буде доступна для будь-якого пристрою з підключенням до мережі. Доступ до програм SaaS зазвичай здійснюється через API.

Механізми несанкціонованого доступу в SOA та шляхи їх подолання. Основними вразливими місцями в проєктуванні SOA як для систем з мікросервісами, так і для гібридних хмарних технологій моделей розгортання і хмарного обчислення, є:

- 1) ідентифікація та аутентифікація користувача в системі;
- 2) передача трафіка між клієнтами і сервісами SOA;
- 3) забезпечення цілісності даних.

Хоча існують принципи механізмів безпеки The Global XML Web Services Architecture (GXA) зі специфікаціями WS-Security, стандарти безпечної передачі даних SAML (Security Assertion Markup Language), стандарт опису політику управління надання доступів XACML (eXtensible Access Control Markup Language), проте існує безліч вразливостей при передачі даних, зокрема при використанні SSO (Single Sign-On) – технології, при використанні якої користувач переходить з одного розділу порталу в інший або з однієї інформаційної системи в іншу, не пов'язану з першою системою, без повторної аутентифікації. Крім того, існує безліч вірусних та хакерських, зокрема DoS, атак на обчислювальну систему з метою довести її до відмови, тобто створення таких умов, за яких сумлінні користувачі системи не зможуть отримати доступ до запитаних ресурсів, що надаються, або цей доступ буде утруднений.

Так, протягом 2020–2022 років, коли весь світ боровся з пандемією коронавірусу, ландшафт кіберзагроз зріс в рази. Це пояснюється пришвидшеною інформатизацією та запровадженням інформаційних послуг в різних сферах життя (надання державних послуг через IT, дистанційне навчання тощо). Лідер в області виявлення кіберзагроз мережевої безпеки, глобальна хмарна архітектура Cisco Umbrella визначила основні тенденції загроз, які матимуть серйозні наслідки далеко за межами 2022 року. Дані результати дослідження представлені на рис. 4. Серед них серйозну занепокоєність викликають такі тенденції [13]:

- 1) трояни та дроппери отримують друге життя як нові форми доставки шкідливого ПЗ;
- 2) поетапні добре продумані атаки з ухиляннями стають нормою;

- 3) зловмисники використовують контент, пов'язаний з пандемією, для поширення кіберзагроз;
- 4) криптомайнінг відкриває двері іншим типам кіберзагроз.

Хакерські ж атаки залишаються класичними. Це Cross-Site Scripting (XSS), постійні та пасивні XSS, SQL Injection та Cross-Site Request Forgery (CSRF). Варто пам'ятати, що дані при використанні протоколу HTTP передаються в текстовому вигляді, відповідно перехопивши значення, що надсилаються на сервер, можна легко змінити та порушити роботу серверної програми. При цьому будь-які вхідні дані можуть бути підробленими, зокрема: вхідні URL-адреси, дані, які були прийняті з форми, cookie-набори, дані в HTTP заголовках. При отриманні важливих даних з боку користувача потрібно переконаватися в тому, що дані були надіслані програмою, а не підмінені, для цього можна використовувати шифрування або додавати до даних спеціальний підпис, який перевірятиме сервер.

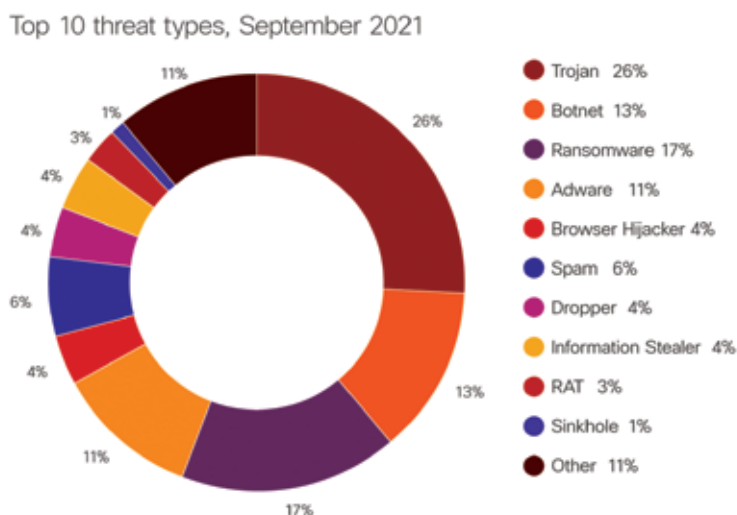


Рис. 5. Види кібератак на інформаційні системи за серпень 2021 за даними глобальна хмарної архітектури кібербезпеки Cisco Umbrella [14]

Розглянемо кожну атаку на SOA детальніше та опишемо шляхи захисту від них. Міжсайтовий сценарій або Cross-Site Scripting – одна з найбільш поширених вразливостей. Якщо зломщик може змусити сервер повертати відвідувачам довільний сценарій JavaScript, то такий сценарій може керувати сеансами браузерів цих відвідувачів. Тоді зломщик може:

- 1) змінити дизайн сайту, вивести на ньому додатковий контент;
- 2) перенаправити користувача на інший сайт;
- 3) збирати конфіденційні дані (ідентифікатори сеансу з cookie наборів).

Для перехоплення та заміни HTTP запитів можна використовувати веб-наладчик fiddler. Напишемо примітивний сайт та зламаємо сторінку адміністратора. Нехай для прикладу метод на контроллері для ідентифікації адміністратора має вигляд:

```
public ActionResult Index()
{
    HttpCookie adminCookies = Request.Cookies["IsAdmin"];
    if (adminCookies != null)
    {
        if (adminCookies.Value.ToLower() == "true")
        {
            return View("AdminIndex");
        }
        else
        {
            return View("UserIndex");
        }
    }
    return View();
}
```

Тоді для підміни сценарію верифікації достатньо у веб-наладчику змінити значення параметра IsAdmin з false на true. Після чого отримуємо повний доступ до адміністрування сайту.

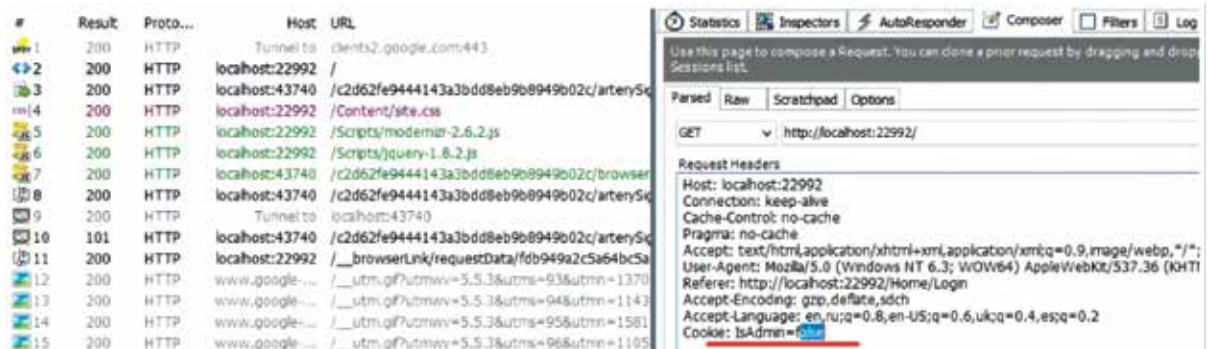


Рис. 6. Приклад кібератаки на сайт на основі сценарію XSS

Сценарії XSS бувають постійними та пасивними. Постійні XSS – в інтерактивний елемент (дошку оголошень, повідомлення) вноситься контент, який буде збережений в базу даних, а потім виданий іншим користувачам. Непостійні або пасивні XSS – це надсилання шкідливих даних у відповідь на запит нашої програми. Зломщику лише потрібно змусити жертву надіслати такий запит зі свого браузера. Продемонструємо це на прикладі. Зайшовши на дошку оголошень, ми створюємо нове повідомлення, але в полі повідомлення замість тексту ми вводимо html-розмітку. Цим самим змінюємо поведінку сайту (в даному випадку величину тексту).



Рис. 7. Приклад кібератаки на сайт на основі постійного сценарію XSS

Є різні варіанти протидії сценаріям XSS. Серед них це: відключення валідації даних, отриманих від клієнта, на прикладному рівні SEO, використання бібліотеки AntiXSS (Microsoft Web Protection Library), яка дозволяє перевіряти дані, отримані з боку клієнта, на наявність небезпечної розмітки.

Один із поширених способів злому веб-сервісів, які посилають свої запити базу даних, залишається SQL Injection. Ця атака полягає у впровадженні користувальницького SQL коду в запит, що призводить до зміни даних на сторінці, що в свою чергу веде до витоку даних або порушення цілісності бази даних. Припустимо, що метод на контроллері для відправки даних в базу даних має такий вид:

```
[HttpPost]
public ActionResult AuthFormBad(string login, string password) {
    string connectionString = ConfigurationManager.ConnectionStrings["DefaultConnection"].ConnectionString;
    using (SqlConnection connection = new SqlConnection(connectionString)) {
        string query = string.Format("SELECT Login FROM Users WHERE Login='{0}' AND Password='{1}'",
            login, password);
        /* if the user passes as a value login dates x' OR 1=1 -- , and the password will be blank so the following SQL
        query will be generated: SELECT * FROM Users WHERE Login='x' OR 1=1 -- AND Password=''. Such a query
        will select all records from the Users table, since the value 1 is always equal to 1, even if the user named x is not in
        the database. Accordingly, the password will not be checked.*/
        SqlCommand command = new SqlCommand(query, connection);
        connection.Open();
        object userLogin = command.ExecuteScalar();
        if (userLogin != null)
            return View("Completed", userLogin);
        else
            ModelState.AddModelError(string.Empty, "Login or Pass has error");
    }
    return View();
}
```

Тоді атака на аккаунт може мати вигляд:

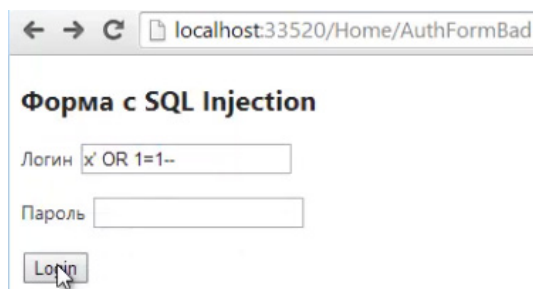


Рис. 8. Приклад кібератаки на основі SQL Injection

Існують такі способи захисту від SQL Injection: використання збережених процедур, запитів з SQL параметрами, використання ORM (наприклад, Entity Framework) та інші.

Ще однією поширеною атакою є Cross-Site Request Forgery (CSRF). На зовнішньому домені розміщується html-форма з даними, які повертаються на атакуючий сайт. Коли користувач потрапляє на цей зовнішній домен, він змушує свій браузер виконати відправку форми зі шкідливими даними на атакуючий сайт. Тобто по суті йде підміна компонентів SOA.

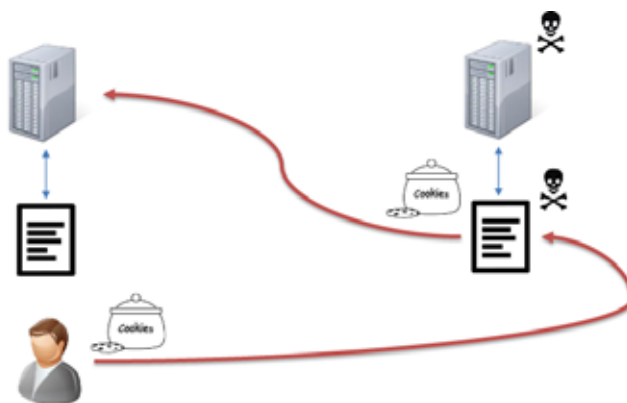


Рис. 9. Приклад кібератаки на основі CSRF

Існують різні способи захисту від CSRF. Серед них:

- 1) перевірка вхідного HTTP-заголовку referer;
- 2) перевірити чи не додавалися до небезпечних запитів елементи, пов'язані з даними користувача, наприклад, пароль облікового запису;
- 3) використання допоміжних методів, наприклад `@Html.AntiForgeryToken()` для представлення, та фільтрів `[ValidateAntiForgeryToken]` для методів дії в контролері.

Також слід додати, що основним механізмом в забезпеченні реалізації єдиної політики безпеки та інтеграції корпоративних додатків (EAI) у розподілені інформаційні системи, зокрема у SOA, є використання сервісної шини підприємства (ESB). Саме вона реалізує технології слабо зв'язаних компонентів при обробці персональних даних і слугує фреймворком для обміну повідомленнями. ESB забезпечує обмін даними між різними сервісами, зокрема між рівнем даних та прикладним рівнем в SOA.

Найпоширенішим її варіантом використання є Oracle Enterprise Service Bus (Oracle ESB). На ряду зі зворотними проксі-серверами та балансувальниками навантаження, такими як NGINX та NGINX Plus, даний компонент реалізує механізми єдиної політики безпеки SOA.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі. В даній роботі представлені основні принципи об'єктно-орієнтованого проектування технології слабозв'язаних компонентів для проектування і розроблення розподілених інформаційних систем. Основним методом зменшення зв'язаності програмних модулів IT є використання IoC через реалізацію механізму ін'єкції залежностей. Існує кілька способів передачі ін'єкції залежностей у клас, включаючи різні типи DI, такі як ін'єкція конструктора, ін'єкція параметра, ін'єкція сетера та ін'єкція інтерфейсу. Побудова SOA розглядається з урахуванням принципу слабого зв'язку, зокрема, на основі використання мікросервісів і гібридних хмарних технологій. Такі способи організації інфраструктури досить вразливі для хакерських атак (оскільки вхідні URL-адреси, файли cookie, дані, отримані з форм, і дані в HTTP-заголовках можуть бути піддробленими). Так, за останній рік основними кібератаками на інформаційні системи стали: використання троянів та дроп-перів, зокрема, при передачі трафіку між клієнтами та сервісами AIC. Типи хакерських атак залишаються

класичними: постійний і пасивний міжсайтовий сценарій, SQL-ін'єкції і підробка міжсайтового запиту. В роботі детально проаналізовано основні механізми захисту даних від кібератак.

У перспективі планується розглянути сучасні механізми безпеки в SOA, зокрема застосування блокейчн у фінансових операціях та його інтеграцію з корпоративною шиною Oracle, яка реалізує технологію слабозв'язаності на рівні даних SOA.

Список використаних джерел:

1. Stevens, Wayne P.; Myers, Glenford J.; Constantine, Larry LeRoy (June 1974). Structured design. IBM Systems Journal. 13(2): 115–139. doi:10.1147/sj.132.0115.
2. Yourdon, Edward; Constantine, Larry LeRoy (1979). Structured Design: Fundamentals of a Discipline of Computer Program and Systems Design. Yourdon Press. Bibcode:1979sdfd. ISBN 978-0-13-854471-3.
3. Philip A. Laplante, Philip A. Laplante. What Every Engineer Should Know about Software Engineering. CRC Press, 2007. P. 105–106. ISBN 978-1-4200-0674-2.
4. Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software Published. Addison-Wesley Professional, 1994. 395 p. ISBN 0-201-63361-2.
5. Martin Fowler Patterns of Enterprise Application Architecture. Addison-Wesley Professional, 2022. 560 p. ISBN: 0321127420.
6. Neal Ford, Mark Richards, Pramod Sadalage, Zhamak Dehghani Software Architecture: The Hard Parts: Modern Trade-Off Analyses for Distributed Architectures. O'Reilly Media, 2021. 450 p. ISBN: 1492086894.
7. Mark Richards, Neal Ford Fundamentals of Software Architecture: An Engineering Approach. – O'Reilly Media, 2020. 396 p. ISBN: 1492043451.
8. ISO/IEC/IEEE 24765:2010 Systems and software engineering.
9. Zinchenko, A. Y. (2022). Dependency injection using for the develop of information technology for investigation of parametric var methods. *Systems and Technologies*, 62(2), 63–75.
10. Ralph E. Johnson, Brian Foote (1988). Designing Reusable Classes. *Journal of Object-Oriented Programming*, 1(2), 22–35. doi:10.1.1.101.8594.
11. Michael Mattsson (1996). Object-Oriented Frameworks. A survey of methodological issues. Department of Computer Science, Lund University, 130 p.
12. Faathima Fayaza (2014) Service oriented architecture in enterprise application. Dept. Inf. Tech., Univ. Moratuwa, Katubedda, Sri Lanka, Tech. Rep., 8 p.
13. URL: <https://umbrella.cisco.com/info/technical-paper-modern-security-landscape-scaling-threats-motion> (Retrieved 2022-12-11).
14. URL: <https://umbrella.cisco.com/trends-threats/global-cyber-threat-intelligence-overview> (Retrieved 2022-12-11).

References:

1. Stevens, Wayne P.; Myers, Glenford J.; Constantine, Larry LeRoy (June 1974). “Structured design”. IBM Systems Journal. 13(2): 115–139. doi:10.1147/sj.132.0115.
2. Yourdon, Edward; Constantine, Larry LeRoy (1979). Structured Design: Fundamentals of a Discipline of Computer Program and Systems Design. Yourdon Press. Bibcode:1979sdfd. ISBN 978-0-13-854471-3.
3. Philip A. Laplante, Philip A. Laplante. What Every Engineer Should Know about Software Engineering. – CRC Press, 2007. – P. 105–106. – ISBN 978-1-4200-0674-2.
4. Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software Published. Addison-Wesley Professional, 1994. 395 p. ISBN: 0-201-63361-2.
5. Martin Fowler Patterns of Enterprise Application Architecture. Addison-Wesley Professional, 2022. 560 p. ISBN: 0321127420.
6. Neal Ford, Mark Richards, Pramod Sadalage, Zhamak Dehghani Software Architecture: The Hard Parts: Modern Trade-Off Analyses for Distributed Architectures. O'Reilly Media, 2021. 450 p. ISBN: 1492086894.
7. Mark Richards, Neal Ford Fundamentals of Software Architecture: An Engineering Approach. – O'Reilly Media, 2020. – 396 p. – ISBN: 1492043451.
8. ISO/IEC/IEEE 24765:2010 Systems and software engineering.
9. Zinchenko, A. Y. (2022). Dependency injection using for the develop of information technology for investigation of parametric var methods. *Systems and Technologies*, 62(2), 63–75.
10. Ralph E. Johnson, Brian Foote (1988). Designing Reusable Classes. *Journal of Object-Oriented Programming*, 1(2), 22–35. doi:10.1.1.101.8594.
11. Michael Mattsson (1996). Object-Oriented Frameworks. A survey of methodological issues. *Department of Computer Science, Lund University*, 130 p.
12. Faathima Fayaza (2014) Service oriented architecture in enterprise application. Dept. Inf. Tech., Univ. Moratuwa, Katubedda, Sri Lanka, Tech. Rep., 8 p.
13. <https://umbrella.cisco.com/info/technical-paper-modern-security-landscape-scaling-threats-motion> (Retrieved 2022-12-11).
14. <https://umbrella.cisco.com/trends-threats/global-cyber-threat-intelligence-overview> (Retrieved 2022-12-11).

DOI <https://doi.org/10.32782/2521-6643-2022.1-63.2>
УДК 656.225

Кузьменко А. І., кандидат технічних наук, доцент,
в.о. завідувача кафедри транспортних технологій
та міжнародної логістики
Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0001-7278-3647

Бех П. В., кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри управління експлуатаційною роботою
Українського державного університету науки і технологій
ORCID: 0000-0002-1782-9224

Лашков О. В., старший викладач
кафедри управління експлуатаційною роботою
Українського державного університету науки і технологій
ORCID: 0000-0001-7380-987X

Максименков Є. А., старший викладач
кафедри військової підготовки спеціалістів
Державної спеціальної служби транспорту Збройних Сил України
ORCID: 0000-0002-9608-7301

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОТУЖНОСТІ ВАГОНПОТОКІВ НА ПОКАЗНИКИ ПЛАНУ ФОРМУВАННЯ ПОЇЗДІВ

Інтенсифікація роботи залізничного транспорту, як однієї із ключових галузей економіки країни, є головним у рішенні завдання повного й своєчасного задоволення потреб бізнесу в перевезеннях. Залізничний транспорт і в перспективі буде виконувати основний обсяг масових перевезень, і насамперед кам'яного вугілля, руди, чорних металів, лісу, продовольчих вантажів, хімічних і мінеральних добрив, нафтопродуктів, будівельних матеріалів.

Удосконалення технології роботи станції включає заходи, спрямовані на скорочення простою вагонів, раціональне використання технічних засобів, якими обладнана станція, скорочення непродуктивних витрат, підвищення доходності залізниці, що потребує постійної уваги та корегування оперативного плану формування вантажних поїздів, утримування технічного оснащення станції на достатньому рівні, який забезпечував би її стійку та безаварійну роботу, спрямовану на задоволення потреб перевізного процесу.

Основною задачею даної роботи є визначення головних напрямків поліпшення експлуатаційної роботи сортувальних станцій.

Ключові слова: план формування поїздів, сортувальна станція, параметр накопичення, час простою.

Kuzmenko A. I., Bekh P. V., Lashkov O. V., Maksymenkov E. A. Study of the influence of the power of truck flows on the indicators of the formation plan trains

The level of competitiveness and attractiveness of railways in the market of transport services largely depends on the quality of work of railway stations. In modern economic conditions, one of the main factors of ensuring high efficiency of the operational work of railways is the minimization of the time spent by cars at stations. For this purpose, the stations must have a sufficient reserve of throughput and processing capacity to cover peak loads. On the other hand, it is necessary to minimize the own costs of the stations, reducing the excess technical potential. As you know, the efficiency of the station's operation is determined by the level of its technical equipment, work technology and control system. In this connection, the problem of effective technical and economic management of stations becomes particularly relevant, the main task of which is to make economically justified decisions both in operational management and in planning organizational and technical measures aimed at increasing the efficiency of station operation.

The main volume of car traffic processing is carried out at sorting stations. The execution of the transportation plan, the most important indicators of freight traffic, depends on their successful work. Therefore, it is worth developing measures to improve the design and technology of the existing stations. Among such measures, it is possible to single out reconstructive measures aimed at changing the design of stations, and organizational ones, which involve improving the technological process and the station management system. The need to rebuild the sorting station or improve the technology of its operation can be

caused by various reasons, such as a change in the volume and structure of traffic flows, electrification of lines on approaches, organization of high-speed traffic, construction of second main tracks, connection of new access tracks, etc. The number of options for further comparison and evaluation can be quite large in some cases. Therefore, when choosing competitive options, practical experience already accumulated by design engineers is of great importance, which helps to select only those options that most fully and effectively meet the given task. As a criterion for evaluating each of the intended options, the most often used are the costs associated with the implementation of a set of measures corresponding to the option. This indicator is the most universal, but at the same time it does not take into account many factors that significantly affect the choice of option (ensuring traffic safety, labor protection, etc.).

The choice of the most rational complex of reconstructive or organizational measures for each specific station is a rather difficult task due to the impossibility of conducting experiments on real objects to evaluate the intended options. When evaluating one or another option, it is necessary to forecast the performance indicators of the station after the implementation of the set of measures provided for by this option. At the same time, the complexity of the technological processes of the operation of railway stations makes it impossible to use direct analytical dependencies of the form $Y=F(X)$ for these purposes. In addition, it is necessary to take into account that the performance indicators of the stations are significantly influenced by the dispatching control system, i.e. the operational and dispatching personnel of the stations.

Key words: train formation plan, sorting station, accumulation parameter, idle time.

Постановка проблеми. Ефективне функціонування економіки будь-якої держави багато в чому залежить від якісного розвитку транспортної системи, з врахуванням світової глобалізації. При цьому створення економічної привабливості транспортних галузей та змішаних перевезень на основі розвитку контейнерних перевезень є сьогодні чи не найважливішою задачею багатьох країн та має стати такою і для держави Україна.

Інтенсифікація роботи залізничного транспорту, як однієї із ключових галузей економіки країни, є головним у рішенні завдання повного й своєчасного задоволення потреб народного господарства й населення в перевезеннях. Залізничний транспорт і в перспективі буде виконувати основний обсяг перевезень, і насамперед кам'яного вугілля, руди, чорних металів, лісу, продовольчих вантажів, хімічних і мінеральних добрив, нафтопродуктів, будівельних матеріалів і інших масових вантажів.

Для рішення поставлених перед залізничним транспортом завдань необхідна комплексна програма його розвитку, що передбачала б удосконалювання організації перевізного процесу й керування, інтенсифікацію використання технічних засобів, розвиток матеріально-технічної бази.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для залізничного транспорту в нашій державі важливе значення має не лише покращення економічних і фінансових результатів, а і вплив на результати роботи інших галузей економіки. Удосконалення системи взаємодії залізниць з виробництвом здійснюється в напрямку підвищення якості перевізного процесу з розширенням асортименту послуг, що сприяє зростанню обсягів перевезень [2].

Удосконалення технології роботи станцій включають заходи, спрямовані на скорочення простою вагонів, раціональне використання технічних засобів, якими обладнані станції, скорочення непродуктивних витрат, підвищення доходності залізниці тощо [3].

До початку бойових дій по станціям спостерігалось поступове нарощування обсягів вантажної та сортувальної роботи [1], що потребувало постійної уваги та корегування оперативного плану формування вантажних поїздів, утримання технічного оснащення станцій на достатньому рівні, який забезпечував би їх стійку та безаварійну роботу, спрямовану на задоволення потреб перевізного процесу.

З метою забезпечення зростаючих обсягів перевезень на залізницях розроблялась перспективна програма технічного оновлення та удосконалення технології роботи станцій, яка передбачає їх технічне переоснащення, впровадження сучасного зв'язку, автоматизованих систем керування [4]. У зазначеній програмі знайшли своє відображення питання модернізації системи електричної централізації на станціях та організації єдиного посту управління роботою станцій.

Мета статті. Визначення головних напрямків поліпшення експлуатаційної роботи на прикладі конкретної залізничної станції, з подальшою можливістю застосування даної методики на інших станціях, що дозволить підвищити конкурентоздатність залізничного транспорту та оптимізує перевізний процес.

Виклад основного матеріалу. Організація вагонопотоків у поїзда і направлення їх відповідно до плану формування повинні забезпечувати стабільність залізниць на ринку транспортних послуг, мінімальні витрати на перевезення, дотримання термінів доставки вантажів, а також запити вантажовідправників і вантажоодержувачів.

В Інструктивних вказівках з організації вагонопотоків на залізницях України надається:

1) система інформаційного забезпечення, тобто способи отримання і вибору направлення прямування планових вагонопотоків у комплексі завдань КСЕОД;

2) розрахункові нормативи, що відповідають принципу підвищення транзитності вагонопотоків, раціональному використанню сортувальних станцій з урахуванням їхнього технічного оснащення та завантаження;

3) методика розробки плану відправницької маршрутизації з місць завантаження і календарного планування навантаження вантажів, що не підлягають маршрутизації;

-
- 4) методика розрахунку плану формування одноступінних поїздів для окремих напрямлень вагонопотоків і мережі в цілому;
 - 5) методика оцінки вибору варіантів організації розвозу місцевих вагонопотоків;
 - 6) аналіз і методи оперативного корегування плану формування поїздів та заходи щодо його виконання;
 - 7) методика оцінки впливу організації вагонопотоків на загальні показники роботи залізничного транспорту.

Рациональний план формування поїздів повинен забезпечувати концентрацію сортувальної роботи на станціях, найбільш технічно оснащених, зменшувати тривалість знаходження вагонів на технічних і вантажних станціях, підвищувати ступінь використання технічних засобів транспорту.

Правильна організація вагонопотоків є одним із головних завдань експлуатаційної роботи залізничного транспорту.

Основним критерієм оцінки системи організації вагонопотоків є:

- 1) забезпечення плану перевезень;
- 2) прискорення обігу вагонів;
- 3) підвищення транзитності вагонопотоків;
- 4) інтенсифікація сортувальної роботи;
- 5) зниження експлуатаційних витрат і собівартості перевезень;
- 6) підвищення рівня продуктивності праці.

Оптимізація системи організації вагонопотоків передбачає:

- 1) підвищення транзитності вагонопотоків на сортувальних станціях і зменшення кількості переробок вагонів на шляху прямування;
- 2) прискорення доставки вантажів і просування порожніх вагонів у пункти навантаження;
- 3) зростання продуктивності вагонів;
- 4) ефективне використання поїзних локомотивів та локомотивних бригад;
- 5) інтенсивне використання маневрових локомотивів, сортувальних пристроїв і колійного розвитку станцій;
- 6) збільшення доходів і зниження собівартості перевезень.

Організація вагонопотоків у поїзди здійснюється за планом формування, який визначає категорію і призначення (тобто станції розформування) поїздів і груп вагонів, що формуються станціями.

Вантажні поїзди класифікують за:

- 1) умовами формування;
- 2) прямування до станцій призначення;
- 3) дальністю прямуванням і швидкістю руху;
- 4) станом включених до них вагонів;
- 5) кількістю груп вагонів у составі.

За умовами формування вантажні поїзди розподіляють на:

- 1) маршрути, організовані з місць навантаження, у тому числі – прямі, із вагонів, завантажених одним вантажовідправником на одну станцію призначення (перевалки) на адресу одного (або декількох) вантажодержувачів;
- 2) маршрути призначенням на станцію розпилення згідно з планом формування;
- 3) маршрути призначенням на пункти (станції) розпилення, де здійснюється переадресування вагонів по станціях вивантаження і вантажовідправниках у межах зони, що обслуговується цією станцією;
- 4) маршрути на вхідні розподільчі станції;
- 5) поїзди, що формуються на сортувальних, дільничних і вантажних станціях (без участі вантажовідправників).

За умовами курсування:

- 1) кільцеві – з постійними составами, які після вивантаження повертаються на ту ж станцію або дирекцію залізничних перевезень під повторне навантаження;
- 2) технологічні, які курсують за встановленими нитками графіка руху поїздів між підприємствами-відправниками і одержувачами з технологічними процесами, що вимагають регулярної (ритмічної) доставки вантажів;
- 3) технічні, які сформовані на сортувальних станціях призначенням на одну станцію або у розпилення.

За умовами прямування до станцій призначення поїзди розподіляють на:

- 1) наскрізні – що проходять без переробки одну чи декілька дільничних або сортувальних станцій;
- 2) дільничні – що прямують без переформування на одній ділянці;
- 3) збірні – для розвезення і збирання вагонів на проміжних станціях дільниці.

Збірні поїзди формуються з підбиранням вагонів по станціях дільниць. Схема їхнього формування і порядок роботи на проміжних станціях встановлюється начальником служби перевезень із урахуванням мінімальних витрат на маневрову роботу на проміжних станціях і диференційних вагових норм, встановлених на перегонах. У випадках збільшення вагонопотоку на відправлення його в збірних поїздах дозволяється формувати дільничні поїзди із вагонів, що відповідають призначенню збірного поїзда.

Різновидностями збірних поїздів є:

- 1) зонні – з роботою на частині проміжних станцій однієї ділянки;
- 2) подовжені – з роботою на проміжних станціях двох суміжних ділянок;
- 3) збірно-дільничні – що прямують через декілька ділянок, із роботою на проміжних станціях окремих ділянок, а також ті, що прямують транзитом через інші ділянки.

Збірні роздавальні вагони для приймання і видачі дрібних відправок на проміжних станціях ставляться у збірні поїзди окремою групою. Навантаження і вивантаження цих вагонів на станціях ділянки, як правило, проводиться у межах часу стоянки збірного поїзда;

4) вивізні – що прямують із сортувальних і дільничних станцій до окремих проміжних (вантажних) станцій ділянки, що прилягає, і в зворотному напрямку – з окремих проміжних станцій до найближчої сортувальної або дільничної станції;

5) передаточні – що прямують між станціями, які входять до одного вузла і обслуговуються парком спеціальних передаточних локомотивів;

6) диспетчерські локомотиви – що призначаються у разі незначного вивантаження і навантаження на проміжних станціях ділянки в доповнення до збірних поїздів.

За дальністю прямування і швидкістю руху вантажні поїзди можуть бути прискореними з підвищеною маршрутною швидкістю, серед яких контейнерні та контрейлерні поїзди.

За станом включених вагонів поїзди розподіляються на:

- 1) вантажні із завантажених вагонів;
- 2) вантажні із порожніх – окремо за родом рухомого складу, а цистерн - за видами наливу;
- 3) комбіновані – із завантажених і порожніх вагонів.

За кількістю груп вагонів у складі поїзди розподіляються на:

- 1) одноступінні – на одну станцію призначення (вивантаження або розформування);
- 2) групові – із двох або більше підібраних груп вагонів на різні станції призначення.

Кількість груп і порядок їх розташування у складі встановлюється планом формування вантажних поїздів.

Поїзди формуються із вагонів визначених призначень і встановлених норм маси та довжини состава. Залежно від категорії і призначення поїздів для них встановлюються норми маси і довжини:

- 1) уніфіковані – для пропуску наскрізних поїздів без перелому маси і довжини на всьому напрямку;
- 2) паралельні (підвищені або понижені) – для пропуску без переломів маси і довжини відправницьких маршрутів, прискорених поїздів визначених призначень;
- 3) дільничні – які встановлюються за потужністю локомотива для даної дільниці.

Маса і довжина відправницьких маршрутів та спеціалізованих поїздів встановлюється:

- 1) внутрішньозалізничних призначень – начальником залізниці;
- 2) внутрішньодержавних призначень – Укрзалізницею;
- 3) міждержавних призначень – Дирекцією Ради по залізничному транспорту за узгодженням із причетними залізничними адміністраціями.

Вивізні, передатні, дільничні поїзди формують за масою і довжиною у межах мінімальних і максимальних значень норм, що встановлюються наказом начальника залізниці.

Поповнення (зменшення) до вагової норми встановленої графіком руху поїздів відправницьких маршрутів і наскрізних поїздів у пунктах перелому маси і довжини здійснюється згідно з призначенням поїзда, а за відсутності таких вагонів – вагонами по плану формування поїздів, встановленому для даної станції.

Поповнення маршрутів із порожніх вагонів здійснюється порожніми вагонами відповідного роду рухомого складу.

Для повного використання дільничних вагових норм транзитні поїзди в межах однієї залізниці можуть поповнюватися однією групою вагонів із дільничним вантажем. Відчеплення і причеплення цих вагонів має виконуватись упродовж стоянки поїзда за графіком.

Порядок формування і пропуску транзитних поїздів підвищеної маси і довжини, що прямують через дві і більше залізниць встановлюється у графіку руху або передбачається при змінно-добовому плануванні роботи за узгодженням між сусідніми залізницями.

Відчеплені від наскрізних поїздів і відправницьких маршрутів вагони з комерційними і технічними несправностями після усунення несправностей, а також вагони, які відчеплені через зменшення маси і довжини, відправляються в поїздах згідно з планом формування станції, яка відчепила вагони.

Основними вихідними матеріалами для розробки плану формування поїздів є:

- 1) план перевезень вантажів у формі таблиці-шахматки кореспонденцій вагонопотоків;
 - 2) норми маси та довжини поїздів, що встановлюються на період дії графіку руху та плану формування поїздів;
 - 3) схема дільниць обертання локомотивів і роботи локомотивних бригад;
 - 4) витрати палива (електроенергії) на пересування вантажних, (завантажених і порожніх) вагонів та одиночних локомотивів, час ходу транзитних поїздів;
-

5) дані щодо технічного розвитку станції (сортувальні та приймально-відправні колії, взаємне розташування парків, пристрої СЦБ та зв'язку на станціях, прилеглих ділянках, гірки, витяжні коли, серії маневрових та поїзних локомотивів, місткість навантажувально-розвантажувальних фронтів і інше);

6) рівень пропускної та переробної спроможності, завантаження сортувальних колій, показники роботи станцій (часу знаходження вагонів під різними операціями, фактична переробка, коефіцієнт транзитності, кутові потоки і інше);

7) технологічний процес роботи станції і під'їзних колій;

8) аналіз діючого плану формування поїздів.

Метою аналізу є:

1) виявлення недоліків діючого плану;

2) невідповідності окремих призначень сформованих поїздів розмірам вагонопотоків;

3) диспропорції у завантаженні й використанні переробної спроможності станцій;

4) причини допущених порушень плану формування та порядку направлення вагонопотоків і інше;

5) підготовка пропозицій до нового плану формування вантажних поїздів.

План формування поїздів розробляється і затверджується:

1) внутрішньодержавних призначень – Укрзалізницею з урахуванням пропозицій залізниць України і затверджується генеральним директором Укрзалізниці або його заступником;

2) внутрішньозалізничних призначень – залізницею і затверджується начальником залізниці або його заступником.

План формування поїздів розробляється у такому порядку:

1) уточняється та коректується нормативно-довідкова інформація;

2) визначаються планові вантажні вагонопотоки у вигляді кореспонденцій між прийнятими для розрахунків станціями і міжзалізничними стиковими пунктами з виділенням потоків, які прямують відправницькими маршрутами; встановлюється порядок напрямку вантажних вагонопотоків;

3) розробляються планові обсяги порожніх вагонопотоків за родом рухомого складу та схеми їхнього прямування;

4) розглядаються та затверджуються нормативи:

5) середній состав поїзда у вагонах, «*m*»;

6) параметри накопичення «*c*» за призначеннями;

7) норми економії у приведених вагоно-годинах від прослідування вагона без переробки «*Тек*»;

8) кількість сортувальних колій, на яких накопичуються состави;

9) технічно-раціональні рівні завантаження сортувальних гірок та інших пристроїв;

10) встановлюється напрямок формування поїздів із порожніх вагонів за родом рухомого складу;

11) складається план формування прискорених поїздів міжзалізничного призначення;

12) розраховується оптимальний варіант розподілу вантажних вагонопотоків з урахуванням напрямку прямування вагонопотоків та встановлених обмежень (за кількістю колій, переробній спроможності станцій);

13) аналізуються показники нового плану формування поїздів.

Критерієм для оцінки плану формування поїздів є витрати, виражені в приведених вагоно-годинах.

У загальному виді умови вигідності виділення вагонопотоку *N* в окреме одноступеневе призначення характеризується таким:

$$nT_{ек}c_{ек} \geq c_{те_{ваг-год}}, \quad (1)$$

де *n* – середньодобовий вагонопотік, вагони;

*T*_{ек} – загальна приведена економія часу на 1 вагон при пропуску його без переробки, год;

*t*_{ек^{лок}} – економія витрат на 1 вагоно-години грн;

*t*_{ек^{бр}} – параметр накопичення;

m – число вагонів у групі, ваг;

еваг-год – економія витрат на 1 вагоно-годину, грн.

Загальна приведена економія часу на 1 вагон вагонопотоку *n* визначається за формулою:

$$T_{ек} = t_{ек} + t_{ек}^{лок} + t_{ек}^{бр}, \quad (2)$$

де *t*_{ек} – економія часу від скорочення простою 1 вагона без переробки, год;

*t*_{ек^{лок}} – економія часу від скорочення простою 1 локомотива, год;

*t*_{ек^{бр}} – економія часу від скорочення тривалості роботи 1 локомотивної бригади, год.

Економію витрат на 1 вагоно-годину визначаємо за формулою:

$$c_{ек} = t_{ек}e_{ваг-год} + t_{ек}^{лок}e_{лок-год} + t_{ек}^{бр}e_{бр-год}, \quad (3)$$

де *e*_{ваг-год} – економія вартості вагоно-години, грн;

*e*_{лок-год} – економія вартості локомотиво-години, грн;

*e*_{бр-год} – економія вартості бригадо-години, грн.

Нормативи, згідно з якими розраховується план формування поїздів для станцій, визначаються залізицями на основі даних про технічний розвиток та технології роботи станцій і затверджується Головним управлінням перевезень.

Витрати на просування вагонопотоків на конкретній ділянці визначають сумою витратних показників, розрахованих на 1 вагон.

При визначенні техніко-економічних показників на конкретному напрямку необхідно врахувати відповідні показники по технічних станціях.

При оперативному регулюванні вагонопотоків, які залежать від розмірів руху, експлуатаційні витрати на формування та переформування поїздів визначаються окремо по транзитних вагонах із переробкою, без переробки та місцевих вагонах. Сумарні витрати по станціях E_n розраховуються у відповідності до схеми поїздопотоків:

$$E_n = e_n + e_{\delta/n} + e_{\gamma/n}, \quad (4)$$

де e_n – витрати на накопичення та формування поїздів віднесені на 1 вагон, грн;

$e_{\delta/n}$ – витрати, пов'язані із проведенням операцій з вагонами транзитними без переробки, віднесені на 1 вагон, грн;

$e_{\gamma/n}$ – витрати, пов'язані із проведенням операцій з вагонами транзитними з переробкою, віднесені на 1 вагон, грн.

Витрати на один вагон, який знаходиться під накопиченням, e_n розраховують для конкретних струменів (кореспонденцій):

$$e_n = e_{\text{ваг-год}} t_{\text{нак}} + \frac{e_m t_m}{m}, \quad (5)$$

де $e_{\text{ваг-год}}$ – одинична витратна ставка на 1 ваг-годину, грн;

$t_{\text{нак}}$ – середній час простою одного вагона під накопиченням, год;

e_m – витратна ставка на 1 маневрову лок-годину, грн;

t_m – середній час роботи маневрових локомотивів при формуванні або розформуванні одного состава, год;

m – середній состав поїзда, ваг.

Витрати на один транзитний вагон без переробки $e_{\delta/n}$ розраховуються за формулою:

$$e_{\delta/n} = e_{\text{ваг-год}} t_{\text{тр}}^{\delta/n} + e_{\text{тр}}^{\delta/n}, \quad (6)$$

де $t_{\text{тр}}^{\delta/n}$ – середній час простою транзитного вагона без переробки на одній технічній станції, год;

$e_{\text{тр}}^{\delta/n}$ – витратна ставка на 1 транзитний вагон без переробки, грн.

Витрати на один вагон з переробкою $e_{\gamma/n}$ розраховують за формулою:

$$e_{\gamma/n} = e_{\text{ваг-год}} t_{\text{тр}}^{\gamma/n} + e_m \frac{t_p}{m_p} + e_d, \quad (7)$$

де $t_{\text{тр}}^{\gamma/n}$ – середній простій одного транзитного вагона з переробкою на станції, год;

e_m – витратна ставка на 1 маневрову лок-годину, грн;

t_{\square} – середній час, який витрачається маневровим локомотивом на переформування однієї групи вагонів, год;

m_{\square} – кількість вагонів у групі, ваг;

e_d – витратна ставка на один транзитний вагон по додатковому обслуговуванню окремих видів перевезень (льодопостачання, заправка водою і т.і.), грн.

Значення нормативів t_p , t_m визначають за технологічним процесом роботи станції.

Параметр накопичення c для наскрізних та дільничних одногрупних поїздів із завантажених вагонів визначається у залежності від кількості призначень поїздів (у тому числі з порожніх вагонів), які формують станції за діючим планом у даному напрямку руху, та від потужності вагонопотоків за призначеннями.

На двосторонніх станціях до розрахунку беруться призначення по кожній сортувальній системі окремо. На односторонніх станціях для розрахунку параметра накопичення c за направленнями кількість призначень для кожного з них беруть у залежності від кількості ділянок, що примикають до станції.

Коли потрібно визначити параметр накопичення для окремих призначень, враховують його залежність від потужності вагонопотоку і низки інших факторів.

Параметр накопичення порожніх маршрутів для вантажних станцій визначається в залежності від співвідношення обсягів навантаження та вивантаження.

Параметр c_n для сортувальних та дільничних станцій визначається у залежності від співвідношення $n_{\text{пор}}$, що підлягає маршрутизації та загального порожнього вагонопотоку (визначеного роду) $n_{\text{пор}}^{\text{заг}}$. Загальний порожній вагонопотік складається із вагонів, що прибули на станцію та вивантажилися. Вагонопотік, що підлягає маршрутизації, визначається як різниця загального порожнього вагонопотоку і вагонопотоку, який використовується під навантаження. У цьому випадку:

$$n_{\text{нав}} = n_{\text{пор}}^{\text{заг}} - n_{\text{пор}}, \text{ а } n_{\text{вив}} = n_{\text{пор}}^{\text{заг}}, \quad (8)$$

Для збірних, вивізних, передатних поїздів, які мають фіксований час відправлення зі станції їх формування, добові витрати вагоно-годин на накопичення составів одного призначення визначаються за формулою:

$$B = t_n^{36} n_{36}, \quad (9)$$

де t_n^{36} – середній простій під накопиченням одного вагона, який включається до складу збірної поїзда, год;
 n_{36} – середньодобова величина вагонопотоку, який відправляється зі станції формування збірної поїзда.

Норму t_n^{36} встановлюють для кожної сортувальної або дільничної станції окремо за напрямками, що примикають, залежно від технічного оснащення та технології роботи і зазначаються у технологічному процесі роботи станції.

При детальних розрахунках, які пов'язані з визначенням часу простою вагонів окремих призначень під накопиченням, використовується формула:

$$c = 12 \left(1 - \beta \frac{m_{\text{ван}}}{m_{\text{відпр}}^{\text{ф}}} \right), \quad (10)$$

де β – коефіцієнт, який залежить від допустимого коливання розміру составів Δm , які відправляються;

$m_{\text{ван}}$ – середня величина групи накопичення составів даного призначення, ваг;

$m_{\text{відпр}}^{\text{ф}}$ – середня величина состава, який відправляється, ваг.

Середня величина групи накопичення составів визначається за формулою:

$$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}, \quad (11)$$

де $m_{\text{пр}}$ – середня величина состава, що прибуває на станцію, ваг;

n_i – середньодобовий вагонопотік призначення, ваг;

k – кількість призначень в сортувальній системі, з урахуванням місцевих призначень.

Величина $m_{\text{ван}}$ може також визначатися за натурним спостереженням. Величина витрат на накопичення составів збірних поїздів, тобто норматив t_n^{36} віднаходиться моделюванням процесу накопичення. Тому простій вагона збірної поїзда під накопиченням розраховується до моменту «початок формування збірної поїзда».

Значення коефіцієнта β при різних Δm приймається рівним:

$\Delta m, \%$	2	4	6	8	10
β	0,4	0,7	0,9	1,1	1,2

Вагоно-години простою вагонів для накопичення одного состава S_n визначаються за даними добового план-графіка роботи станції або за формулою:

$$S_n = \frac{1}{2} \frac{24m}{n_i} m = \frac{12m^2}{n_i}, \quad (12)$$

де m – середня кількість вагонів у составі, ваг;

n_i – добовий вагонопотік і-призначення, ваг.

Вагоно-години простою вагонів для накопичення всіх составів $B_{\text{нак}}$ може визначатися за формулою:

$$B_{\text{нак}} = S_n \frac{n_i}{m} = 12(m - m_{\text{зал}}), \quad (13)$$

де $m_{\text{зал}}$ – кількість вагонів, яка залишається на колії після закінчення накопичення состава, ваг.

Тоді параметр накопичення вагонів і-призначення c визначиться як частка від ділення вагоно-години простою вагонів під накопиченням всіх составів даного призначення $B_{\text{нак}}$ на середню кількість вагонів у составі m , а саме:

$$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m} = \frac{12(m - m_{\text{зал}})}{m}, \quad (14)$$

Середній простій одного вагона під накопиченням визначається як частка від ділення вагоно-години простою вагонів під накопиченням всіх составів і-призначення $B_{\text{нак}}$ на добовий вагонопотік n_i , а саме:

$$t_{\text{нак}} = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}, \quad (15)$$

Дані розрахунків наведені в таблиці 1.

Розрахунок нормативів плану формування поїздів

Номер призначення	Наймування призначень плану формування	Потужність вагонопотоку	Кількість вагонів у составі	Ваг-год накопичення	Параметр накопичення	Середній простій під накопиченням	Середня величина групи накопичення
		N_i	m	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зап}})$	$c = \frac{12(m - m_{\text{зап}})}{m}$	$t_n = \frac{B_{\text{нак}}}{N_i}$	$m_{\text{зап}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{N_i}}{(3,1 + 0,014N_i)k}$
1	Л+Х	65	57	600,0	10,5	9,2	7
2	Я	128	57	588,0	10,3	4,6	8
3	КР	29	57	624,0	10,9	21,5	5
4	НДВ	160	57	588,0	10,3	3,7	8
5	3-2+П+Б	44	57	612,0	10,7	13,9	6
6	3-1	29	57	624,0	10,9	21,5	5
7	М+Ф	22	57	624,0	10,9	28,4	5
8	КХ+Е	52	57	612,0	10,7	11,8	6
9	А	76	57	600,0	10,5	7,9	7
10	Дж	130	57	588,0	10,3	4,5	8
11	Н	53	57	612,0	10,7	11,5	6
12	М+Мр	9	57	648,0	11,4	72,0	3
ВСЬОГО		797	57	600,0	10,5	0,8	7

Норма економії часу $t_{\text{ек}}$ встановлюється в цілому для кожної сортувальної, дільничної і вантажної станції, а для двосторонньої сортувальної станції – окремо для кожної системи.

При розрахунку плану формування поїздів для існуючих станцій, який використовує перемінні (в залежності від обсягів переробки) величини нормативів $t_{\text{ек}}$, норма економії часу на один вагон, який виділяється в окреме призначення вагонопотоку N , визначається за формулою:

$$t_{\text{ек}} = \frac{n_i' t_{\text{ек}}' - n_i'' t_{\text{ек}}''}{n_i}, \quad (16)$$

де n_i' , n_i'' – обсяги переробки на розглянутій станції відповідно до і після виділення на попередній станції у окреме транзитне призначення вагонопотоку, ваг;

$t_{\text{ек}}'$, $t_{\text{ек}}''$ – різниця часу знаходження на станції вагона з переробкою (включаючи час на накопичення) і без переробки відповідно при n_i' і n_i'' (з урахуванням всіх перероблених сортувальними гірками за добу вагонів, у тому числі місцевих, кутових та інших), год;

n_i – добовий вагонопотік і-призначення, $n_i = n_i' - n_i''$, ваг.

У загальному вигляді $t_{\text{ек}}$ визначається за формулою:

$$t_{\text{ек}} = (t_{\text{тр}}^{3/п} - t_{\text{нак}}) - t_{\text{тр}}^{6/п}, \quad (17)$$

де $t_{\text{тр}}^{3/п}$ – простій вагона транзитного з переробкою, год;

$t_{\text{тр}}^{6/п}$ – простій вагона транзитного без переробки, год.

Необхідний для визначення $t_{\text{ек}}$ середній час знаходження на станції транзитного вагона з переробкою розраховується за формулою:

$$t_{\text{тр}}^{3/п} = t_{\text{тех}}^{\text{пр}} + t_{\text{розф}}^{\text{оч}} + t_{\text{розф}} + t_{\text{нак}} + t_{\text{тех}}^{\text{відпр}} + t_{\text{відпр}}^{\text{оч}}, \quad (18)$$

де $t_{\text{тех}}^{\text{пр}}$, $t_{\text{тех}}^{\text{відпр}}$ – технічна норма обробки состава відповідно по прибуттю та відправленню, год;

$t_{\text{розф}}^{\text{оч}}$ – час очікування розформування-формування состава, год;

$t_{\text{розф}}$ – тривалість розформування-формування состава, год;

$t_{\text{відпр}}^{\text{оч}}$ – час очікування відправлення сформованого состава, год.

Значення норми економії часу $t_{ек}$ для аналітичних методів розрахунку плану формування поїздів наведено у таблицю 2.

Таблиця 2

Норми економії часу для аналітичних методів розрахунку плану формування поїздів

Кількість локомотивів при формуванні	$t_{ек}$, год, при гірковому технологічному інтервалі, хв, рівному								
	6	8	10	12	14	16	18	20	22
1	-	-	-	-	-	3,8	4,0	4,2	4,4
2	-	-	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8
3	-	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7
4	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	-
5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2	-	-

Розрахунок норми економії часу простою на 1 вагон, який проходить станцію без переробки приведений в таблиці 3.

Потужності струменів вагонопотоку безпосередньо впливають на розміри руху поїздів на прилеглих до станції дільницях, коливання нерівномірності вхідного потоку у бік його збільшення постійно потребує більшої кількості приймально-відправних колій, а при зменшенні – меншої їх кількості.

Для конструктивних розрахунків під час досліджень можна скористуватися формулами, які дозволяють визначити кількість приймально-відправних колій для транзитних поїздів $m_{т п-в}^{тр}$ та кількість приймально-відправних колій для розбірних поїздів $m_{т п-в}^{рзб}$ у парку сортувальної станції, а саме:

$$m_{т п-в}^{тр} = \alpha_{т п-в}^{тр} \frac{n_i^{тр6/п}}{m_c} + m_{дод}, \quad (19)$$

де $n_i^{тр6/п}$ – кількість транзитних вагонів без переробки, що надходить на станцію протягом доби, ваг;

m_c – кількість вагонів у складі вантажного поїзда, що передбачена графіком руху, ваг;

$\alpha_{т п-в}^{тр}$ – коефіцієнт, який враховує питому потребу колій на 1 поїзд по прибуттю, колій/1поїзд;

$m_{дод}$ – кількість додаткових колій (ходових, від примикання додаткового підходу та інше).

Таблиця 3

Розрахунок норми економії часу простою на 1 вагон, який проходить станцію без переробки

Складові розрахунку		Результати розрахунку					
Вихідний вагонопотік	N_i	1308	1439	1583	1741	1915	2107
Частка вагонів, що пропускаються з переробкою	γ'_N	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Вагони, які пропускаються з переробкою	N'_i	1177	1295	1425	1567	1724	1896
Вагони, які пропускаються без переробки	N''_i	131	144	158	174	192	211
Простій транзитного вагона з переробкою	$t_{тр}^{3/п}$	12,80	14,46	14,31	14,16	14,01	13,71
Простій вагона під накопиченням	t_i	8,50	9,60	9,50	9,40	9,30	9,10
Простій транзитного вагона без переробки	$t_{тр}^{6/п}$	1,36	1,09	0,84	0,57	0,31	0,05
Різниця часу знаходження на станції транзитних з переробкою та без переробки вагонів	$t_{ек} = (t_{тр}^{3/п} - t_{тр}^{6/п})$	2,94	3,77	3,97	4,19	4,40	4,56
	$t_{ек} = \frac{N'_i t'_{ек} - N''_i t''_{ек}}{N_i}$	2,51	3,28	3,49	3,71	3,93	4,10

Кількість додаткових колій $m_{\text{лод}}$ збільшується за таких умов:

- 1) якщо сумарні добові розміри пасажирського руху на прилеглих лініях становить на однокільних лініях 5 і більше, на двокільних – 25 і більше поїздів, то кількість колій збільшується на одну;
- 2) якщо до парку примикає більше однієї лінії I – III категорії, то потрібна кількість колій збільшується на кількість додаткових підходів;
- 3) при зміні локомотивів у транзитних поїздах, кількість колій збільшується на одну;
- 4) якщо технологією роботи передбачено пропуск маневрових локомотивів під состави розбірних поїздів, поїзних локомотивів – з депо під состави транзитних поїздів та в депо, кількість колій збільшується на одну;
- 5) необхідність відхилення від числа колій повинна бути обґрунтована техніко-економічними розрахунками.

Число колій у сортувальному парку необхідно визначати від потужності вхідного потоку $N_i^{\text{трз/п}}$ та середньої кількості вагонів $m_{\text{від}}$, яка відправляється (виставляється в парк відправлення) з однієї колії протягом доби ($m_{\text{від}}=200-250$ ваг/добу).

На сортувальних станціях, на яких за технологією передбачено виставку готових составів у парк відправлення, кількість колій у сортувальному парку $m_{\text{СП}}$ може бути визначена за формулою:

$$m_{\text{СП}} = \frac{n_i^{\text{трз/п}}}{m_{\text{від}}} + m_{\text{лод}}, \quad (20)$$

де $m_{\text{від}}$ – кількості вагонів, яка відправляється (виставляється в парк відправлення) з однієї колії протягом доби ($m_{\text{від}}=200-250$ ваг/добу);

$m_{\text{лод}}$ – кількість додаткових колій для формування багатогрупних поїздів, для накопичення несправних, затриманих вагонів, вагонів з небезпечними вантажами, тощо, $m_{\text{лод}}=8,4$.

Для сортувальних станцій, на яких за технологією роботи передбачено відправлення поїздів з колій сортувально-відправного парку, кількість колій у парку $m_{\text{СВП}}$ може бути визначена за формулою:

$$m_{\text{СВП}} = 0,31 \frac{n_i^{\text{трз/п}}}{m_{\text{сф}}} + m_{\text{лод}}, \quad (21)$$

де $m_{\text{сф}}$ – кількості вагонів у составі поїзда свого формування, $m_{\text{сф}} = m_{\text{с}}$.

Якщо технологією роботи сортувальної станції передбачено часткове відправлення поїздів свого формування безпосередньо з сортувально-відправних колій, а інша їх частка переставляється на колії парку відправлення або приймально-відправного парку (див. рис. 1), необхідно користуватися наступною формулою:

$$m_{\text{СВП}} = 0,31 \frac{n_i^{\text{трз/п}}}{m_{\text{сф}}} + \frac{n_i^{\text{трз/п}}}{m_{\text{від}}} + m_{\text{лод}}, \quad (22)$$

де $m_{\text{сф}}$ – кількості вагонів у составі поїзда свого формування, $m_{\text{сф}} = m_{\text{с}}$;

$m_{\text{від}}$ – кількості вагонів, яка виставляється в парк відправлення з однієї колії протягом доби ($m_{\text{від}}=200-250$ ваг/добу);

$n_i^{\text{трз/п}}$ – кількість транзитних вагонів з переробкою, яка включена до складу поїздів свого формування і має бути відправлено безпосередньо з колій сортувального парку, ваг;

$n_i^{\text{трз/п}}$ – кількість транзитних вагонів з переробкою, яка включена до складу поїздів свого формування і має бути переставлена із сортувального парку в парк відправлення (приймально-відправний парк), ваг;

$m_{\text{лод}}$ – кількість додаткових колій для формування багатогрупних поїздів, для накопичення несправних, затриманих вагонів, вагонів з небезпечними вантажами, тощо, $m_{\text{лод}} = 8,4$.

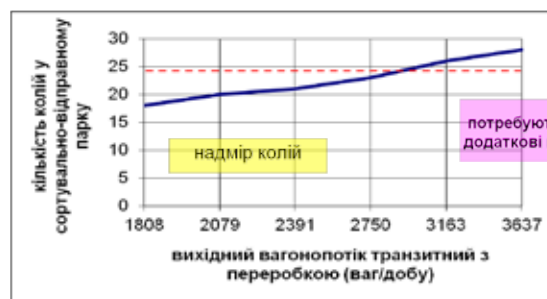


Рис. 1. Графік залежності між вихідним вагонопотоком та числом колій у сортувально-відправному парку

Загальна кількість призначень плану формування поїздів для непарної системи станції складає 20 призначень, кількість колій сортувально-відправного парку – 31, з яких 21 колія виділена для накопичення поїздів свого формування. Отже, кількість колій є достатньою.

До основних нормативів плану формування поїздів відносять такі показники:

$$\text{параметр накопичення } c = \frac{B_{\text{нак}}}{m};$$

$$\text{середня величина групи накопичення составів } m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k};$$

а. вагоно-години простою вагонів для накопичення всіх составів

$$B_{\text{нак}} = S_n \frac{n_i}{m} = 12(m - m_{\text{зал}});$$

$$\text{середній простій одного вагона під накопиченням } t_n = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i};$$

$$\text{норма економії часу на один вагон, який виділяється в окреме призначення } t_{\text{ек}} = \frac{N_i/t'_{\text{ек}} - N_i''/t''_{\text{ек}}}{N_i}.$$

Зазначені показники розраховуємо для кожного конкретного призначення вагонопотоку, передбаченого планом формування станції.

$$c = 12 \left(1 - B \frac{m_{\text{ван}}}{m_{\text{відпр}}} \right), t_{\text{нак}} = \frac{kcm}{N_i}, B_{\text{нак}} = t_{\text{нак}} m, \quad (23)$$

Дані розрахунків призначенню В+Б наведені в таблиці 4. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню В+Б наведені на рисунку 2.

Дані розрахунків призначенню Н+НП наведені в таблиці 5. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню Н+НП наведені на рисунку 3.

Дані розрахунків призначенню ДК+ГР наведені в таблиці 6. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню ДК+ГР наведені на рисунку 4.

Дані розрахунків призначенню ОБ+ДВ наведені в таблиці 7. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню ОБ+ДВ наведені на рисунку 5.

Дані розрахунків призначенню КД+П наведені в таблиці 8. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню КД+П наведені на рисунку 6.

Дані розрахунків призначенню ДГЗ наведені в таблиці 9. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню ДГЗ наведені на рисунку 7.

Дані розрахунків призначенню КРС наведені в таблиці 10. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню КРС наведені на рисунку 8.

Дані розрахунків по призначенню КХЗ наведені в таблиці 11. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню КХЗ наведені на рисунку 9.

Таблиця 4

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями В+Б

Найменування призначення	1	В+Б							
		2	3						
1	n_i	150	180	216	260	312	375	450	540
Потужність вагонопотоку	n_i	150	180	216	260	312	375	450	540
Кількість вагонів у составі	53	53	53	53	53	53	53		
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	9	10	11	12	13	14	15	17

1	2	3							
Вагоно-години накопичення									
528,0	516,0	504,0	492,0	480,0	468,0	456,0	432,0		
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	10	9,7	9,5	9,3	9,1	8,8	8,6	8,2
Середній час простою під накопиченням									
3,5	2,9	2,3	1,9	1,5	1,2	1,0	0,8		
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20

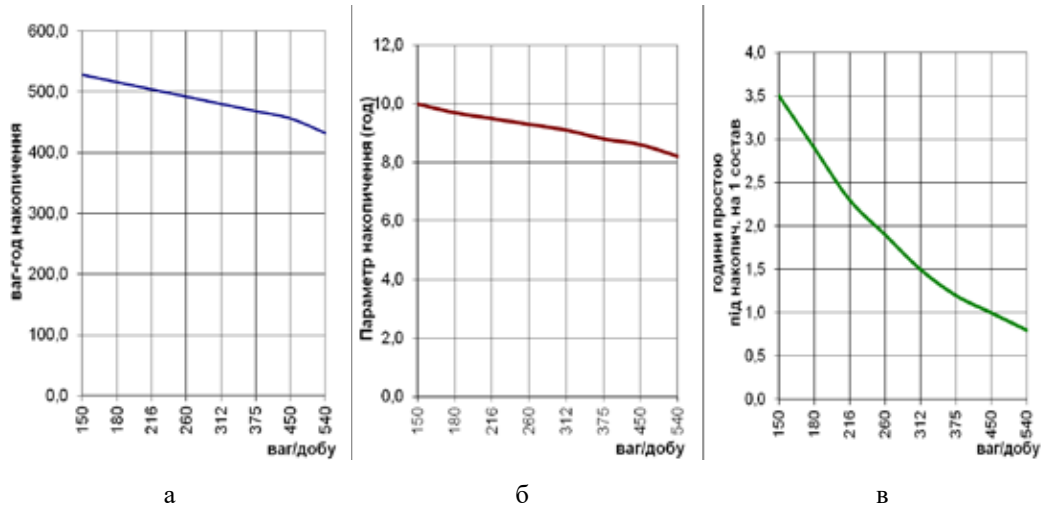
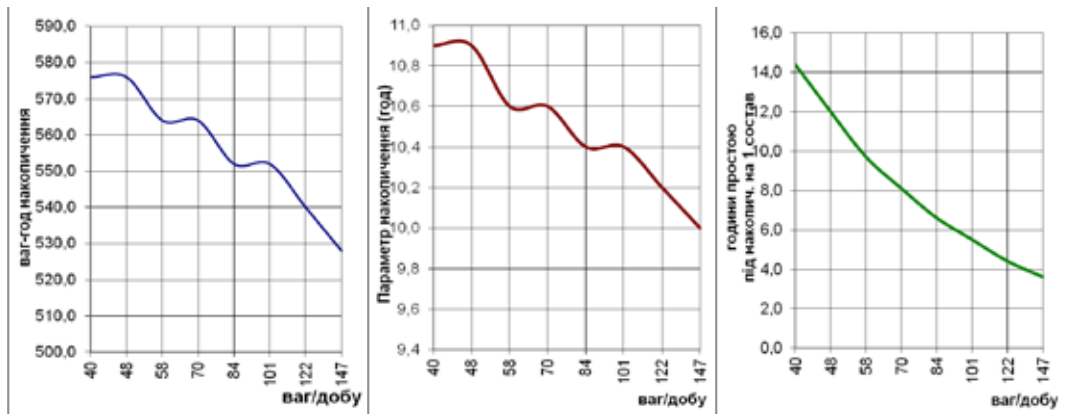


Рис. 2. Графіки залежностей по призначенню В+Б: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Таблиця 5

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями Н+П

Найменування призначення	2	Н+П							
Потужність вагонопотоку	n_i	40	48	58	70	84	101	122	147
Кількість вагонів у составі	m	53	53	53	53	53	53	53	53
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	5	5	6	6	7	7	8	9
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	576,0	576,0	564,0	564,0	552,0	552,0	540,0	528,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	10,9	10,9	10,6	10,6	10,4	10,4	10,2	10
Середній час простою під накопиченням	$t_n = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	14,4	12,0	9,7	8,1	6,6	5,5	4,4	3,6
Кількість призначень		20	20	20	20	20	20	20	20



а

б

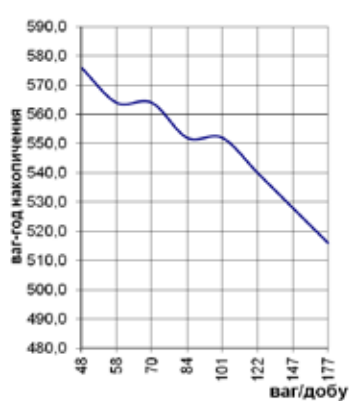
в

Рис. 3. Графіки залежностей по призначенню Н+П: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

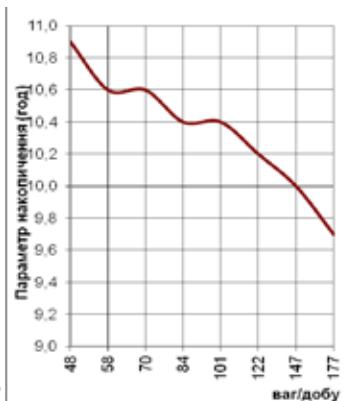
Таблиця 6

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями ДК+ГР

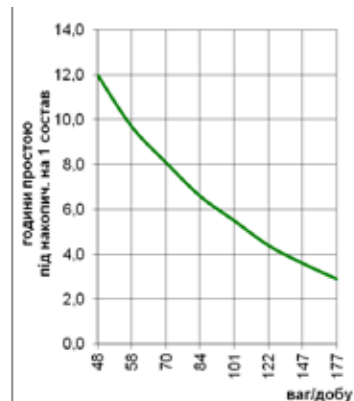
Найменування призначення	3	ДК+ГР							
		48	58	70	84	101	122	147	177
Потужність вагонопотоку	n_i	48	58	70	84	101	122	147	177
Кількість вагонів у составі	m	53	53	53	53	53	53	53	53
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	5	6	6	7	7	8	9	10
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	576,0	564,0	564,0	552,0	552,0	540,0	528,0	516,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	10,9	10,6	10,6	10,4	10,4	10,2	10	9,7
Середній час простою під накопиченням	$t_n = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	12,0	9,7	8,1	6,6	5,5	4,4	3,6	2,9
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20



а



б



в

Рис. 4. Графіки залежностей по призначенню ДК+ГР: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Таблиця 7

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями ОБ+ДВ

Найменування призначення	4	ОБ+ДВ							
		25	30	36	44	53	64	77	93
Потужність вагонопотоку		25	30	36	44	53	64	77	93
Кількість вагонів у составі	m	53	53	53	53	53	53	53	53
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	4	4	5	5	6	6	7	7
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	588,0	588,0	576,0	576,0	564,0	564,0	552,0	552,0
Параметр накопичення	$t_{\text{н}} = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	11,1	11,1	10,9	10,9	10,6	10,6	10,4	10,4
Середній час простою під накопиченням	$t_{\text{н}} = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	23,5	19,6	16,0	13,1	10,6	8,8	7,2	5,9
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20

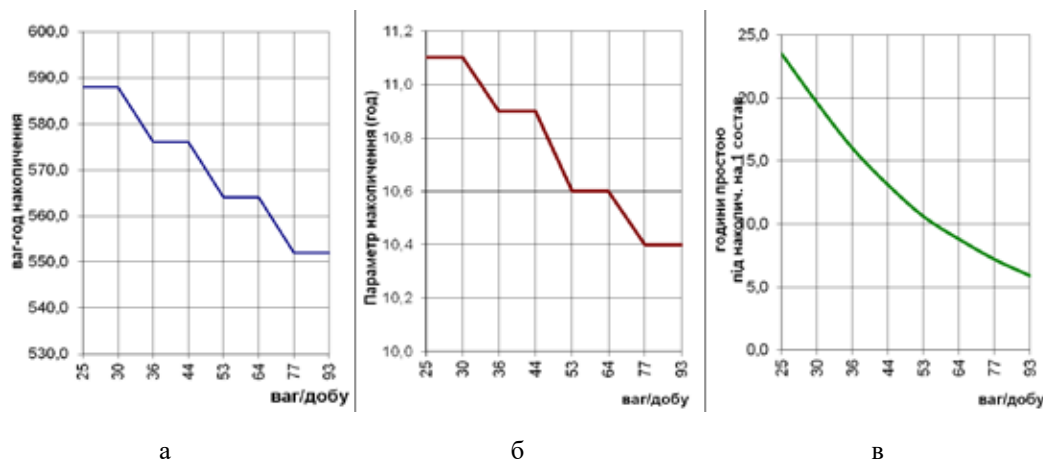


Рис. 5. Графіки залежностей по призначенню ОБ+ДВ: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Таблиця 8

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями КД+П

Найменування призначення	5	КД+П							
		61	74	89	107	129	155	186	224
Потужність вагонопотоку	n_i	61	74	89	107	129	155	186	224
Кількість вагонів у составі	m	53	53	53	53	53	53	53	53
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	6	6	7	8	8	9	10	11
Вагоно-години накопичення	$t_{\text{н}} = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	564,0	564,0	552,0	540,0	540,0	528,0	516,0	504,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	10,6	10,6	10,4	10,2	10,2	10	9,7	9,5
Середній час простою під накопиченням	$t_{\text{н}} = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	9,2	7,6	6,2	5,0	4,2	3,4	2,8	2,3
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20

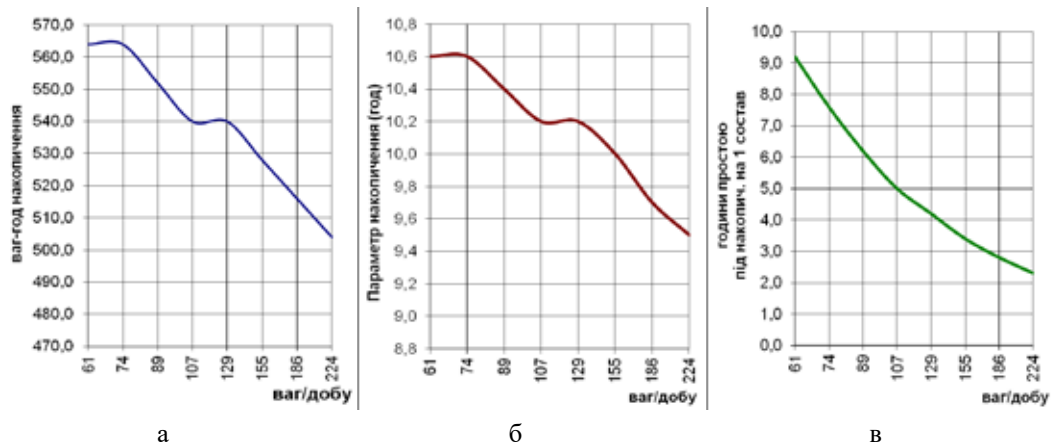


Рис. 6. Графіки залежностей по призначенню КД+П: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Таблиця 9

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями ДГЗ

Найменування призначення	б	ДГЗ							
		29	35	42	51	62	75	90	108
Потужність вагонопотоку	n_i	29	35	42	51	62	75	90	108
Кількість вагонів у составі	m	53	53	53	53	53	53	53	53
Середня величина групи накопичення	$m_{ван} = \frac{m_{пр} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	4	5	5	5	6	6	7	8
Вагоно-години накопичення	$t_n = \frac{B_{нак}}{n_i}$	588,0	576,0	576,0	576,0	564,0	564,0	552,0	540,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{нак}}{m}$	11,1	10,9	10,9	10,9	10,6	10,6	10,4	10,2
Середній час простою під накопиченням	$t_n = \frac{B_{нак}}{n_i}$	20,3	16,5	13,7	11,3	9,1	7,5	6,1	5,0
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20

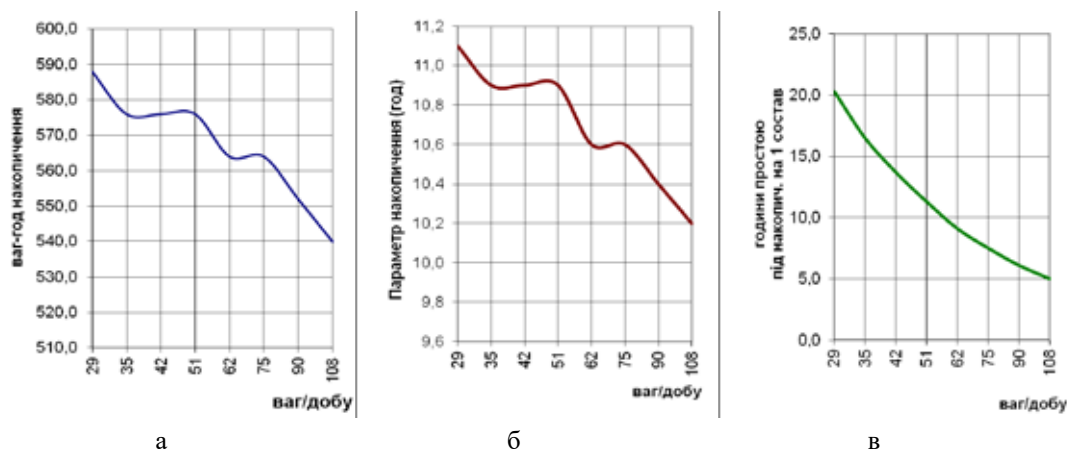


Рис. 7. Графіки залежностей по призначенню ДГЗ: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Таблиця 10

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями КРС

Найменування призначення	7	КРС							
		81	98	118	142	171	206	248	298
Потужність вагонопотоку	n_i	81	98	118	142	171	206	248	298
Кількість вагонів у составі	m	57	57	57	57	57	57	57	57
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	7	8	8	9	10	11	12	13
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	600	588	588	576	564	552	540	528
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	10,5	10,3	10,3	10,1	9,9	9,7	9,5	9,3
Середній час простою під накопиченням	$t_{\text{н}} = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	7,4	6,0	5,0	4,1	3,3	2,7	2,2	1,8
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20

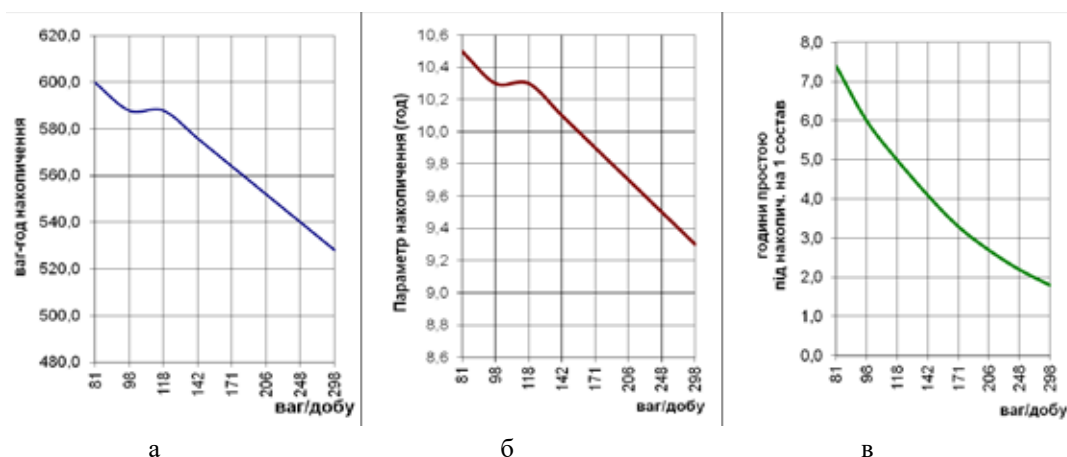


Рис. 8. Графіки залежностей по призначенню КРС: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Таблиця 11

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями КХЗ

Найменування призначення	8	КХЗ							
		85	102	123	148	178	214	257	309
Потужність вагонопотоку	n_i	85	102	123	148	178	214	257	309
Кількість вагонів у составі	m	57	57	57	57	57	57	57	57
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	7	8	9	9	10	11	12	13
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	600,0	588,0	576,0	576,0	564,0	552,0	540,0	528,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	10,5	10,3	10,1	10,1	9,9	9,7	9,5	9,3
Середній час простою під накопиченням	$t_{\text{н}} = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	7,1	5,8	4,7	3,9	3,2	2,6	2,1	1,7
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20

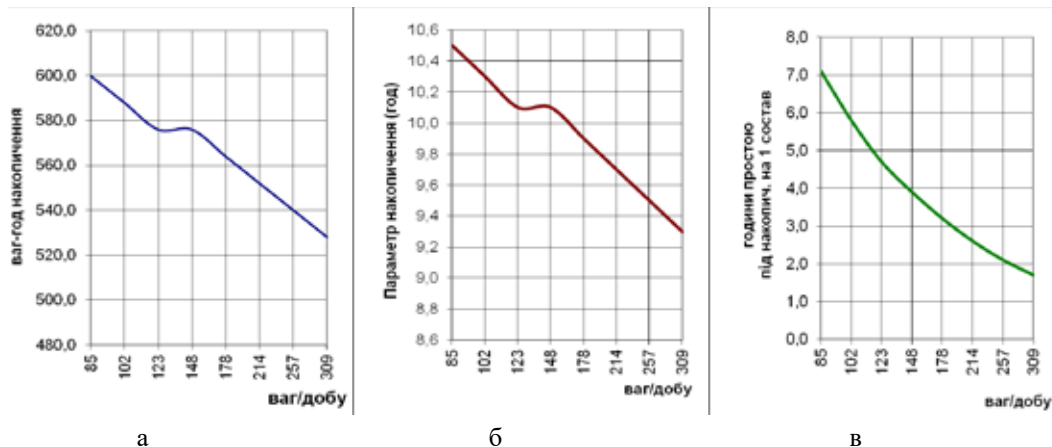


Рис. 9. Графіки залежностей по призначенню КХЗ: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Дані розрахунків призначенню ОС+ОО наведені в таблиці 12. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню ОС+ОО наведені на рисунку 10.

Дані розрахунків призначенню Ш наведені в таблиці 13. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню Ш наведені на рисунку 11.

Дані розрахунків призначенню З+ЗО наведені в таблиці 14. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню З+ЗО наведені на рисунку 12.

Дані розрахунків призначенню КЛ наведені в таблиці 15. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню КЛ наведені на рисунку 13.

Дані розрахунків призначенню М наведені в таблиці 16. Графіки залежностей між потужністю вихідного вагонопотоку та параметром накопичення, між потужністю вихідного вагонопотоку та вагоно-годинами простою під накопиченням, між потужністю вихідного вагонопотоку та середнім часом простою состава під накопиченням по призначенню М наведені на рисунку 14.

Таблиця 12

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями ОС+ОО

Найменування призначення	9	ОС+ОО							
Потужність вагонопотоку	n_i	118	142	171	206	248	298	358	430
Кількість вагонів у составі	m	57	57	57	57	57	57	57	57
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	8	9	10	11	12	13	14	16
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	588,0	576,0	564,0	552,0	540,0	528,0	516,0	498,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	10,3	10,1	9,9	9,7	9,5	9,3	9,1	8,6
Середній час простою під накопиченням	$t_{\text{н}} = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	5,0	4,1	3,3	2,7	2,2	1,8	1,4	1,1
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20

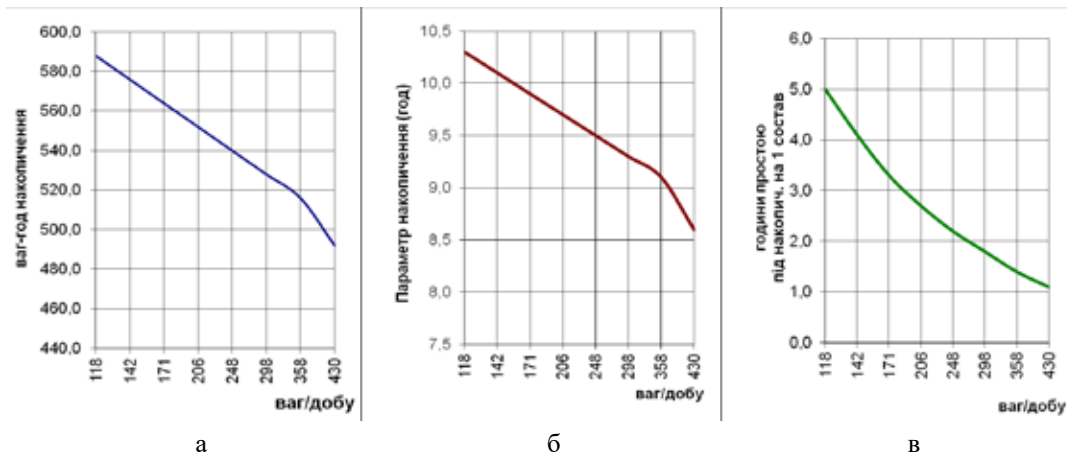


Рис. 10. Графіки залежностей по призначенню ОС+ОО: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Таблиця 13

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями Ш

Найменування призначення	10	Ш							
	n_i	97	117	141	170	204	245	294	353
Потужність вагонопотоку	n_i	97	117	141	170	204	245	294	353
Кількість вагонів у составі	m	57	57	57	57	57	57	57	57
Середня величина групи накопичення	$m_{ван} = \frac{m_{пр} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	8	8	9	10	11	12	13	14
Вагоно-години накопичення	$B_{нак} = 12(m - m_{зал})$	588,0	588,0	576,0	564,0	552,0	540,0	528,0	516,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{нак}}{m}$	10,3	10,3	10,1	9,9	9,7	9,5	9,3	9,1
Середній час простою під накопиченням	$t_u = \frac{B_{нак}}{n_i}$	6,1	5,0	4,1	3,3	2,7	2,2	1,8	1,5
Кількість призначень		20	20	20	20	20	20	20	20

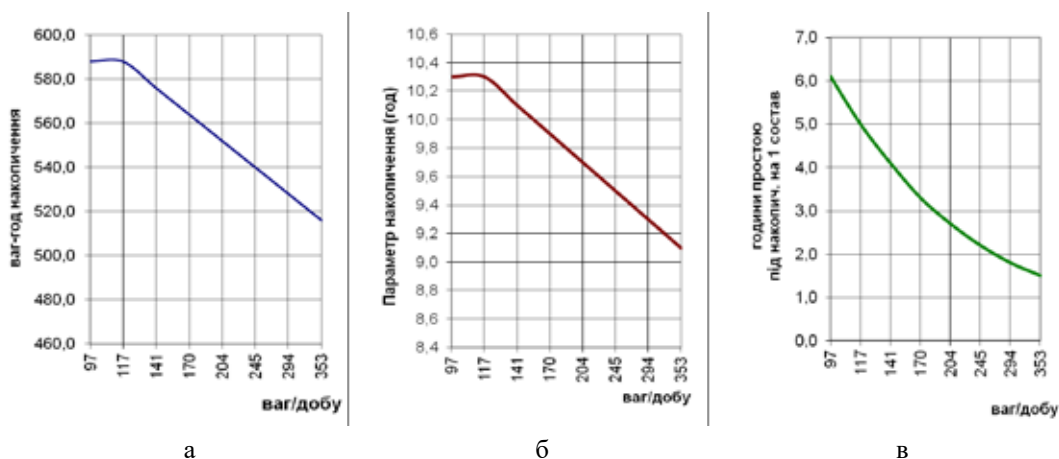


Рис. 11. Графіки залежностей по призначенню Ш: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Таблиця 14

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями 3+30

Найменування призначення	11	3+30							
		n_i	298	358	430	516	620	744	893
Потужність вагонопотоку	n_i	298	358	430	516	620	744	893	1072
Кількість вагонів у составі	m	57	57	57	57	57	57	57	57
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	13	14	16	17	19	20	22	24
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	528,0	516,0	492,0	480,0	456,0	444,0	420,0	396,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	9,3	9,1	8,6	8,4	8,0	7,8	7,4	6,9
Середній час простою під накопиченням	$t_n = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	1,8	1,4	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20

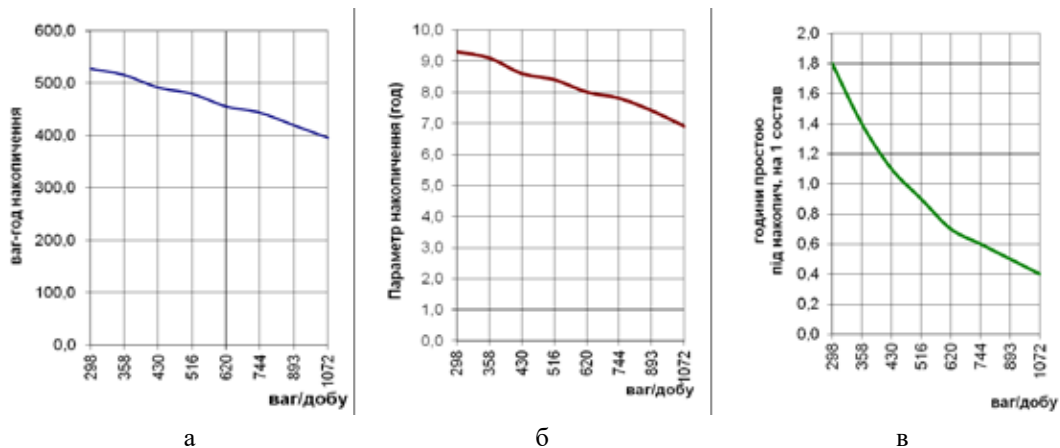


Рис. 12. Графіки залежностей по призначенню 3+30: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Таблиця 15

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями КЛ

Найменування призначення	12	КЛ							
		n_i	174	209	251	302	363	436	524
Потужність вагонопотоку	n_i	174	209	251	302	363	436	524	629
Кількість вагонів у составі	m	57	57	57	57	57	57	57	57
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	10	11	12	13	14	16	17	19
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	564,0	552,0	540,0	528,0	516,0	492,0	480,0	456,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	9,9	9,7	9,5	9,3	9,1	8,6	8,4	8,0
Середній час простою під накопиченням	$t_n = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	3,2	2,6	2,2	1,7	1,4	1,1	0,9	0,7
Кількість призначень		20	20	20	20	20	20	20	20

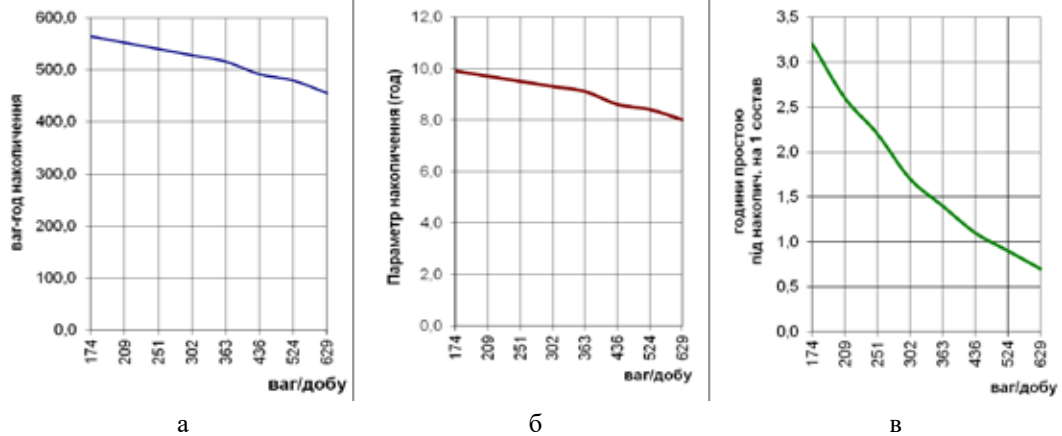


Рис. 13. Графіки залежностей по призначенню КЛ: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

Таблиця 16

Розрахунки норм показників плану формування за призначеннями КЛ

Найменування призначення	13	М							
		102	123	148	178	214	257	309	371
Потужність вагонопотоку	n_i	102	123	148	178	214	257	309	371
Кількість вагонів у составі	m	57	57	57	57	57	57	57	57
Середня величина групи накопичення	$m_{ван} = \frac{m_{гр} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	8	9	9	10	11	12	13	15
Вагоно-години накопичення	$B_{нак} = 12(m - m_{зал})$	588,0	576,0	576,0	564,0	552,0	540,0	528,0	504,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{нак}}{m}$	10,3	10,1	10,1	9,9	9,7	9,5	9,3	8,8
Середній час простою під накопиченням	$t_n = \frac{B_{нак}}{n_i}$	5,8	4,7	3,9	3,2	2,6	2,1	1,7	1,4
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20

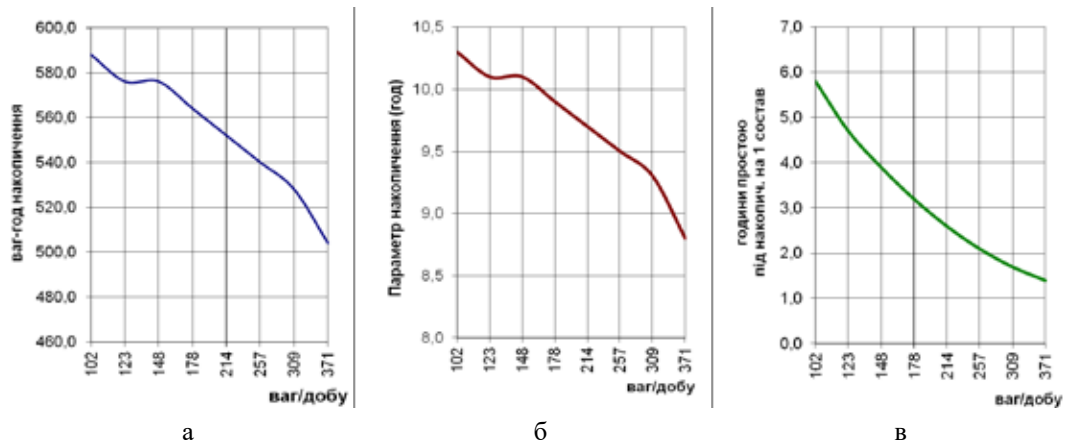


Рис. 14. Графіки залежностей по призначенню М: а) між вихідним вагонопотоком та вагоно-годинами простою вагонів під накопиченням, б) між вихідним вагонопотоком та параметром накопичення, в) між вихідним вагонопотоком та годинами простою під накопиченням на один состав

На підставі виконаних розрахунків та даних, необхідно відмітити, що коливання потужності струменів вагонопотоку є більш-менш стійкими, а саме: при коливаннях вагонопотоку до 45% коливання вагоно-години накопичення вагонів становить до 6,9%, параметр накопичення змінюється в межах 11,1–9,9 (10,8%), коливання часу простою вагонів під накопиченням до цілого состава змінюються в межах 20,3–1,8 години. Але оцінювати нормативи плану формування, враховуючи приведені розбіжності, значно ускладнює роботу. Для конструктивних розрахунків здійснюються розрахунки середніх норм показників плану формування, дані розрахунків наведені в таблиці 17.

Таблиця 17

Визначення середніх норм показників плану формування для непарного вихідного вагонопотоку по станції Н

Найменування призначення	14	Загальний транзитний вагонопотік з переробкою, що відправляється у непарному напрямку станцією протягом доби							
		1308	1439	1583	1741	1915	2107	2318	2550
Потужність вагонопотоку	n_i	1308	1439	1583	1741	1915	2107	2318	2550
Кількість вагонів у составі	m	57	57	57	57	57	57	57	57
Середня величина групи накопичення	$m_{\text{ван}} = \frac{m_{\text{пр}} \sqrt{n_i}}{(3,1 + 0,014n_i)k}$	27	28	30	31	32	34	36	37
Вагоно-години накопичення	$B_{\text{нак}} = 12(m - m_{\text{зал}})$	484,5	433,2	387,6	353,4	313,5	279,3	250,8	228,0
Параметр накопичення	$c = \frac{B_{\text{нак}}}{m}$	9,7	9,6	9,5	9,4	9,3	9,1	9,0	8,9
Середній час простою під накопиченням	$t_{\text{н}} = \frac{B_{\text{нак}}}{n_i}$	8,5	7,6	6,8	6,2	5,5	4,9	4,4	4,0
Кількість призначень	k	20	20	20	20	20	20	20	20

За даними встановлюємо, що при мінімальному вагонопотоку 1308 ваг/добу вагоно-години простою вагонів під накопиченням досягають максимального значення – 484,5 ваг-год. При збільшенні вагонопотоку до середніх його значень – 1741 ваг/добу (+33%), вагоно-години простою вагонів під накопиченням зменшуються до 353,4 ваг-год (-27%). Коливання параметра накопичення не перевищують 3%, а його значення знаходяться в межах 9,7–9,4 відповідно. Середній час простою вагонів під накопиченням до цілого состава змінюється в межах 8,5–6,2 год (-27%) відповідно. Тобто необхідно констатувати, що для розрахунків нормативів показників плану формування для окремої станції можна приймати середні значення таких параметрів:

- 1) група накопичення – 31 ваг;
- 2) вагоно-години простою під накопиченням – 353,4;
- 3) параметр накопичення – 9,4;
- 4) час простою вагонів під накопиченням до цілого состава – 6,2 год.

До складових розрахунку норми економії часу простою на один вагон, який проходить станцію без переробки, включають:

вихідний вагонопотік з розподілом на частки:

γ'_N – частка вагонів, яка проходить станцію з переробкою;

γ''_N – частка вагонів, яка проходить станцію без переробки;

– дані про простої транзитних вагонів по станції:

$t_{\text{тр}}^{з/н}$ – транзитного з переробкою;

$t_{\text{н}}$ – транзитного з переробкою під накопиченням;

$t_{\text{тр}}^{б/н}$ – транзитного без переробки.

Розрахунки норми економії часу простою здійснюємо із застосуванням методики, викладеної вище, по формулі (16), результати розрахунків заносимо до таблиці 18.

Для дослідження впливу потужності струменів транзитного вагонопотоку на норму економії часу простою вагона, який проходить станцію без переробки, змінюємо вихідний вагонопотік від мінімального його значення до максимального з кроком у 10%. Максимальне значення вагонопотоку обмежується кількістю сортувально-відправних колій у сортувальному парку, яке не повинне перевищувати 2853–2875 ваг/добу. Мінімальне значення вагонопотоку взято за даними роботи станції в 2021 році, яке становило 1308 ваг/добу. Результати розрахунків наведені у таблицях 19–22.

Для отриманих діапазонів вихідного вагонопотоку за формулою (17) визначаємо різницю часу між знаходженням на станції транзитного вагона з переробкою та без переробки. Частка розподілу вихідного вагонопотоку на потік, який може пропускатися через станцію з переробкою γ'_N та без переробки γ''_N , умовно зменшуємо з кроком у 10%.

**Розрахунок норми економії часу простою на 1 вагон, який проходить станцію
без переробки з часткою вагонів з переробкою 0,9**

Складові розрахунку		Результати розрахунку					
Вихідний вагонопотік	N_i	1308	1439	1583	1741	1915	2107
Частка вагонів, що пропускаються з переробкою	γ'_N	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Вагони, які пропускаються з переробкою	N'_i	1177	1295	1425	1567	1724	1896
Вагони, які пропускаються без переробки	N''_i	131	144	158	174	192	211
Простий транзитного вагона з переробкою	$t_{тр}^{3/п}$	12,80	14,46	14,31	14,16	14,01	13,71
Простий вагона під накопиченням	t_n	8,50	9,60	9,50	9,40	9,30	9,10
Простий транзитного вагона без переробки	$t_{тр}^{6/п}$	1,36	1,09	0,84	0,57	0,31	0,05
Різниця часу знаходж. на станції транзитн. з переробкою та без переробки вагонів		2,94	3,77	3,97	4,19	4,40	4,56
	$t_{ек} = (t_{тр}^{3/п} - t_n) - t_{тр}^{6/п}$						
	$t_{ек} = \frac{N'_i t'_{ек} - N''_i t''_{ек}}{N_i}$	2,51	3,28	3,49	3,71	3,93	4,10

**Розрахунок норми економії часу простою на 1 вагон, який проходить станцію
без переробки з часткою вагонів з переробкою 0,80**

Складові розрахунку		Результати розрахунку					
Вихідний вагонопотік	N_i	1308	1439	1583	1741	1915	2107
Частка вагонів, що пропускаються з переробкою	γ'_N	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Вагони, які пропускаються з переробкою	N'_i	1046	1151	1266	1393	1532	1686
Вагони, які пропускаються без переробки	N''_i	262	288	317	348	383	421
Простий транзитного вагона з переробкою	$t_{тр}^{3/п}$	12,80	14,46	14,31	14,16	14,01	13,71
Простий вагона під накопиченням	t_n	8,50	9,60	9,50	9,40	9,30	9,10
Простий транзитного вагона без переробки	$t_{тр}^{6/п}$	1,36	1,09	0,84	0,57	0,31	0,05
Різниця часу знаходж. на станції транзитн. з переробкою та без переробки вагонів		2,94	3,77	3,97	4,19	4,40	4,56
	$t_{ек} = (t_{тр}^{3/п} - t_n) - t_{тр}^{6/п}$						
	$t_{ек} = \frac{N'_i t'_{ек} - N''_i t''_{ек}}{N_i}$	1,76	2,26	2,38	2,51	2,64	2,74

**Розрахунок норми економії часу простою на 1 вагон, який проходить станцію
без переробки з часткою вагонів з переробкою 0,70**

Складові розрахунку		Результати розрахунку					
Вихідний вагонопотік	N_i	1308	1439	1583	1741	1915	2107
Частка вагонів, що пропускаються з переробкою	γ'_N	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Вагони, які пропускаються з переробкою	N'_i	916	1007	1108	1219	1341	1475
Вагони, які пропускаються без переробки	N''_i	392	432	475	522	575	632
Простий транзитного вагона з переробкою	$t_{тр}^{3/п}$	12,80	14,46	14,31	14,16	14,01	13,71
Простий вагона під накопиченням	t_n	8,50	9,60	9,50	9,40	9,30	9,10
Простий транзитного вагона без переробки	$t_{тр}^{6/п}$	1,36	1,09	0,84	0,57	0,31	0,05
Різниця часу знаходж. на станції транзитн. з переробкою та без переробки вагонів		2,94	3,77	3,97	4,19	4,40	4,56
	$t_{ек} = (t_{тр}^{3/п} - t_n) - t_{тр}^{6/п}$						
	$t_{ек} = \frac{N'_i t'_{ек} - N''_i t''_{ек}}{N_i}$						

**Розрахунок норми економії часу простою на 1 вагон, який проходить станцію
без переробки з часткою вагонів з переробкою 0,60**

Складові розрахунку		Результати розрахунку					
Вихідний вагонопотік	N_i	1308	1439	1583	1741	1915	2107
Частка вагонів, що пропускаються з переробкою	γ'_N	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Вагони, які пропускаються з переробкою	N'_i	785	863	950	1045	1149	1264
Вагони, які пропускаються без переробки	N''_i	523	576	633	696	766	843
Простий транзитного вагона з переробкою	$t_{тр}^{3/п}$	12,80	14,46	14,31	14,16	14,01	13,71
Простий вагона під накопиченням	t_n	8,50	9,60	9,50	9,40	9,30	9,10
Простий транзитного вагона без переробки	$t_{тр}^{6/п}$	1,36	1,09	0,84	0,57	0,31	0,05
Різниця часу знаходж. на станції транзитн. з переробкою та без переробки вагонів		2,94	3,77	3,97	4,19	4,40	4,56
	$t_{ек} = (t_{тр}^{3/п} - t_n) - t_{тр}^{6/п}$						
	$t_{ек} = \frac{N'_i t'_{ек} - N''_i t''_{ек}}{N_i}$	1,22	1,82	2,07	2,29	2,51	2,72

Розрахунок норми економії часу простою на 1 вагон, який проходить станцію без переробки з часткою вагонів з переробкою 0,50

Складові розрахунку		Результати розрахунку					
Вихідний вагонопотік	N_i	1308	1439	1583	1741	1915	2107
Частка вагонів, що пропускаються з переробкою	γ'_N	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Вагони, які пропускаються з переробкою	N'_i	654	720	792	871	958	1054
Вагони, які пропускаються без переробки	N''_i	654	720	792	871	958	1054
Простий транзитного вагона з переробкою	$t_{тр}^{з/п}$	12,80	14,46	14,31	14,16	14,01	13,71
Простий вагона під накопиченням	t_n	8,50	9,60	9,50	9,40	9,30	9,10
Простий транзитного вагона без переробки	$t_{тр}^{б/п}$	1,36	1,09	0,84	0,57	0,31	0,05
Різниця часу знаходж. на станції транзитн. з переробкою та без переробки вагонів $t_{ек} = (t_{тр}^{з/п} - t_n) - t_{тр}^{б/п}$		2,94	3,77	3,97	4,19	4,40	4,56
$t_{ек} = \frac{N'_i t'_{ек} - N''_i t''_{ек}}{N_i}$		0,79	1,34	1,59	1,81	2,04	2,26

У результаті отримуємо дані, які характеризують залежність між зміною потужності вихідного вагонопотоку та нормою економії часу простою вагона, який проходить станцію без переробки. На підставі отриманих даних будемо діаграму, яка наведена на рисунку 15.

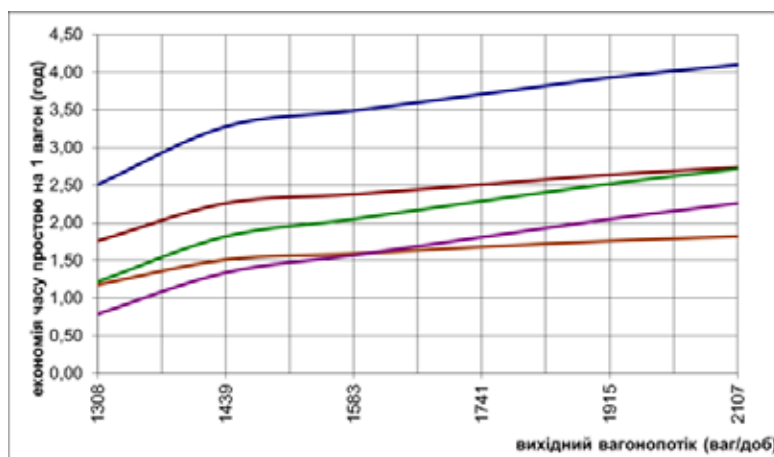


Рис. 15. Діаграма, яка характеризує залежність між розподілом транзитного вагонопотоку, що проходить станцію (з переробкою й без переробки), та нормою економії часу простою транзитного вагона, який проходить станцію без переробки

Аналізуючи дані та діаграму, які наведені на рисунку 15, необхідно відмітити, що при збільшенні вихідного вагонопотоку (при підвищенні потужності струменів вагонопотоку) норма економії часу простою вагона теж підвищується, але інтенсивність її зростання безпосередньо залежить від частки розподілу вагонопотоку γ'_N та γ''_N . При збільшенні частки потоку, що може пропустити станція без переробки і, відповідно, при зменшенні частки потоку, який буде перероблятися на станції, економія часу простою на станції транзитного вагона буде скорочуватися. А при розподілу часток 50 на 50 вона прийматиме найменші значення.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі. На довоєнний час по станції Н спостерігалось поступове нарощування обсягів поїзної та сортувальної роботи, що

потребувало постійної уваги та корегування оперативного плану формування вантажних поїздів, утримання технічного оснащення станції на достатньому рівні, який забезпечував би її стійку та безаварійну роботу, спрямовану на задоволення потреб перевізного процесу в даному регіоні.

З метою забезпечення зростаючих обсягів перевезень на залізниці було розроблено перспективну програму технічного оновлення та удосконалення технології роботи станцій, яка передбачає їх технічне переоснащення, впровадження сучасного зв'язку, автоматизованих систем керування.

Основною задачею даного дослідження було поліпшення експлуатаційної роботи станції Н.

Непарна система станції за своїм призначенням та характером роботи являється сортувальною, за обсягами та складністю роботи віднесена до позакласних.

Основним призначенням станції Н є виконання операцій з розформування та формування поїздів за призначеннями відповідно до встановленого Порядку направлення вагонопотоків та організації їх у вантажні поїзди; виконання операцій з пропуску поїздів без переробки і з переробкою; технічне обслуговування, комерційний огляд составів поїздів і усунення виявлених несправностей вагонів; зміна локомотивів і локомотивних бригад.

Якісна експлуатаційна робота сортувальної станції спрямована на скорочення простою вагонів під технологічними операціями, забезпечення виконання змінних завдань з розформування-формування, приймання, відправлення поїздів, своєчасне подавання вагонів на під'їзні колії підприємств, виконання встановлених норм з обробки вагонів та поїздів, передбачених добовим технологічним графіком роботи станції та ЄТП.

Виконані розрахунки визначили добові обсяги роботи та розміри руху поїздів на прилеглих ділянках.

Виконана перевірка колійного розвитку та технічного оснащення станції показала, що число колій в парках станції є достатнім – додаткової кількості не потребується.

Проведені дослідження виявили вплив потужності вагонопотоків на показники плану формування односторонніх та багаторонних поїздів, яке включає: дослідження впливу потужності вагонопотоку на кількість колій в парках сортувальної станції; дослідження потужності вагонопотоку на основні нормативи плану формування поїздів; дослідження впливу струменів вагонопотоку на норму економії часу простою на один вагон, який проходить станцію без переробки.

Для розрахунків нормативів показників плану формування для станції Н запропоновані середні значення таких параметрів:

- 1) група накопичення – 31 ваг;
- 2) вагоно-години простою під накопиченням – 353,4;
- 3) параметр накопичення – 9,4;
- 4) час простою вагонів під накопиченням до цілого состава – 6,2 год.

Аналізуючи результати розрахунків, необхідно відмітити, що при збільшенні вихідного вагонопотоку (при підвищенні потужності струменів вагонопотоку) норма економії часу простою вагона теж підвищується, але інтенсивність її зростання безпосередньо залежить від частки розподілу вагонопотоку γ'_N та γ''_N . При збільшенні частки потоку, що може пропустити станція без переробки і, відповідно, при зменшенні частки потоку, який буде перероблятися на станції, різниця часу між знаходженням на станції транзитного вагона з переробкою та без переробкою буде скорочуватися. При розподілу часток порівну – прийматиме найменші значення.

Список використаних джерел:

1. Бех П.В. Дослідження технології роботи пунктів переробки великовагових вантажів. *Збірник наукових праць Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна «Транспортні системи та технології перевезень»*. 2021. № 22. С. 48–55.
2. Bekh P.V. Improvement of supervisory control of train movement by means of introduction of operational zones. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. 2018. № 6(78). С. 59–70.
3. Бех П.В. Управління вантажопотоками та вагонопотоками на залізничному транспорті. *Вісник Східно-українського національного університету імені Володимира Даля*. № 3(233). 2017. С. 22–31.
4. Бех П.В. Особливості конкуренції на залізничному транспорті в сучасних умовах. *Міжнародний техніко-економічний журнал «Українська залізниця»*. Серпень 2016, № 8(38). С. 50–54.

References:

1. Bekh P.V. Study of the technology of heavy cargo processing points [Text] / P.V. Bekh, O.V. Lashkov, Y.A. Maksymenkov, O.Yu. Papakhov // Collection of scientific works of the Dnipro National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan "Transport systems and transportation technologies", 2021, No. 22, p. 48-55.
2. Bekh P.V. Improvement of supervisory control of train movement by means of introduction of operational zones [text] / P.V. Bekh, G.I. Nesterenko, M.I. Muzykin, S.I. Avramenko // Science and progress of transport. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport, 2018, № 6 (78), S. 59-70.
3. Bekh P.V. Management of freight flows and wagon flows on railway transport [Text] / P.V. Bekh, G.I. Nesterenko, O.V. Lashkov, M.I. Muzykin, S.I. Avramenko // Bulletin of the Volodymyr Dahl East Ukrainian National University № 3 (233) 2017, S. 22-31.
4. Bekh P.V. Peculiarity of competition on railway transport in modern conditions [Text] / P.V. Bekh, G.I. Nesterenko, O.V. Lashkov, M.I. Muzykin, S.I. Muzykina // International Technical and Economic Journal «Ukrainian Railway», August 2016, №8 (38), S. 50-54.

DOI <https://doi.org/10.32782/2521-6643-2022.1-63.3>
УДК 656.078

Оглих В. В., кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри економічної кібернетики
Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара
ORCID: 0000-0003-3193-7931

Шаповалов О. В., кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник,
доцент кафедри транспортних технологій
та міжнародної логістики
Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0001-8788-3771

Кузьменко А. І., кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри транспортних технологій та міжнародної
логістики Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0001-7278-3647

Леснікова І. Ю., кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри транспортних технологій та міжнародної
логістики Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0002-2750-6031

ПРИЙНЯТТЯ СТРАТЕГІЧНИХ І ТАКТИЧНИХ РІШЕНЬ У ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНІЙ СИСТЕМІ

У статті розглянуто питання формування ефективних рішень. Показано, що стратегія управління транспортно-логістичними системи має базуватися на засадах поєднання системного, кібернетичного та синергетичного підходів. Наведено результати аналізу українських транспортних підприємств із застосуванням системної ідеології. Показано, що розуміння логістичної складової частини як елемента техніко-економічної системи викликає появу додатного синергетичного ефекту, створює підґрунтя для розвитку технічної складової підприємств і покращення економічних показників.

Ключові слова: транспорт, системний підхід, прийняття рішень, невизначеність, альтернативний, експертний підхід.

Oglih V. V., Shapovalov O. V., Kuzmenko A. I., Lesnikova I. Yu. Making strategic and tactical solutions in the transport and logistics system

The authors showed that with the beginning of the war, the development of the enterprises of the motor transport industry jumped from the micro level of the objectives of the economic agent to the level of state problems. We have proven that improving the work of motor transport enterprises is possible only for the introduction of the concept of combination of systemic, cybernetic and synergistic approaches. The results of the analysis of Ukrainian transport enterprises with the use of systemic ideology are given. Understanding the transport and logistics component as an element of the technical and economic system causes the appearance of a positive synergistic effect, creates the basis for the development of the technical component of enterprises and the improvement of economic indicators. The dominant strategic and tactical decision is the formation of effective principles of management of technical and economic systems using the apparatus of mathematical modelling.

The authors proposed an algorithm of actions, which consists of formulating the goal of the examination, forming a set of alternative options, and choosing criteria by which the degree of achievement of the goal can be judged. Due to the diversity of the criteria, emphasis was placed on the formation of the expert group and the formulation of the rules for the work of the expert group with the organizers of the examination. We described the main problems that arise during the development of a consolidated solution in the presence of a wide range of various influencing factors.

An ordered set of tools is proposed, which is expedient to use in the context of strategic and tactical management, operational management, optimization of transport and logistics processes.

The system of models consists of: assessment of the degree of consistency of experts using different methods, in particular: coefficient of variation; Concordance coefficient; the coefficient of rank correlation of the Spirman; Obtaining a quantitative evaluation using an integral performance criterion. The value of the integral criterion for different variants of events for possible alternatives are inputs for the formation of sound proposals. Application of a set of decision-making criteria in conditions of risk and uncertainty will increase the effectiveness of strategic and tactical decisions in the transport and logistics system.

Key words: transport, system approach, decision-making, uncertainty, alternative, expert approach.

© В. В. Оглих, О. В. Шаповалов, А. І. Кузьменко, І. Ю. Леснікова, 2022

Постановка проблеми. Трансформацію царини, до якої тільки почав пристосуватися бізнес у постковідний період, не можна порівняти з тим, які зміни прийшли зі страшною війною. Насамперед, маємо констатувати, що економіка України вже ніколи не буде такою як раніше. В першу чергу, маємо розмірковувати про виживання кожного конкретного економічного агента, бо війна вплинула не лише на показники ефективності, вона зруйнувала все підґрунтя діяльності. Суспільство відчуло роль транспорту і зв'язку у сфері економічної та особистої взаємодії.

Транспортна галузь має величезне значення для нашої країни, оскільки саме вона забезпечила найшвидшу інтеграцію України в міжнародну систему допомоги та торгівлі. сприяла створенню національних і місцевих ринків.

Транспортні відносини з'єднують людей і виробників, виробництво і споживання між державами та регіонами, забезпечують взаємодію між різними галузями господарства. Незважаючи на війну, в найкоротші строки вдалося забезпечити приєднання України до європейської та світової транспортної мережі, організувати ефективне функціонування усіх складових процесів, вирішити низку проблем та збільшити обсяги міжнародних перевезень.

Водночас виникли потреби у більш детальній розробці маршрутів та розв'язанні проблем, які виникають через наявні неадекватності в транспортній системі України.

Глобальні зміни ситуації в світі вимагають звернути увагу на реалізацію пріоритетного завдання з ефективною організації логістичної діяльності. Наразі маємо наголосити на необхідності інтегрального підходу щодо організації транспортного забезпечення перевезень, тобто розробки широкого кола питань та специфічного digital-інструментарію, здатного забезпечити розвиток галузі, зарядити підприємство на ефективні рішення. Найкраще усунення вузьких місць й оптимізація на тлі розв'язання завдань у технології доставлення вимагають удосконалення методології формування стратегії та прийняття тактичних рішень щодо:

- інтермодальності процесів на різних видах транспорту;
- обробки матеріальних потоків;
- формування зон та кластерів обслуговування;
- прогнозів трансформації транспортної системи;
- формування планів майбутніх перевезень;
- вибору оптимальних транспортних засобів для здійснення перевезень;
- регулювання транспортного процесу (аналіз інформації отриманої в режимі реального часу, визначення оптимальних маршрутів, графіків руху тощо);
- моніторингу руху, додаткових можливостей документування фактів виробничої діяльності, диспетчеризації, автоматизації операцій обліку;
- забезпечення технологічної єдності транспортно-складського процесу;
- факторного аналізу складових витрат транспортної сфери;
- комплексного планування транспортного, складського та виробничого процесу;
- керування запасами;
- сучасних digital-технологій, які приймаються на підставі.

Будь-яка сфера діяльності для свого ефективного функціонування потребує здійснення вантажоперевезень, адже таким чином встановлюється зв'язок між споживачем та постачальником продукції. З цим пов'язане зростання попиту на транспортні послуги, які можуть надавати транспортні підприємства, кожне з яких стикається з необхідністю проведення логістичних досліджень з метою оптимізації своєї діяльності. Результати аналізу сучасного стану розвитку логістичних систем свідчать про те, що базисом для керування матеріальними потоками є поєднання системного, кібернетичного та синергетичного підходів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Транспортна галузь безперечно є важливою складовою частиною стратегії соціально-економічного розвитку країни на післявоєнний період і тактичних рішень на сьогодні. Домінантною проблемою формування ефективних засад керування техніко-економічною системою, до якої відноситься транспортно-логістична, є розробка методології, прийняття рішень із застосуванням сучасних світових напрацювань. Проблема прийняття рішень є вкрай важливою як з практичного, так і з наукового погляду. Її розв'язанню присвячено низку дослідницьких, наукових і практичних досліджень [1–12]. Складність полягає у тому, що суцільно технічні рішення слід пов'язати з економічними реаліями, ускладненими високим рівнем невизначеності. Тому і сьогодні значний інтерес становлять роботи А. Чандлера [1], К. Ендрюса [2], І. Ансофа [3], присвячені системному підходу, методам удосконалення транспортних систем [4–9], методам прийняття рішень [10–12]. Цифровим аспектам інформатизації автотранспортної сфери присвячено [6].

Мета статті. Недостатній ступінь наукової розробленості цієї проблеми, прагнення до покращення ситуації з практичними інструментами прийняття рішень та організації перевезень зумовили вибір теми та мету, предмет та об'єкт даного дослідження. Метою є удосконалення системи прийняття рішень на засадах підвищення конкурентоздатності й ефективності системи управління у сфері транспортних технологій, засобами математичного моделювання та прийняття оптимальних рішень в умовах невизначеності та ризику. Об'єктом дослідження є транспортно-логістичні підприємства, а предметом дослідження є економіко-технологічні процеси ухвалення рішень.

Виклад основного матеріалу. Тобто йдеться про необхідність створення та підтримування функціонування складної динамічної системи різномірних елементів, що має скласти основу системи керування. Вона поєднує програмно-апаратне забезпечення, автоматизовані робочі місця, глобальне позиціонування транспортних засобів, засоби комп'ютеризованого контролю стану автомобіля тощо. Це, своєю чергою, передбачає: збір та обробку даних; отримання інформації, яка циркулює в системі, випереджає, супроводжує та пояснює транспортно-матеріальний потік; її цілеспрямованого застосування для процесів керування. Логістична складова є одним з важелів управління, продумане застосування якої може кардинально змінити на краще ключові показники фінансової діяльності компанії. Саме обґрунтований вибір транспортної стратегії підприємства позитивно відбивається на значенні економічних показників, забезпечує досягнення однієї з головних цілей підприємницької діяльності – отримання максимального прибутку. Власники підприємств зацікавлені у налагодженні логістичної системи та її елементів, а результати діяльності залежать від того, наскільки ефективним є управління даною компанією, тобто як оперативно і точно вона виявляє вплив різних факторів та протистоїть їм.

Тобто виникає завдання удосконалення логістичної складової частини:

- процесу планування та організації перевезення потоку, а також оптимізації цього процесу задля поліпшення якості наданих послуг та зниження витрат;
- контролю за операціями з товаром на всіх етапах транспортування;
- інформаційного супроводу, спрямованого на зовнішнє та внутрішнє середовище, оформлення необхідної документації, застосування комунікації та інформаційних технологій.

Функціональність має бути покращена на засадах системного підходу, а головною умовою оптимізації підприємств є їхня системність.

Огляд низки транспортних компаній України з позицій системного підходу дозволяє зробити такі висновки. Система володіє такими властивостями, як: цілісність, структурність, комунікативність, опосередкована залежність цілі від зовнішніх і внутрішніх факторів.

Структура організації – лінійно-функціональна. Характер поділу праці – функціональний. Завдяки цьому забезпечується стимулювання ділової та професійної спеціалізації, поліпшення координації у функціональних галузях, зменшення або виключення дублювання зусиль, зниження витрати матеріальних ресурсів. Кожна підсистема вносить внесок до забезпечення єдиного процесу – організації та здійснення транспортних перевезень. Застосування функціонального керування, яке складніше за своєю природою, забезпечує більш широкий спектр горизонтальних зв'язків між працівниками, оскільки у межах однієї певної функції вища ланка управляє усіма підрозділами. Класифікація орієнтовної транспортної компанії представлена на рисунку.



Рис. 1. Класифікація транспортної компанії на засадах системного підходу

(Джерело – запропоновано авторами).

Аналіз зовнішнього і внутрішнього середовища свідчить про таке: *система є організаційно-технічною*. Організація як елемент суспільної системи має власний колектив, внутрішню структуру та зв'язки.

Внутрішнє середовище організації — це все те, що знаходиться в середині організації. Його формують матеріально-технологічна, фінансово-економічна та соціально-психологічна підсистеми.

Навколишнє середовище слід уявляти як сукупність двох самостійних підсистем – макрооточення, яке визначає загальні умови середовища перебування підприємства та безпосередньо оточення.

Макрооточення складається з економіки та соціальної орієнтації суспільства, права та політики, науки. Економічні чинники визначають розвиток економіки, рівень інфляції, стан конкуренції на ринку транспортних перевезень. Важливою особливістю зовнішнього середовища є те, що до її складу входять дороги, які грають виключно важливу роль у функціонуванні транспорту та організації дорожнього руху.

Густина дорожньої мережі, стан дорожнього покриття безпосередньо впливають на показники використання транспортних засобів, своєчасність доставки вантажів і пасажирів, безпеку дорожнього руху. Законодавча база дає можливість визначати допустимі межі дій у відносинах з іншими суб'єктами ринку. До законодавчих факторів також слід віднести правила дорожнього руху.

Безпосереднє оточення автотранспортного підприємства включає стейкхолдерів (об'єкти, що забезпечують існування системи та об'єкти, які взаємодіють з розглянутою системою), а саме набувачів транспортних та інших послуг, конкурентів, постачальників, ринок робочої сили, ринок капіталу, аудиторські та страхові компанії. Усі перелічені компоненти мають значний вплив на функціонування та розвиток підприємства.

Система є стабільною, довговічною, відновлюваною. Автотранспортне підприємство (АТП) як суб'єкт господарювання є, з одного боку, споживачем матеріальних, фінансових та інших видів ресурсів, з другого – виробником матеріальних послуг: транспортних послуг, які підлягають розподілу між відповідними споживачами.

У цілому організаційна структура більшості підприємств є цілісною та визначеною з підсистемами:

- *експлуатаційно-виробничою* (оперативне управління процесом надання послуг, визначення раціональних маршрутів; управління технічним обслуговуванням та ремонтом рухомого складу, планування транспортних послуг; вибір видів та типів транспортних засобів; контроль за кількістю та якістю транспортних послуг тощо).

- *технічною забезпечувально-збутовою* (керування запасами на складах АТП; організація закупівель та завезення матеріалів; організація зберігання матеріалів складах; розробка програм економії матеріальних ресурсів та контроль за їх виконанням тощо);

- *адміністративною* (спільне планування транспортних процесів щодо різноманітних видів транспорту; спільне планування транспортного, складського та виробничого процесів, економічна оцінка транспортної продукції; прогнозування транспортних послуг тощо, які постійно взаємодіють між собою, координуючи роботу один одного тощо).

Проведення системного аналізу оптимізація бізнес-процесів – це в першу чергу прерогатива саме адміністративної підсистеми. Досягнення задовільних результатів можливе лише за умов:

1) зацікавленості вищого керівництва та всієї управлінської команди;

2) забезпечення колективної та індивідуальної участі у вдосконаленні системи та регулюванні процесів забезпечення якості функціонування системи менеджменту.

Прийняття стратегічних рішень стосовно визначення напрямків розвитку підприємства, інноваційно-інвестиційних рішень (вибір сфери діяльності, вибір автомобілю, в який слід інвестувати, заходи щодо покращення якості наданих послуг тощо) та ухваленню короткострокових планів підвищення ефективності передують прийняття рішень в умовах невизначеності. Зокрема, прийняття рішень щодо якості передують аналіз і оцінка особливостей технологічного процесу, ринкових умов, співвідношення попиту і пропозиції, конкуренції основних надавачів транспортних послуг цієї продукції. Відповідно до цього слід розглянути шляхи і засоби досягнення заданого рівня якості. Водночас стратегія в досягненні якості в ряді напрямків стає універсальною.

Прийняття рішень має передбачати розв'язання таких завдань.

Перед підприємством постає вибір: обрати стратегію поведінки $A_p, i = 1, \dots, m$.

Доцільність та ефективність прийняття будь-якого з можливих рішень впливає низка ймовірних подій $P_p, i = 1, \dots, n$, які не залежать від транспортного підприємства.

Прийняття рішень в умовах передуює складання так званої «матриці рішень», яка має такий вигляд.

Таблиця 1

«Матриця рішень», яка формується в процесі прийняття рішення в умовах невизначеності

Можливі стратегії	Варіанти ситуацій розвитку подій			
	P_1	P_2	...	P_n
A_1	E_{11}	E_{12}	...	E_{1n}
A_2	E_{21}	E_{22}	...	E_{2n}
A_m	E_{m1}	E_{m2}	...	E_{mn}

У наведеній матриці значення $A_p, i = 1, \dots, m$ характеризують кожен із варіантів альтернатив прийняття рішення; значення P_p, P_2, \dots, P_n – кожен із можливих варіантів ситуації розвитку подій; значення E_{ij} (D_{ij} ;

Z_1, \dots, Z_k , $i = 1, \dots, m$; $j = 1, \dots, n$; $l = 1, \dots, k$ – конкретний рівень ефективності рішення, що відповідає певній альтернативі за певної ситуації. D_{ij} – обсяг попиту на продукцію залежно від ситуації та обраної стратегії. Z_l – ендогенні змінні.

Зазвичай значення кортежу (набору параметрів) $(D_{ij}; Z_l)$, $i = 1, \dots, m$; $j = 1, \dots, n$; $l = 1, \dots, k$ визначаються на підставі думок експертів. Але це теж вимагає уточнення. А втім, отримання групового висновку експертів є достатньо складною задачею, розв'язанню якої передують продумана витратна за часом та коштами широка програма заходів, що вимагає від організаторів високої компетентності і, як правило, значних витрат часу і коштів. Тому неправильно організована програма експертного опитування може, відібравши кошти і час, не досягти поставленої мети.

На початок на засадах комплексного системного підходу має бути сформовано погоджену програму, яка чітко формулює мету (або цілі), експертизи та визначає множину альтернативних варіантів стосовно подій або фактів та критерії, за якими можна судити про ступінь досягнення мети.

Формування експертної групи та формулювання правил роботи експертної групи з організаторами експертизи. Зрозуміло, що критеріями вибору експерта є такі, як: сфера діяльності; досвід роботи; неупередженість; готовність до співпраці; поєднання вміння відстоювати свою точку зору зі здатністю проявляти достатню гнучкість. А втім, цього недостатньо.

Формування експертної групи має включати тестування, взаємну оцінку експертів і перевірку узгодженості їх думок. Зокрема, тестування полягає у перевірці за критерієм Фішера гіпотези про те, що оцінки різних експертів належать до одного загального набору оцінок. Оцінки визначаються виходячи із завдань, які вирішені експертами, з результатами, відомими організаторам тестування, але не відомими самим експертам. Склад експертів, тобто ступінь узгодженості їхніх думок може чинити істотний вплив на достовірність результатів експертизи. Тобто необхідною складовою процесу експертного оцінювання має бути оцінка ступеня узгодженості експертів за допомогою різних методів, зокрема: коефіцієнта варіації, коефіцієнта конкордації, коефіцієнта рангової кореляції Спірмена тощо.

Узгодженість експертного висновку можна оцінити за величиною коефіцієнта конкордації W , для формування якого Кенделл використовував концепцію інверсії при перестановці рангів:

$$W = \frac{12S}{d^2(m^3 - m)}, \quad (1)$$

де S – сума квадратів відхилень всіх рангових оцінок кожного об'єкта експертизи від середнього значення; d – кількість експертів; m – кількість об'єктів експертизи.

Коефіцієнт узгодженості приймає значення в діапазоні $0 < W < 1$. При цьому у разі $W = 0$ маємо констатувати повну невідповідність групи експертів, для отримання достовірних оцінок необхідно уточнити вихідні дані і (або) змінити склад експертної групи. $W = 1$ свідчить про повну однотайність їх думок. При $W = 1$ не завжди можна вважати оцінку об'єктивною. Може виявитися, що всі члени експертної групи погодилися дотримуватися одних і тих же поглядів.

Необхідно, щоб знайдені значення W були більше встановленого значення W_z , наприклад: $W_z = 0,5$, ($W > W_z$).

Якщо $W > W_z$, то висновки експертів більш узгоджені.

При $W < 0,5$ – оцінки не можна вважати достатньо послідовними.

У випадку, якщо експерту складно надати перевагу одному об'єкту перед іншими, він приписує низці об'єктів однакові ранги. За наявності когерентних рангів коефіцієнт узгодженості розраховується за формулою:

$$W = \frac{12S}{d^2(m^3 - m) - d \sum_{s=1}^d T_s}, \quad (2)$$

$$T_s = \sum_{k=1}^{H_s} (h_k^3 - h_k), \quad (3)$$

де T_s – індекс когерентності рангу в S -му рейтингу;

H_s – кількість груп рівних рангів в S -му рейтингу;

h_k – кількість рівних рангів у k -ій групі когерентних рангів при ранжуванні S -го експертом.

Величина $d(m-1)W$ має розподіл χ^2 з $\nu=m-1$ ступенями свободи,

$$X^2 = \frac{12S}{d_m(m+1) - \frac{1}{m-1} \sum_{s=1}^d T_s}. \quad (4)$$

Імовірність того, що випадкова величина буде мати значення не менше спостережуваного значення X^2 : $\alpha = P\{X^2 > X^2_{\alpha}\}$ є функцією X^2_{α} та числом ступенів свободи $k = l-r-1$, l – кількість параметрів (характеристик); r – число параметрів теоретичного закону розподілу експериментальних даних.

Маємо наголосити, що на результати експертизи впливає не лише якісний, а й кількісний склад експертів. Збільшення кількості експертів в групі підвищує точність вимірювань, що характерно для багаторазових вимірювань. Мінімальну кількість експертів n , яка забезпечує задану точність вимірювань, можна встановити, знаючи закон розподілу експертних висновків і гранично допустиму стандартну похибку оцінки Sx :

$$n = \sqrt{Sx / S_{\Delta Q}}, \quad (5)$$

$$S_{\Delta Q} = \sqrt{\left(\frac{1}{n_1 - 1} \sum_{l=1}^n (x_l - \bar{x})^2 \right)}, \quad (6)$$

де $S_{\Delta Q}$ – стандартне відхилення;

\bar{x} – середнє арифметичне експертних оцінок;

n_1 – кількість оцінок, які виставлялися експертами.

Оцінка значущості коефіцієнту узгодженості W , який є випадковою величиною, може бути проведена за критерієм Пірсона X^2 .

Якщо узгодженість відповідей експертів була незадовільною, потрібно провести більш детальний аналіз. Зокрема, необхідно з'ясувати, які експертні групи сильно відрізняються в своїх думках, які ні. Для цього слід дослідити кореляції між судженнями експертів в кожній парі. Такими парами будуть C^2N , де N – число експертів.

$$R_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{N(N^2 - 1)}, -1 \leq R_s \leq 1, \quad (7)$$

де d_i – різниця рангів для дослідів з номером i .

За повної згоди експертів $R_s = 1$, і а у разі повної незгоди експертів $R_s = -1$ (експерти прихильники двох різних абсолютно протилежних підходів), $R_s \approx 0$ – спектр експертних висновків дуже великий (експертиза не пройшла).

Для перевірки достовірності дослідження висуваємо нульову гіпотезу (H_0) про відсутність кореляції думок.

Якщо обсяг вибірки $N < 9$, то знаходимо R_s і перевіряємо виконання умови $|R_s| > |R_{спост}|$.

Якщо ця ні, то нульова гіпотеза відкидається і вважається, що думка експертів є корельованою.

Якщо обсяг $N \geq 9$, то R_s наближені за розподілом Стьюдента.

Визначаємо:

$$T_{розр} = t_{кр}^{(a,v)} \sqrt{\frac{(1 - R_s^2)}{N - 2}}, \quad (8)$$

де $t_{кр}$ – критична точка односторонньої області розподілу Стьюдента з числом ступенів свободи $v = N - 2$ для рівня значущості α .

Якщо $R_{спост} > T_{кр}$, то гіпотеза H_0 про відсутність кореляції думок відхиляється. Вважаємо, що думки експертів корелюються (узгоджуються), а в іншому випадку ні. Маємо звернути на деякі обмеження стосовно кількості елементів, які підлягають ранжируванню в кожній вибірці. Бажано, щоб їх кількість коливалась з 5 до 40, водночас бажано, щоб обидва співвіднесених набори були представлені неспівпадаючими рангами. Якщо має місце велика кількість однакових рангів, доцільно застосувати скорегований коефіцієнт

$$\rho_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2 + T_a + T_b}{m(m^2 - 1)}, -1 \leq R_s \leq 1 \quad (9)$$

$$T_a = \sum_{i=1}^k \frac{(a^3 - a)}{12}, \quad (10)$$

$$T_b = \sum_{i=1}^l \frac{(b^3 - b)}{12}, \quad (11)$$

де m – кількість елементів, які підлягають ранжуванню,

a, b – розмірність кожної групи однакових рангів у серіях першого та другого рангів відповідно,

k, l – кількість груп з однаковими рангами в першому і другому ряду,

d_i – різниця рангів для дослідів з номером i .

Наступний крок полягає в отриманні єдиної кількісної оцінки альтернативи за різних зовнішніх умов за допомогою інтегрального критерію ефективності. Значення інтегрального критерію за різних варіантів розвитку подій для можливих альтернатив є вхідними даними для формування обґрунтованих пропозицій. Застосування набору таких критеріїв прийняття рішень в умовах ризику та невизначеності, як максимакс, Вальда (максмін), Лапласа, Севіджа, Гурвіца, Ходжеса-Лемана, Гермейєра, добутоків Байєса, мінімуму середнього ризику, дозволить істотно збільшити ефективність рішень, які приймаються.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі. У статті запропоновано методологію побудови консолідованого математичного інструментарію, який спрямовано на підвищення ефективності системи керування автотранспортного підприємства. Основною перевагою є те, що він дозволяє формувати ефективні рішення та розв'язувати завдання, які стоять перед системою прийняття стратегічних і тактичних рішень. Перспективність застосування системи для автотранспортних підприємств і логістичних підрозділів зумовлена можливістю її нескладної трансформації під особливості конкретного підприємства. Це неспростовно дозволить удосконалити систему.

Список використаних джерел:

1. A. D. Chandler, *Strategy and Structure*. Cambridge, MA: MIT Press, 1962. [Google Scholar]
2. K. R. Andrews, *The Concept of Corporate Strategy*. Homewood, IL: Irwin, 1980. [Google Scholar]
3. H. I. Ansoff, *Corporate Strategy: An Analytical Approach to Business Policy for Growth and Expansion*. McGraw Hill Book Co. : N.Y., 1965. [Google Scholar]
4. G. Hamel, C. Prahalad, *Competing for the Future*. Boston, Massachusetts : Harvard Business School Press, 1994. [Google Scholar]
5. Ogli V, Shapovalov A. Innovative development of the transport automobile system of Ukraine: problems and prospects. Monograph 28. Katowice: Katowice School of Technology. Poland, 2019. P. 193–200. URL: www.wst.com.pl
6. Ogli V, Shapovalov A. Digital transformation in the transport industry: a test and new horizons for business. Monograph 42. Katowice: Publishing House of Katowice School of Technology. 2020. P. 286–292.
7. Прокудін Г.С. Моделі і методи оптимізації перевезень у транспортних системах : монографія. Київ : Нац. Тр-т Ун-т, 2006. 224 с.
8. Моделирование параметров транспортной сети в среде автоматизированной системы поиска оптимальных решений / В.Б. Мокін та ін. Міжнародний науково-технічний журнал «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія», 2010. № 2(18). С. 20–24.
9. V. Shynkarenko, O. Kryvoruchko, I. Fedotova *Competitiveness Management in Motortransport*. EnterprisesSHS Web Conf. Volume 67. 2019.
10. Гнатенко Г.М., Снитюк В.Є. Експертні технології прийняття рішень. Київ : ТОВ «Маклаут, 2008.
11. Хрущ Н.А., Корпан О.С., Желіховська М.В. Проблеми прийняття управлінських рішень в системі стратегічного управління підприємствами. 2010.
12. Оглих В.В., Криворучко С.П. Система модели формирования эффективной бизнес-стратегии предприятия в условиях конкуренции. Бизнес Информ. 2012. № 5. С. 250–255.

References:

1. A. D. Chandler, *Strategy and Structure*. Cambridge, MA: MIT Press, (1962). [Google Scholar]
2. K. R. Andrews, *The Concept of Corporate Strategy*. Homewood, IL: Irwin, (1980). [Google Scholar]
3. H. I. Ansoff, *Corporate Strategy: An Analytical Approach to Business Policy for Growth and Expansion*. McGraw Hill Book Co.: N.Y., (1965). [Google Scholar]
4. G. Hamel, C. Prahalad, *Competing for the Future*. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press, (1994). [Google Scholar]
5. Ogli V, Shapovalov A. Innovative development of the transport automobile system of Ukraine: problems and prospects. Monograph 28. Katowice: Katowice School of Technology. Poland, 2019. P. 193-200. URL: www.wst.com.pl
6. Ogli V, Shapovalov A. Digital transformation in the transport industry: a test and new horizons for business. Monograph 42. Katowice: Publishing House of Katowice School of Technology. 2020. P. 286-292.
7. Prokudin G. S. Modeli i metody optimizatsiyi perevezen u transportnihsistemah: Monografiya. K.: Nats. Tr-t Un-t, 2006. 224 p
8. Modelyuvannya parametrov transportnoy imerezhi v seredovishchi avtomatizovanoy isistemi poshuku optimalnihreshen / V. B. Mokin ta in.: Mizhnorodniy naukovo-tehnichniy zhurnal «Informatsiynitehnologiyi ta komp'yuternainzheneriya», 2010. № 2 (18). С. 20-24
9. V. Shynkarenko, O. Kryvoruchko, I. Fedotova *Competitiveness Management in Motor ransport: Enterprises SHS Web Conf. Volume 67, 2019*
10. Gnatenko G. M., Snituk V. E. Expert technologies of decision-making. K.: Maklout LLC, 2008.
11. Khrushch N. A, Korpan O. S., Zhelichovskaya M.V. Problems of management decisions in the system of strategic management of enterprises. 2010.
12. Oglich V. V., Kryvoruchko S. P. The system of modeling of effective business strategies of preference in competition. Business Informs, 2012. 5: С. 250-255.

DOI <https://doi.org/10.32782/2521-6643-2022.1-63.4>
УДК 004

Ульяновська Ю. В., кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри комп'ютерних наук
та інженерії програмного забезпечення
Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0001-5945-5251

Яковенко В. О., доктор технічних наук, доцент,
професор кафедри комп'ютерних наук
та інженерії програмного забезпечення
Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0001-7762-5410

Яковенко Т. Ю., кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних наук
та інженерії програмного забезпечення
Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0003-1900-8283

Рябоволенко В. А., викладач кафедри комп'ютерних наук
та інженерії програмного забезпечення
Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0002-3049-2718

РОЗРОБКА ПЛАГІНУ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД ВІРУСНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

З розвитком інформаційно-комунікаційних технологій та імплементації Інтернету майже в усіх сферах життєдіяльності суспільства виникає проблема поширення в мережі та проникнення до користувачів небажаного контенту, який може нанести користувачам як моральну, так і матеріальну шкоду. Одним зі шляхів вирішення цієї проблеми є фільтрація контенту, що надходить до користувача. Це призводить до формулювання науково-прикладного завдання щодо формування системи фільтрації контенту в Інтернеті, а також прикладного програмного забезпечення реалізації цього завдання, що зумовлює актуальність цього дослідження. Робота пов'язана з розробкою програмного забезпечення, що перевіряє текстовий Web-контент з метою виявлення шкідливих ресурсів і захисту користувачів від шкідливої інформації.

Ключові слова: плагін, Web-контент, захист від шкідливої інформації.

Ulianova Yu. V., Yakovenko V. O., Yakovenko T. Yu., Riabovolenko V. A. Developing a plugin to protect against virus information

With the development of information and communication technologies and the implementation of the Internet in the almost all spheres of social life, the problem of dissemination and penetration of inappropriate content, which could cause both moral and material harm to users, arises. One of the ways to solve this problem is to filter the content coming to the user. This leads to the scientific and practical issue of developing a content filtering system on the Internet, as well as the applied software to implement this task. The significance of this issue determines the relevance of this research. The paper is related to the development of a software that checks the text content of the Web in order to identify potentially dangerous resources and protect users from unwanted information.

Key words: plugin, Web-content, protection against unwanted information.

Постановка проблеми. Однією з основних ознак розвитку сучасного суспільства є стрімкий розвиток інформаційних технологій, зокрема Інтернет-технологій.

Інформатизація нашого суспільства спричиняє як позитивні, так і негативні наслідки. З одного боку, користувач має доступ до великих масивів даних, можливість досить швидкого пошуку необхідної інформації, а з іншого боку, неконтрольовані вебресурси впливають на психіку, фізичне здоров'я, соціальну поведінку людей. Особливо цьому впливу піддаються молодь та підлітки.

Популярність інтернет-ресурсів, крім позитивних моментів швидкого доступу до необхідної інформації, призвела до зростання кількості порушень прав та поширення недостовірної й конфіденційної інформації. На жаль, більшість користувачів не володіють інформацією про безпеку Інтернету й не мають сформованої онлайн-культури. Тому часто вони не розуміють, як можуть захиститися [1].

© Ю. В. Ульяновська, В. О. Яковенко, Т. Ю. Яковенко, В. А. Рябоволенко, 2022

Все більше уваги громадськості та науковців привертають актуальні і болючі для українського суспільства проблеми, зокрема посилення негативного впливу засобів масової інформації, в тому числі Інтернету.

На думку багатьох дослідників комунікацій, найхарактернішою ознакою сучасного етапу розвитку Інтернету є запровадження засобів персоналізації. Момент, коли гіганти ІТ, такі як Google чи Facebook, почали широко використовувати ці технології, називають початком «ери персоналізації» в Інтернеті. Однак негативний вплив цих явищ на суспільство, політику, права людей здебільшого залишається недооціненим та малодослідженим [2].

Саме тому захист користувача від шкідливих ресурсів, виявлення та фільтрування небажаного («шкідливого») контенту в Інтернеті є надзвичайно актуальним питанням сьогодення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У звіті спеціальної комісії Internet Safety Technical Task Force зазначається, що поганий вплив, який має Інтернет, перебільшений. Звіт став завершенням річної роботи представників трьох десятків компаній та організацій під керівництвом гарвардського BerkmanCenterfor Internet & Society. Вивчивши питання безпеки користувачів у мережі, члени комісії дійшли висновку, що Інтернет не є у цьому сенсі чимось принципово особливим. Небезпеки, яким користувачі піддаються в Інтернеті, складні і багатогранні, і здебільшого мало відрізняються від небезпек, які загрожують їм у реальному світі.

Водночас за даними агентства стратегічних досліджень Інтернет-залежність – це явище, яке останніми роками набуло справді вражаючого розмаху.

Інтернет-залежність, яка проявляється відхиленням у поведінці, за якого в людини порушується відчуття реальності, втрачається відчуття часу і критичне мислення, обмежується управління своїми вчинками, вона стає менш активною, порушується цикл сну і неспання. Настає психічна та фізична залежність.

Вплив негативних контентів має різноманітний характер. Крім вище вказаних негативних наслідків, які приводять до збиткової ваги, існує й більш небезпечна проблема – самогубство, кримінальні правопорушення тощо.

У роботі [3] запропоновано метод застосування моделей глибокого навчання до задачі аналізу тональності текстових даних, який відрізняється від наявних своєю структурою, що дозволяє підвищити точність виявлення інформаційно-психологічних впливів у контенті соціальних мереж.

У роботі [4] розглянуто підходи до опрацювання контенту у системах фільтрації вебресурсу, надано оцінку методам її реалізації з точки зору безпеки, конфіденційності та інших аспектів, які роблять цей процес більш ефективним. У роботі [5] наведено аналіз показників результативності, яка виникає на різних рівнях – для населення, підприємств і держави загалом. Одержала подальший розвиток наявна система індикаторів оцінки технологічної результативності впровадження комплексної системи фільтрації контенту шляхом додавання показників вартості та рівня адаптивності. Показано векторну спрямованість наявних і запропонованих індикаторів.

По-перше, від якісних і ефективних методів аналізу і фільтрування.

По-друге, від якісного складу самої системи фільтрації, а саме від рівня протоколів передачі даних, портів та інших пристроїв, що задіяні в такому процесі.

Виходячи з вищесказаного, у цій роботі запропонована практична реалізація систем фільтрації контенту.

Мета статті. Метою цієї статті є розробка плагіну для опрацювання текстового контенту на Web-контентах для автоматизації виявлення шкідливих ресурсів та захисту користувачів від вірусної інформації.

Виклад основного матеріалу. Контент-аналіз являє собою систематичну числову обробку, оцінку та інтерпретацію форми і змісту інформаційного джерела. При цьому увага зосереджується на елементах контекстуального вживання, оцінці інформації, аналізі способу презентації інформації, адекватній оцінці значимості інформації. Виділяють кількісний і якісний контент-аналіз. Кількісний контент-аналіз орієнтований на дослідження частоти появи в тексті зазначених вище характеристик змісту. Він легше піддається реалізації в комп'ютерних програмах. Якісний контент-аналіз передбачає формування думки або певного питання навіть на основі єдиної присутності або відсутності певної характеристики змісту [6].

Обов'язковим елементом системи опрацювання Web-ресурсів є контентно-пошукова підсистема. До складу контентно-пошукової підсистеми системи опрацювання Web-ресурсів входять чотири основні модулі [7]:

1. Модуль реєстрації користувача і введення запиту.
2. Модуль опрацювання контенту.
3. Модуль пошуку контенту.
4. Модуль збереження та подання контенту

Виділяють такі стадії аналізу вебконтенту [3]:

1. Підготовка програми аналізу документів. На цьому етапі, як правило, формується так звана емпірична теорія дослідження. Тобто вхід і підготовки до проведення аналізу систематизуються гіпотези, які існують у контексті цієї проблематики, та відкидаються ті з них, які не піддаються верифікації на даних інформаційного масиву.

2. Відбір джерел аналізу. Необхідно визначити коло джерел, які містять матеріали та інформацію.

3. Визначення емпіричних моделей аналізу, формування вибірки (підбір комунікаційних органів, вибір матеріалів за різні періоди часу, визначення видів повідомлень, типу вибірки).

4. Розроблення методики конкретного аналізу.

5. Пілотажне дослідження, перевірка надійності методики.

6. Збір первинної емпіричної інформації.
7. Кількісне опрацювання зібраних даних.
8. Інтерпретація здобутих результатів, висновки дослідження.

Для вирішення поставленого завдання розробки автоматизованої системи аналізу вебконтентів та медіаресурсів необхідно провести їх класифікацію для віднесення ресурсів до негативних або позитивних. Здебільшого контенти класифікують за допомогою інформаційно-пошукових мов (ІПМ). Частковим випадком ІПМ є рубрикатор.

Наявні також спеціальні процедури підрахунку результату контент-аналізу, наприклад, формула розрахунку коефіцієнта Яніса, призначеного для обчислення співвідношення позитивних і негативних (щодо вибраної позиції) оцінок, думок, аргументів [9]. Коефіцієнт Яніса можна застосовувати, наприклад, для розрахунку співвідношення позитивних і негативних думок, висвітлених у коментарях користувачів щодо продукції, яка реалізується через систему електронної комерції. У разі, якщо кількість позитивних оцінок перевищує кількість негативних, коефіцієнт Яніса вираховується за формулою:

$$c = \frac{f^2 - fn}{rt} \quad (1),$$

де f – кількість позитивних оцінок;

n – кількість негативних оцінок;

r – об'єм змісту тексту, що має пряме відношення до проблеми, яка досліджується;

e – загальний об'єм аналізованого тексту.

У разі, коли кількість позитивних оцінок менша за негативну, коефіцієнт Яніса знаходиться за формулою:

$$c = \frac{fn - n^2}{rt} \quad (2).$$

У роботі [7] зазначається, що метод інформаційного пошуку, заснований на подібності ПРК із ПОК, не може повністю забезпечити пошук усієї множини контенту, що відповідає інформаційному запиту. Це призводить до того, що частина контенту, яка відповідає запиту, тобто релевантних йому, залишається невиданою користувачеві. Водночас у множині виданого контенту є такий, який не відповідає запиту, тобто не є релевантним. Фактично у будь-якій реальній контентно-пошуковій підсистемі є два основні типи помилок:

– помилки 1-го роду (або пропуск мети): невидання користувачеві фактично релевантного його запиту контенту;

– помилки 2-го роду (або помилкова тривога, інакше шум): видавання користувачеві нерелевантного контенту, який не відповідає поставленому запиту.

Наявність помилок 1-го і 2-го роду в реальній системі зумовлює розподіл усього масиву контенту системи щодо запиту на чотири підмасиви (табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл масиву контенту

Масиви	Видане	Невидане
Релевантні	A – виданого релевантного контенту	C – невиданого релевантного контенту
Нерелевантні	B – виданого нерелевантного контенту	D – невиданого нерелевантного контенту

Наявні такі показники ефективності контентно-пошукової підсистеми, де a – кількість виданих релевантних документів; b – кількість виданих нерелевантних документів, c – кількість не знайдених релевантних документів; d – кількість не знайдених нерелевантних документів.

Таблиця 2

Показники ефективності контентно-пошукової підсистеми

№	Коефіцієнт	Характеризує частину	Формула
1	Повноти p	Виданого релевантного контенту у всьому масиві релевантного контенту	$p = \frac{a}{a + c}$
2	Точності n	Виданого релевантного контенту у всьому масиві виданого контенту	$n = \frac{a}{a + b}$
3	Шуму e	Виданого нерелевантного контенту у всьому масиві виданого контенту	$e = \frac{b}{a + b} = 1 - n$
4	Осаду q	Виданого нерелевантного у всьому масиві нерелевантного контенту	$q = \frac{b}{d + b}$
5	Специфічності k	Не знайденого нерелевантного контенту у всьому масиві не релевантного контенту	$k = \frac{d}{d + b}$

Алгоритм виявлення негативного інтернет-контенту. Проаналізувавши вхідні та вихідні дані, було реалізовано алгоритм роботи системи виявлення та фільтрування Web-контенту:

1. У background.js фоновій сторінки вебплагіну підписуємося на подію зміни поточної вкладки браузера, а також на подію початку будь-якого вебзапиту з відкритої сторінки.

2. Тоді як користувач відкрив сторінку і з неї почав завантажуватися будь-який контент, спрацьовують події, на які ми підписалися в 1 пункті. З кожного об'єкта, який передається в оброблювачі подій, отримуємо URL запитованого ресурсу.

3. Базуючись на масиві URL запитованих ресурсів, формуємо масив, який складається виключно з доменів (він буде меншим, ніж початковий, тому що деякі ресурси можуть запитуватися з одного і того ж вебсайту).

4. Ініціюємо запит до сервера, куди передається масив доменів. На стороні сервера перевіряємо у базі даних те, чи є домени «шкідливими» та встановлюємо прапор blacklisted у true/false. Отриманий результат із серверу кеширується на стороні клієнта на деякий час, щоб у подальшому зменшити кількість запитів до сервера.

5. Аналізуємо результат перевірки доменів з пункту 4 та підраховуємо коефіцієнт Яніса за формулою 1 чи 2, залежно від кількості позитивних оцінок. Якщо коефіцієнт Яніса має велике значення, то показуємо overlay – блок з чорним фоном і попередженням, що на сторінці може бути присутнім шкідливий контент. Overlay додається, використовуючи код, який знаходиться у contentscript.js, тому що він має доступ до DOM-моделі документа.

6. Коли відкривається будь-яка вебсторінка, за допомогою коду зі background.js зберігаємо в БД інформацію про неї. Надалі через сторінку адміністратора можна проаналізувати те, скільки «шкідливого» контенту було виявлено на певній сторінці, і як багато часу користувач переглядав її.

7. За допомогою contentscript.js відображаємо в лівому куті екрана інформацію для адміністратора (якщо той пройшов аутентифікацію), про кількість шкідливого контенту на сторінці, а також кнопку «обмежити доступ», якщо він вважатиме за потрібне зробити це, щоб користувач не мав до нього доступ.

У відповідності до результатів дослідження предметної області, поставленого завдання та описаного алгоритму роботи системи можуть бути виділені категорії концептуальних класів, що наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Категорії концептуальних класів

Категорія	Приклади
Фізичні та матеріальні об'єкти	– користувачі; – звіти.
Ролі людей	– суперадміністратор; – адміністратор; – звичайний користувач.
Події	– створення та адміністрування користувача; – опрацювання даних, що надійшли з вебплагіну; – формування журналів статистики роботи вебплагіну та помилок, що були виявлені під час їх роботи.
Процеси	– авторизація; – робота з користувачами; – робота зі вебконтентами; – робота з журналами.

Користуючись списком категорій та підходом архітектурного патерну MVC, розроблено список класів для предметної області:

1. Користувачі.

Опис розробленого застосунку. Для розробки програмного забезпечення використано такі технології та мови програмування:

AJAX (англ. Asynchronous JavaScript and XML – Асинхронний JavaScript та XML) – це технологія звертання до серверу без перезавантаження сторінки за допомогою JavaScript. Головна особливість полягає в тому, що за рахунок цього зменшується час відгуку вебдодатка.

JavaScript – динамічна, об'єктно-орієнтована прототипна мова програмування. Реалізація стандарту ECMAScript. Найчастіше використовується для створення сценаріїв вебсторінок, що дає можливість на боці клієнта (пристрої кінцевого користувача) взаємодіяти з користувачем, керувати браузером, асинхронно обмінюватися даними із сервером, змінювати структуру та зовнішній вигляд вебсторінки.

JSON (англ. JavaScript Object Notation) – це текстовий формат обміну даними, що не залежить від мови програмування. Це формат легкий як для сприйняття людиною, так і для обробки пристроями.

Apache – це надійний та гнучкий до налаштування HTTP-сервер, що обробляє HTTP-запити. Він використовується для передачі через HTTP протокол статичних та динамічних вебсторінок [8].

MySQL – це система керування реляційними базами даних. Реляційна база даних являє собою структурований за певними правилами набір даних.

Для того щоб запобігти несанкціонованому доступу, вхід у систему здійснюється з перевіркою логіну та пароля користувача. Пароль шифрується за допомогою алгоритму хешування md5, що перетворює масив вхідних даних довільної довжини у бітову строку фіксованої довжини, яка є унікальною. Результат роботи хеш-функції зберігається у базу даних.

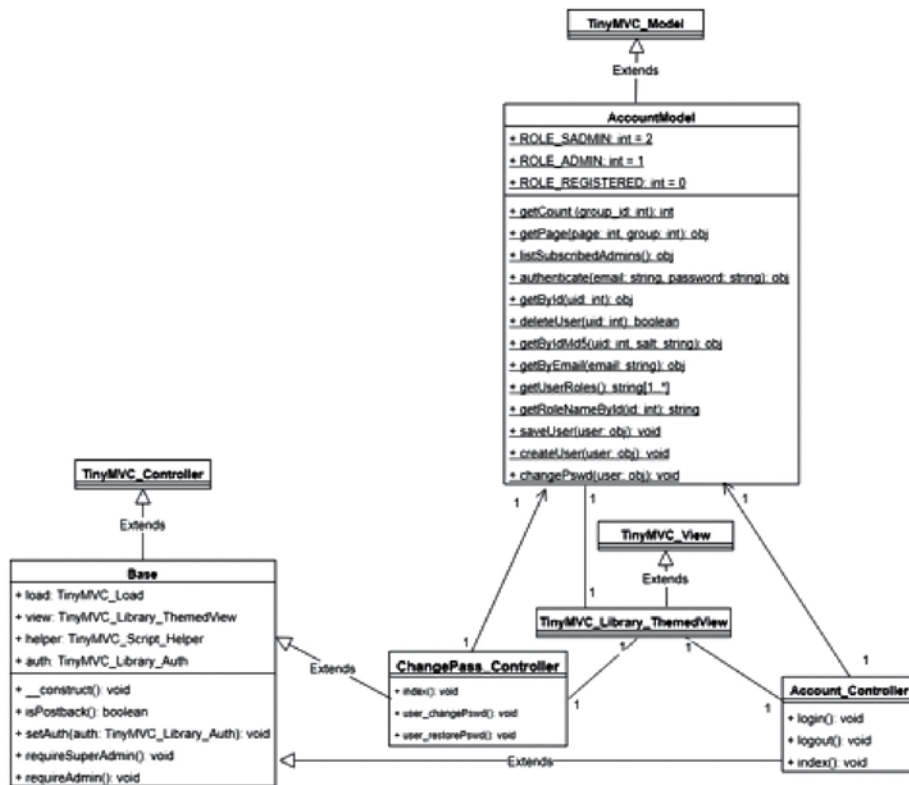


Рис. 1. Діаграма MVC класів для роботи з користувачами
2. Вебконтенти та їх логотипи.



Рис. 2. Діаграма MVC класів для роботи з вебконтентами та їх логотипами

Розглянемо основний функціонал розробленого програмного забезпечення. Користувач може налаштувати роботу плагіну під свої потреби. У налаштуваннях плагіну можливо вибрати сценарій роботи (рис. 3).

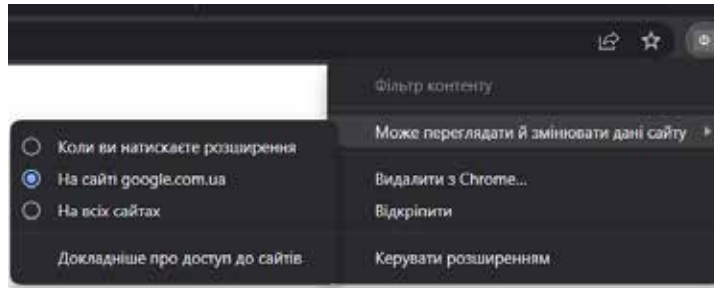


Рис. 3. Сценарії роботи плагіну

Передбачена можливість заблокувати небажаний контент на вебресурсі, на якому знаходимось (рис. 4).

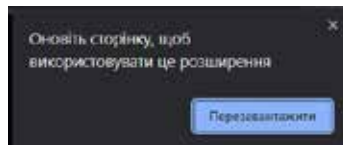


Рис. 4. Запит плагіну на перезавантаження сторінки

Плагін дозволяє додавати конкретний вебресурс до списку, що буде перевірятися плагіном. Список ресурсів можна переглянути в налаштуваннях плагіну у браузері (рис. 5).

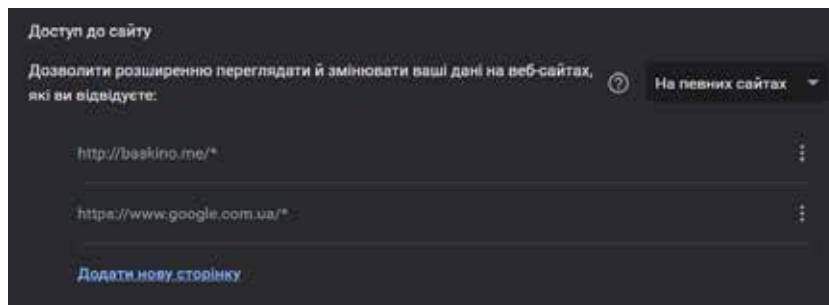


Рис. 5. Список ресурсів, де працює плагін

Сторінка (рис. 4) для звичайного та суперадміністратора має посилання на сторінку адміністрування користувачів «Users», їх груп «Groups», а також каналів даних (вебконтентів) «Channels».

Група, для якої виконується адміністрування, може бути вибрана за допомогою списку, що випадає під час натискання на назву групи. Звичайний користувач не може змінювати групу та бачити інформацію про її інших учасників.

Також суперадміністратор, на відміну від інших ролей, має можливість: генерувати тестові дані у форматі JSON, для імітації роботи вебплагіну – «Data Generator»; переглядати журнал даних вебплагіну у неопрацьованому вигляді – «Raw Log»; адмініструвати логотипи каналів – «All Channel Logos».

Усі типи користувачів мають доступ до формування звітів «Reports» щодо почасового перегляду вебконтентів «Watching Hours» та звіту, що відображає частку перегляду вебконтентів від загального часу «TimeAmount».

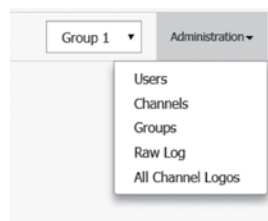


Рис. 6. Головна сторінка для суперадміністратора

За результатами фільтрації плагіну провайдери з небажаним контентом додаються та зберігаються до файлу blackList.txt (рис. 7).

```
1 testad.com
2 another.domen.ru
3 reclama.org
4 googleads.g.doubleclick.net
5 googlesyndication.com
6 tpc.googlesyndication.com
7 facebook.com
```

Рис. 7. blackList.txt

У разі завантаження web-сторінки плагін перевіряє сторінку на наявність контенту, який завантажуються зі вказаних у списку ресурсів. Після знаходження такий контент буде заблокований. На рис. 6 показана робота плагіну, де у разі виключеного плагіну відображається реклама посуду, а після ввімкнення зникає небажана реклама.



а)



б)

Рис. 8. Видгляд реклами: а) до блокування рекламного банера; б) після блокування рекламного банера

Висновки з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у такому напрямі. На основі проведеного аналізу предметної області були визначені проблеми сучасних web-контентів. Наявність різно-типної шкідливої інформації вимагає впровадження додаткових засобів для фільтрації контенту користувача. Для вирішення цієї проблеми був розроблений застосунок для аналізу та фільтрації контенту web-сторінок.

Список використаних джерел:

1. Куценко С.І. Діти онлайн: як уберегти від кібербулінгу. *Українформ*. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/2702033-diti-onlajn-ak-uberegti-vid-kiberbulingu.html>.
2. Сухорольський П.М. Персоналізація в Інтернеті та її вплив на забезпечення прав людини / П.М. Сухорольський, Г.П. Хлібойко. *Правова інформатика*. 2013. № 4. С. 3–9.
3. Войтович О. Виявлення негативних впливів у соціальних інтернет-сервісах / О. Войтович, В. Островська, І. Закалов. *Цифрова платформа: інформаційні технології у соціокультурній сфері*. 2018. № 2. С. 93–105.

-
4. Saravana Balaji B. Adaptability of SOA in IoT Services – An Empirical Survey / Saravana Balaji B., Amin Salih Mohammed, Chiai Al-Atroshi. *International Journal of Computer Applications*. 2018. Vol. 182. P. 25–28.
 5. Князев О.А. Оцінка результативності впровадження комплексних систем фільтрації контенту. *Системи управління, навігації та зв'язку*. ПНТУ ім. Юрія Кондратюка. 2019. № 1. С. 147–152.
 6. Квіта Г.М. Контент-аналіз вебсайтів як інструмент фахівця з економічної кібернетики. / Г.М. Квіта, К.О. Шіковець. *Економіка та управління підприємствами*. 2017. № 10. С. 19–23.
 7. Чирун Л.Б. Особливості методів контент-аналізу текстових масивів даних web-ресурсів у межах регіону / Л.Б. Чирун, В.В. Кучковський, В.А. Висоцька. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Серія «Інформаційні системи та мережі»: збірник наукових праць. 2015. № 829. С. 296–320.
 8. Скотт Хокинс. Администрирование веб-сервера Apache и руководство по электронной коммерции. Москва: Вильямс, 2001. 336 с. ISBN 0-13-089873-2.
 9. Чирун Л.В. Застосування контент-аналізу текстової інформації в системах електронної комерції / Л.В. Чирун, В.А. Висоцька. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Серія «Інформаційні системи та мережі». 2010. № 689. С. 332–347.

References:

1. Kutsenko, S.I. Dity onlain: yak uberehty vid kiberbulinhu. Ukrinform. Retrieved from: <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/2702033-diti-onlajn-ak-uberegiti-vid-kiberbulingu.html>.
2. Sukhorolskyi, P.M. (2013). Personalizatsiia v Interneti ta yii vplyv na zabezpechennia prav liudyny / P.M. Sukhorolskyi, H.P. Khliboiko. *Pravova informatyka*. № 4. S. 3–9.
3. Voitovych, O. (2018). Vyivlennia nehatyvnykh vplyviv u sotsialnykh internet-servisakh / O. Voitovych, V. Ostrovska, I. Zakalov. *Tsyfrova platforma: informatsiini tekhnologii v sotsiokulturnii sferi*. № 2. Pp. 93–105.
4. Saravana Balaji B. (2018). Adaptability of SOA in IoT Services – An Empirical Survey / Saravana Balaji B., Amin Salih Mohammed, Chiai Al-Atroshi. *International Journal of Computer Applications*. Vol. 182. P. 25–28.
5. Kniaziev, O.A. (2019). Otsinka rezultatyvnosti vprovadzhennia kompleksnykh system filtratsii kontentu. *Systemy upravlinnia, navihatsii ta zviazku*. PNTU im. Yuriiia Kondratiuka. 2019. № 1. S. 147–152.
6. Kvita, H.M. (2017). Kontent-analiz veb-saitiv yak instrument fakhivtsia z ekonomichnoi kibernetiky. / H.M. Kvita, K.O. Shikovets. *Ekonomika ta upravlinnia pidpriemstvamy*. № 10. S. 19–23.
7. Chyrun, L.B. (2015). Osoblyvosti metodiv kontent-analizu tekstovykh masyviv danykh web-resursiv u mezhakh rehionu / L.B. Chyrun, V.V. Kuchkovskiy, V.A. Vysotska. *Visnyk Natsionalnoho universytetu “Lvivska politekhnikha”*. Seria: Informatsiini systemy ta merezhi: zbirnyk naukovykh prats. № 829. S. 296–320.
8. Skott Khokyns. (2001). Admynstrovanne veb-servera Apache y rukovodstvo po elektronnoi komertsyyi. Moskva: Vyliams, 2001. 336 s. ISBN 0-13-089873-2.
9. Chyrun, L.V. (2010). Zastosuvannia kontent-analizu tekstovoi informatsii v systemakh elektronnoi komertsii / L.V. Chyrun, V.A. Vysotska. *Visnyk Natsionalnoho universytetu “Lvivska politekhnikha”*. Seria: Informatsiini systemy ta merezhi. № 689. S. 332–347.

DOI <https://doi.org/10.32782/2521-6643-2022.1-63.5>
УДК 656.13

Фірсов О. Д., кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних наук
та інженерії програмного забезпечення
Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0002-9071-8336

Разгонов С. А., кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри транспортних технологій
та міжнародної логістики
Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0002-1244-2047

Жир С. І., кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри транспортних технологій
та міжнародної логістики
Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0002-1493-9401

Ченакал А. І., магістрант
Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ У МІСТІ ДНІПРО З ВИКОРИСТАННЯМ ТРОЛЕЙБУСІВ З АВТОНОМНИМ ХОДОМ

У статті наголошено про розробку транспортно-логістичної схеми перевезення пасажирів у місті Дніпро троллейбусними маршрутами з використанням троллейбусів з автономним ходом. У роботі проводиться аналіз троллейбусів з автономним ходом, оцінка їхніх властивостей, особливості використання та порівняння з іншими видами троллейбусів. Також порівнюються діючі троллейбусні маршрути з можливими маршрутами, де використовуються троллейбуси з автономним ходом. Розраховуються техніко-експлуатаційні та техніко-економічні показники роботи транспорту, визначаються витрати на організацію перевезення пасажирів. У результаті виконання проводиться розрахунок виручки від перевезення пасажирів троллейбусами з автономним ходом по маршрутах міста Дніпро.

Ключові слова: троллейбус, автономний хід, перевезення пасажирів, собівартість перевезення пасажирів, техніко-експлуатаційні показники.

Firsov O. D., Razghonov S. A., Zhir S. I., Chenakal A. I. Increasing the efficiency of urban electric transport in Dnipro city by using autonomously driven trolleybuses

The article emphasizes the development of a transport and logistics scheme for the transportation of passengers in Dnipro city by trolleybus routes using autonomous trolleybuses. The paper analyzes autonomous trolleybuses, evaluates their properties, features of use, and compares them with other types of trolleybuses. It also compares existing trolleybus routes with possible routes using autonomous trolleybuses. The technical-operational and technical-economic indicators of the transport are calculated, and the expenses for the organization of passenger transportation are determined. As a result of the implementation, the revenue from the transportation of passengers by trolleybuses with autonomous operation along the routes of the city of Dnipro is calculated.

Key words: trolleybus, autonomous movement, passenger transportation, technical and operational performance.

Огляд проблеми. Ефективність пасажирського транспорту не використовується на максимально можливу потужність у наш час. За допомогою підвищення цієї самої ефективності населення великих міст зможе вирішити купу проблем, з якими люди стикаються щодня під час переміщення по місту. Прикладом можуть бути: постійні затори, брак паркувальних місць, відсутність місць для переміщення велосипедистів та пішоходів, збільшення порушення ПДР тощо [1; 2].

Мета статті. Робота присвячена питанню підвищення ефективності пасажирського виду транспорту, а саме троллейбусного, з використанням троллейбусів з автономним ходом на маршрутах міста Дніпро. Крім того, в роботі розглянуто особливості використання троллейбусів, які підходять найкраще для перевезення пасажирів, та підвищення ефективності самих маршрутів у місті Дніпро, розрахування

© О. Д. Фірсов, С. А. Разгонов, С. І. Жир, А. І. Ченакал, 2022

техніко-експлуатаційних і техніко-економічних показників роботи тролейбусного транспортного засобу за маршрутами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У 1970 році тролейбусним транспортом в Україні перевезено 1536 млн пасажирів [6].

Натепер, незважаючи на значні економічні труднощі, у багатьох колишніх соціалістичних країнах продовжують експлуатуватися більшість тролейбусних систем.

Наприкінці ХХ – початку ХХІ століття екологічні, економічні та інші проблеми, викликані масовою автомобілізацією, відродили інтерес до міського електротранспорту і в Західній Європі. Одночасно багато європейських країн зробило вибір на користь трамвая, який споживав менше енергії [7].

Тролейбусний рух у світі залишається і надалі пріоритетним напрямом розвитку міського пасажирського транспорту. Міста активно оновлюють рухомий склад, наприклад Афіни (Греція), Лозанна (Швейцарія), Неаполь (Італія), Бостон, Дейтон, (США), Золінген (Німеччина), Гренобль (Франція) та ін. [8].

Вклад основного матеріалу. Тролейбус, як і автобус, рухається по автомобільній дорозі з твердим покриттям, що дозволяє використовувати наявну дорожню мережу без переобладнання. Але потребує більш якісних доріг. В Україні тролейбус повинен експлуатуватися на дорогах категорій Т або П з покриттям капітального типу, відповідних ДСТУ.

Зберігання, ремонт і технічне обслуговування рухомого складу здійснюється в тролейбусних депо (парках). На території тролейбусних депо розміщуються також цехи з обслуговування та ремонту тролейбусів, гаражі для спеціальної техніки, склади для зберігання.

Кінцеві пункти тролейбусів мають оборотні кільця. Зазвичай є розгалуження контактної мережі для можливості відстою тролейбусів, обгону різних маршрутів. Іноді облаштовуються пункти контролю технічного стану, диспетчерські пункти.

Рух тролейбусів регламентується графіком. Основні вихідні дані для складання графіка – час обороту по маршруту і кількість машин на маршруті. Визначають його дослідним шляхом. Відстежують виконання графіка і регулярність руху диспетчери.

Темою статті є визначення ефективності тролейбусних маршрутів з використанням тролейбусів з автономним ходом у місті Дніпро, а також розрахунок техніко-експлуатаційних та техніко-економічних показників роботи тролейбусного транспортного засобу за наявними та розробленими маршрутами. Для вибору автотранспортного засобу для перевезення пасажирів було проаналізовано певний ряд тролейбусів.

На поточний момент часу на тролейбусних маршрутах міста Дніпро в основному використовуються такі види тролейбусів (01.03.2021 р.):



Рис. 1. Дніпро T103



Рис. 2. Дніпро T203



Рис. 3. БKM-321



Рис. 4. ЮМЗ-Т1



Рис. 5. ЮМЗ-Т2



Рис. 6. ЗиУ-682Г

Серед цих транспортних засобів тролейбус «Дніпро Т203» буде розглядатися як основний вид тролейбусного транспортного засобу з автономним ходом у місті Дніпро. Також він буде розглядатися для порівняння ефективності сьогоденної системи тролейбусних маршрутів з можливою наявною та для порівняння їх економічної вигідності у результаті.

Тролейбусний рух у місті Дніпро здійснюється до 23:55 у будні дні, у святкові та вихідні дні деякі маршрути працюють за скороченим графіком. Кількість маршрутів – 21, довжина мережі – 187,8 км, кількість тролейбусів – 194 (4 службових), кількість тролейбусних парків – 2.

Діючий рухомий склад. 20 січня 2018 року до міста Дніпро надійшов перший тролейбус БKM 321 з 13 замовлених у ході тендера, який відбувся у серпні 2017.

Головна їхня особливість – наявність системи автономного ходу від акумуляторів на дальність до 15–20 кілометрів.

Для розрахунку техніко-експлуатаційних та техніко-економічних показників роботи тролейбусного транспорту між наявною системою тролейбусних маршрутів з використанням наявного складу депо (рис. 7) та можливою системою маршрутів з використанням тролейбусного парку лише з тролейбусів з автономним ходом («Дніпро Т203») будемо користуватися наявним розкладом та планом маршрутів тролейбусного транспортного засобу міста Дніпра (див. рис. 8), а також використовувати схему перспективного розвитку тролейбусних маршрутів з офіційного міського сайту [16] та створену власноруч.

Таблиця 1

Рухомий склад тролейбусного депо м. Дніпро станом на 1 березня 2021 р.

№ п/п	Пасажирські тролейбуси		
	Модель	Кількість, шт.	з них працюють
1	Дніпро Т203	47	45
2	ЮМЗ Т2	41	38
3	БКМ 321	38	36
4	ЮМЗ Т1Р (Т2П)	36	26
5	Дніпро Т103	11	11
6	ЗіУ-682Г	8	6
7	ЮМЗ Т1	6	2
8	ЮМЗ Т2М	1	1
9	ЮМЗ Е186	1	0
10	ЗіУ 683Б (Б00)	1	1
	Всього	190	167
	Службові тролейбуси		
11	КГТ-1	4	4
	Всього	4	4

Можливі маршрути:

Маршрут 22 – Пл. Старомостова – Лівобережний 3.

Маршрут 23 – Калиновський – Парус-2.

Маршрут В (кільцевий) – початкова/кінцева зупинка ЮМЗ (Титова).

Маршрут Г (кільцевий) – початкова/кінцева зупинка Універсам (Перемога).

Технологічний процес перевезення пасажирів складається з таких складників:

- визначення маршрутів (відстань, час тощо);
- вибір рухомого складу;
- формування маршрутів перевезення пасажирів з найефективнішим результатом;
- процес перевезення пасажирів до пунктів призначення та складання розкладу і графіків руху транспортних засобів і водіїв.

Позначення:

- наявні маршрути;
- частина нового маршруту з використанням контактної мережі;
- частина маршруту без використання контактної мережі, використовується система автономного ходу.

Ефективність перевезення та транспортні витрати залежать від продуктивності організацій роботи на маршруті та структури всього процесу.

Відомо, що у разі використання автомобільного транспортного засобу під час перевезення пасажирів враховують такі техніко-експлуатаційні показники використання транспортних засобів (надалі – ТЗ): загальний пробіг; технічна швидкість руху; експлуатаційна швидкість руху; час у наряді; виконана транспортна робота.

Розглянемо розрахунки визначення показників використання ТЗ, які приведемо на прикладі маршруту № 1, усі інші визначені показники знаходяться у таблиці 2.

РЕЖИМ РОБОТИ ТРОЛЕЙБУСНИХ МАРШРУТІВ М. ДНІПРА															
Дніпропетровський вільно-професійний		ПОНЕДІЛОК - П'ЯТНИЦЯ						СУБОТА - НЕДІЛЯ							
№№ маршрутів та інші позначення	к-сть трам-фінів	час роботи початок / кінець	інтервал руху по годинах (у хвилині)						к-сть трам-фінів	час роботи початок / кінець	інтервал руху по годинах (у хвилині)				
			з 7:00 до 8:00	з 8:00 до 12:00	з 12:00 до 15:00	з 15:30 до 18:00	з 18:00 до 20:00	з 20:00			з 7:00 до 8:00	з 8:00 до 12:00	з 12:00 до 15:00	з 15:00 до 18:00	з 18:00 до 20:00
1	вул. Титова пл. Соборна	7	6:09 год. / 19:48 год. 6:07 год. / 20:15 год.	9-16	19-34	8-18	9-16		4	6:09 год. / 19:27 год. 6:35 год. / 19:54 год.	16-19	18-35	18-35	18-35	
2	вул. Глінки ж/м Парус-2	8	6:09 год. / 19:12 год. 6:00 год. / 19:48 год.	8-16	8-16	8-16	8-16		4	6:01 год. / 19:00 год. 6:38 год. / 19:38 год.	20-40	20-40	20-40	20-40	
3	вул. Холодильна пл. Старомостова	7	6:05 год. / 19:27 год. 6:08 год. / 20:05 год.	8-16	17-21	17-19	11-19		4	6:05 год. / 19:27 год. 6:43 год. / 20:05 год.	18-20	18-40	18-36	18-36	
4	метро "Металургів" пл. Соборна	1	6:44 год. / 15:40 год. 7:17 год. / 16:20 год.	73	75	80	80								
5	вул. Титова пр. Яворницького	8	6:11 год. / 19:54 год. 6:14 год. / 20:23 год.	8-14	14-25	8-16	8-14		5	6:02 год. / 19:26 год. 6:31 год. / 19:56 год.	15	15-30	15-30	15-30	
6	пл. Соборна ж/м Придніпровський	8	6:06 год. / 18:40 год. 6:26 год. / 19:48 год.	12-16	12-37	27-29	12-16		4	6:43 год. / 18:50 год. 6:52 год. / 19:02 год.	25-28	25-45	26-52	26	
7	вул. Холодильна вул. Європейська	2	6:03 год. / 18:31 год. 6:06 год. / 19:05 год.	28-31	28-61		28-31		2	6:35 год. / 19:30 год. 7:06 год. / 19:04 год.	29-31	29-31		29-31	
8	завод Металовиробів пр. Пушкіна	4	6:08 год. / 18:29 год. 6:41 год. / 18:37 год.	18-27	18-74		18-27		3	6:08 год. / 18:19 год. 6:40 год. / 18:52 год.	15-31	30-58	30-58	15-43	
9	завод Металовиробів пл. Соборна	3	6:16 год. / 17:32 год. 6:59 год. / 18:20 год.	22-40	22-40		22-40		2	6:16 год. / 17:54 год. 6:59 год. / 18:42 год.	43-45	45-88	45-88	43-45	
10	ж/м Перемога-5 пл. Соборна	4	6:19 год. / 19:31 год. 6:25 год. / 19:05 год.	12-21	12-21	18-20	12-21		3	6:19 год. / 18:23 год. 6:45 год. / 18:50 год.	12-23	20-40	20-40	20-35	
11	ж/м Топола-3 завод Металовиробів	1	6:07 год. / 17:28 год. 6:24 год. / 17:46 год.	36-38	36-38		38								
12	ж/м Перемога-6 вул. Глінки	8	6:10 год. / 19:57 год. 6:07 год. / 19:16 год.	10-11	10-20	10-11	10-11		5	6:10 год. / 19:51 год. 6:28 год. / 19:10 год.	15-16	15-30	15-30	15-30	
14	вул. Глінки ж/м Сонячний	3	6:39 год. / 19:44 год. 6:23 год. / 20:04 год.	12-24	18-24	17-19	11-13		1	6:39 год. / 19:44 год. 6:23 год. / 20:04 год.	36	36-65	36	36	
15	пл. Старомостова вул. Каштанова	1	6:11 год. / 17:17 год. 6:28 год. / 16:47 год.	61-62			58-60								
16	ж/м Топола-3 пл. Соборна	6	6:19 год. / 19:16 год. 6:25 год. / 19:52 год.	11-20	19-20	11-20	11-20		4	6:41 год. / 19:15 год. 7:19 год. / 19:51 год.	12-20	20-38	20-38	12-20	
17	ж/м Каликовський-6 вул. Європейська	4	6:10 год. / 19:58 год. 6:16 год. / 19:29 год.	14-35	14-28	20-24	16-26		4	6:02 год. / 18:22 год. 6:33 год. / 18:53 год.	21-42	21-42	28-35	17-32	
19	ж/м Топола-3 вул. Уральська	6	6:12 год. / 18:57 год. 6:50 год. / 19:34 год.	17-30	17-39	26-40	17-30		3	6:19 год. / 17:40 год. 6:58 год. / 18:20 год.	25-77	25-50	25-50	38-86	
20	ж/м Лівобережний-3 вул. Європейська	11	6:11 год. / 19:44 год. 6:23 год. / 19:23 год.	7-12	12-14	12-14	7-12		6	6:11 год. / 19:47 год. 6:50 год. / 19:08 год.	12-14	13-26	13-26	13-26	
21	пл. Соборна ж/м Сохін-2	6	6:30 год. / 19:57 год. 6:19 год. / 19:25 год.	11-20	19-20	11-20	11-20		3	6:55 год. / 19:39 год. 6:23 год. / 19:09 год.	23-25	25-50	25-50	25-50	
A	вул. Титова Історичний музей	7	6:07 год. / 19:10 год. 6:12 год. / 19:42 год.	9-16	10-24	10-35	10-20		3	6:09 год. / 19:13 год. 6:40 год. / 19:47 год.	21-22	21-42	15-30	15-30	
B	вул. Титова Залізничний вокзал	3	6:04 год. / 19:21 год. 6:47 год. / 20:04 год.	26-27	26-54	54-80	27-28		2	6:09 год. / 18:44 год. 6:54 год. / 19:29 год.	26-50	52-80	31-50	31-80	

Рис. 7. Режим роботи тролейбусних маршрутів

Загальний пробіг визначається за формулою:

$$L_{\text{общ}} = L_{\text{пасс}}^M + L_{\text{нул}}, \text{ км.} \quad (1)$$

де $L_{\text{пасс}}^M$ – відстань проїзду тролейбуса з пасажирями, км;

де $L_{\text{нул}}^M$ – нульовий пробіг тролейбуса, км.

Технічна швидкість руху визначається діленням довжини маршруту на час проїзду по перегонах, включаючи затримки часу, пов'язані з регулюванням дорожнього руху. Характеризує середню швидкість руху автомобіля за час руху. На неї впливають: конструктивні особливості автомобіля; його тягові і гальмові якості; керованість; стійкість; маневреність; надійність; умови роботи автомобіля; тип дорожнього покриття; ширина проїжджої частини; інтенсивність руху; кліматичні і метеорологічні умови; кваліфікація водіїв:

$$V_t^M = \frac{L_M}{t_{\text{дв}}} \text{ км/год} \quad (2)$$

Експлуатаційна швидкість – це умовна середня швидкість автомобіля за час знаходження його на лінії або за одну годину робочого часу, враховуючи простої:

$$V_T^M = \frac{L_M}{t_{\text{дв}}} \text{ км/год} \quad (3)$$

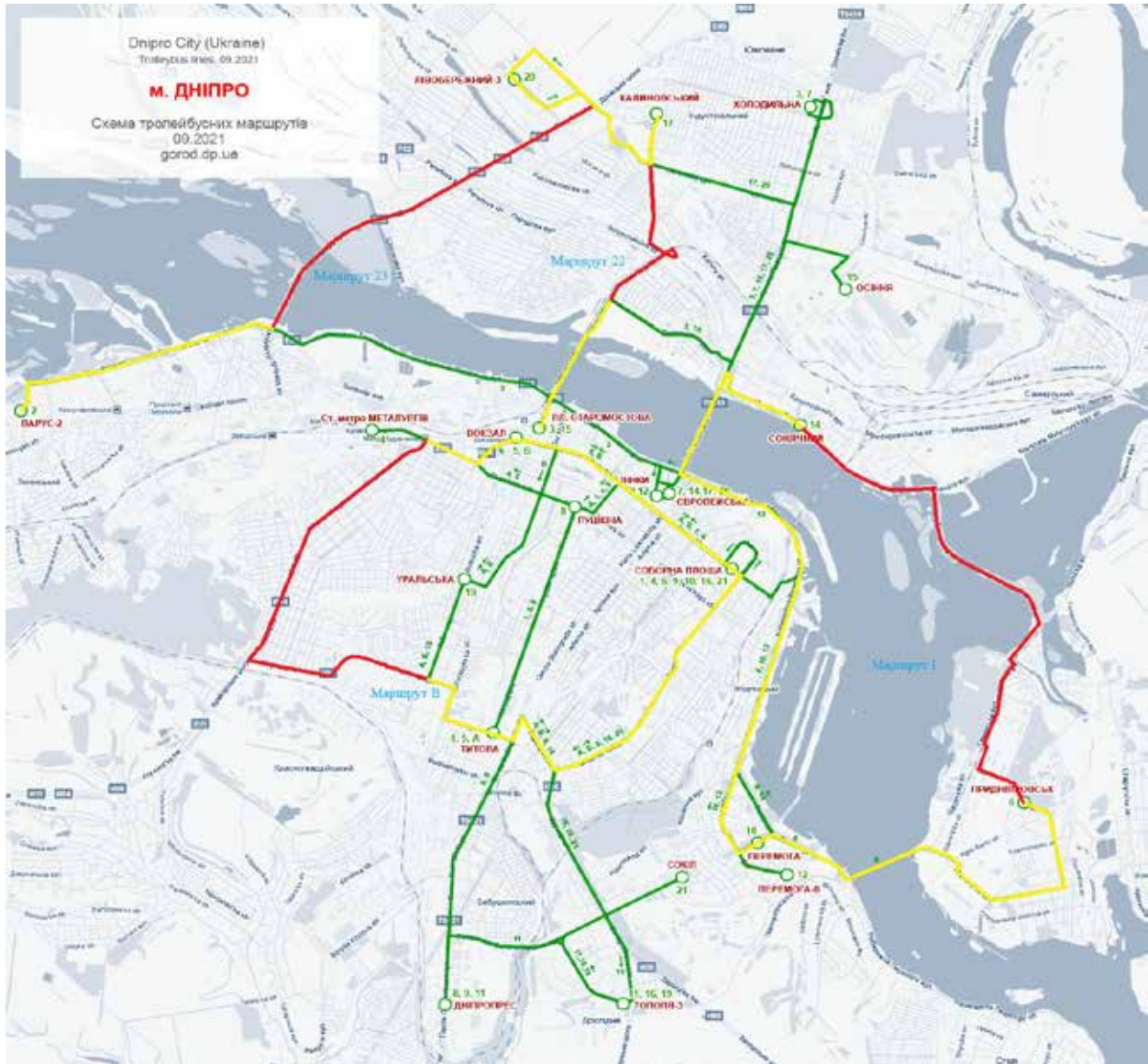


Рис. 8. Схема перспективного розвитку тролейбусних маршрутів м. Дніпро

- – наявні маршрути;
- – частина нового маршруту з використанням контактної мережі;
- – частина маршруту без використання контактної мережі, використовується система автономного ходу.

Тривалість перебування в наряді враховується за фактичним часом знаходження тролейбуса на лінії (маршруті) з моменту виїзду до моменту повернення в гараж.

$$T_H = T_M + t_H \quad (4)$$

T_M – час роботи на маршруті, год.;

t_H – час на виконання нульового пробігу, год.

$T_H = 14$ Виконана транспортна робота визначається за формулою:

$$P = Q \times L_M \quad (5)$$

де Q – обсяг перевезень пасажирів на маршруті, пас.

Таблиця 2

Результати розрахунків техніко-експлуатаційних показників роботи транспорту

Позна-чення Маршрут №	$L_{обц}$ за рейс (км)	$L_{обц}$ за день (км)	V_m^m за min/ max (км/год)	V_m^m за день (км/год)	V_m^m за min/ max (км/год)	V_m^m за день (км/год)	T_n	P рейс/ за день
1	11,73	683,49	34,99/ 16,46	48,19	29,33/ 16,76	48,26	14:16	1073/ 5717751
2	28,5	1068	50,63	65	38,86	65	14:16	1552/ 9454380
3	10,88	620,16	40,8/ 31,09	44,46	40,8/ 31,09	44,46	13:57	1251/ 4065149
4	35,79	82,74	25,61/ 18,78	22,54	29,83/ 26,84	24,82	3:20	1080/ 26996
5	10,07	677,36	32,87/ 18,41	47,26	27,46/ 18,31	47,42	14:17	882/ 6830595
6	58,05	748,2	60,19/ 26,03	57,11	65/52,61	58,15	12:52	1846/ 3573372
7	8,48	169,6	16,41/ 8,34	13,06	16,41/ 8,34	13,06	12:59	975/ 390080
8	20,1	376,5	22/9,14	30,7	26,8/14,53	30,78	12:14	1139/ 1558607
9	23,61	264,99	20,12	22,45	28,91	22,75	11:39	1542/ 556716
10	37,61	470,09	27,03/ 25,74	34,85	36,4/35,82	35,17	13:22	1036/ 2487796
11	16,18	83,14	25,75/ 13,95	12,95	24,89/ 24,27	13,78	6:02	642/ 108447
12	41,64	783,92	52,58/ 28,92	57,18	42,35/ 36,74	56,19	13:57	1109/ 6744722
14	19,33	240,16	19,98/ 10,83	16,46	28,29/22,3	16,97	14:09	498/ 1346457
15	29,31	95,88	9,84/9,2	9,2	19,54/ 18,71	10,9	08:48	1094/ 69994
16	22,19	763,95	34,77	56,01	40,35	55,03	13:53	1333/ 5631291
17	15,64	393,24	23,6/ 16,18	29,28	27,6/20,85	29,38	13:23	1086/ 1824894
19	21,69	465,29	22,18/ 16,64	35,71	23,24/ 19,72	35,34	13:10	1275/ 2143863
20	23,31	1064,77	60,55/ 51,9	65	36,81/ 34,97	65	13:26	1393/ 10540968
21	24,92	712,88	27,3	53,35	42,72	52,42	13:36	1256/ 5143757
А	16,76	723,92	37,35/ 17,07	53,12	33,52/ 20,52	52,71	13:44	1145/ 5937754
Б	18,66	279,58	26,36/ 13,18	20,54	27,31/ 16,46	20,68	13:31	1364/ 721503

Тепер розрахуємо техніко-експлуатаційні показники роботи транспорту з автономним ходом на базі можливої системи маршрутів (рис. 8), результати занесемо в таблицю 3.

Таблиця 3

Результати розрахунків техніко-експлуатаційних показників роботи транспорту для можливої системи маршрутів

Позна-чення Маршрут №	$L_{обц}$ за рейс (км)	$L_{обц}$ за день (км)	V_m^m при min/ max (км/год)	V_m^m за день (км/год)	V_m^m при min/ max (км/год)	V_m^m за день (км/год)	T_n	P рейс/ за день
22	27,1	750,3	32,99	51,13	34,6	50,7	14:48	1209/ 5108448
23	21,8	649,6	39,82	44,3	34,42	43,99	14:46	1562/ 3024419
В	28,5	875,8	62,5	62,16	45	61,39	14:16	2450/ 3538233
Г	44,8	1274,8	60	60	48	59,22	14:26	3210/ 2516640

Розрахунки економічних витрат на роботу та організацію транспорту мають велике значення для підвищення ефективності його роботи. За допомогою цих розрахунків визначаються планові та фактичні витрати на увесь процес роботи транспорту.

Відомо, що у розрахунку собівартості перевезень пасажирів враховуються витрати за різними статтями: заробітна плата персоналу з організації та здійснення перевозок (зарплата водіїв, керівників, фахівців і службовців); відрахування на бюджетні та позабюджетні фонди від коштів оплати праці; загальногосподарські або накладні витрати (на утримання і ремонт будівель, інвентарю, канцелярські та інші витрати); амортизація основних засобів і нематеріальних активів (у разі нарахування лінійним способом); технічне обслуговування і поточний ремонт рухомого складу (включаючи заробітну плату ремонтних і допоміжних робітників); паливо; мастильні та інші експлуатаційні матеріали; відновлення зносу і ремонт автомобільних шин. У собівартість перевезень також включаються податки і платежі відповідно до чинного податкового та бюджетного законодавства.

Розрахунки витрат на перевезення пасажирів наведемо на прикладі маршруту № 1, усі інші визначені показники знаходяться у таблиці 2.

Розрахунок витрат на перевезення пасажирів:

Заробітна плата водіїв визначається за формулою:

$$ЗП_a = \frac{T \times k_m \times k_{zn}}{M\phi} \times N_{вод} \quad (6)$$

де T – тарифна ставка першого розряду, яка діє в організації, в розрахунках прийняти рівною 2893 грн;

k_T – тарифний коефіцієнт водія залежно від габаритної довжини тролейбуса;

k_{zn} – коефіцієнт, що враховує премії за виробничі результати роботи і спеціальні види премій, доплати і надбавки до заробітної плати водія, на оплату чергових відпусток та інші, що відносяться в установленому порядку на собівартість перевезень, у розрахунках прийняти рівним 2,3;

$N_{вод}$ – кількість водіїв, які працюють на маршруті;

$M\phi$ – розрахункова середньомісячна норма робочого часу, встановлена постановою Міністерства економіки України на поточний календарний рік для організацій з відповідним режимом робочого часу, в розрахунках прийняти рівним 177,14 години.

Заробітну плату керівників, фахівців і службовців визначають за формулою:

$$ЗП_c = ЗП_a \times k_c \quad (7)$$

де k_c – коефіцієнт заробітної плати керівників, фахівців і службовців, що припадає на 1 грн заробітної плати водіїв, у розрахунках приймається рівним 0,7.

Заробітна плата персоналу з організації та здійснення перевозок за категоріями, що відносяться на 1 годину роботи, визначають за формулою:

$$ЗП = ЗП_a + ЗП_c \quad (8)$$

Податки і відрахування від коштів на оплату праці виробляються в розмірах, встановлених законодавством, і визначають за формулою:

$$O_{cc} = ЗП \times X \quad (9)$$

де X – сума нормативів податків і відрахувань від коштів на оплату праці; відповідно до встановленого податковим законодавством включає відрахування до фонду соціального захисту населення (35%) і страхові внески з обов'язкового страхування від нещасних випадків на виробництві (0,68%) і становитиме $X = 35,68$.

Загальногосподарські (накладні) витрати без урахування податків, що включаються у собівартість, і фонду заробітної плати адміністративно-управлінського персоналу, включеного до загального фонду оплати праці, визначають у відсотках від заробітної плати водіїв за формулою:

$$S_n = ЗП_a \times k_{op} \quad (10)$$

де k_{op} – коефіцієнт, що враховує загальногосподарські витрати, що припадають на 1 гривню заробітної плати водіїв, у розрахунках прийняти рівним 0,8.

Амортизаційні відрахування на повне відновлення рухомого складу визначаються лінійним способом за формулою:

$$S_a = \frac{B_a \times n_{ам}}{Др \times 100} \text{ ка грн.} \quad (11)$$

де B_a – амортизуюча вартість тролейбуса, грн;

$n_{ам}$ – норма амортизаційних відрахувань, у розрахунках прийняти 6,8%;

$Др$ – кількість робочих днів у році, в розрахунках приймається 365;

k_a – коефіцієнт коригування норм амортизації рухомого складу залежно від умов експлуатації, $k_a = 1$.

Собівартість 1 години роботи тролейбуса на маршруті становитиме:

$$C_q = ЗП + O_{cc} + S_n + \frac{S_a}{T_n} \quad (12)$$

Сумарні постійні витрати становитимуть:

$$S_{пост} = C_q \times AЧ_p, \text{ грн.} \quad (13)$$

Витрати на електроенергію становитимуть:

$$S_T = W * T_m \quad (14)$$

Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали визначаються за такою формулою:

$$S_{см} = S_{тпсм} / 100, \text{ грн.} \quad (15)$$

де $псм$ – норма витрат мастильних та інших експлуатаційних матеріалів на 1 грн витрат на електроенергію, %.

Заробітна плата ремонтних і допоміжних робітників визначається за формулою:

$$ЗПр = \frac{N_{zn} \times T \times k_n \times L}{M_\phi \times 1000} \quad (16)$$

де N_{zp} – норма витрат на заробітну плату ремонтних і допоміжних робітників на 1000 км пробігу;
 k_n – коригувальний коефіцієнт до норм залежно від типу рухомого складу, для тролейбусів $k_n = 1$.

Матеріальні витрати на ремонт і технічне обслуговування рухомого складу визначаються за формулою:

$$S_p = n_p \times \frac{L}{1000} \times \frac{I_u}{100} \times k_n \quad (17)$$

де n_p – норма витрат на запасні частини, вузли, агрегати та матеріали для технічного обслуговування і ремонту рухомого складу;

I_u – індекс цін виробників промислової продукції технічного призначення розрахований наростаючим підсумком до грудня 2001 року, в розрахунках прийняти $I_u = 281\%$.

Витрати на ремонт і відновлення автомобільних шин визначаються за формулою:

$$S_u = \frac{C_{ш} \times n_{ш} \times N_{ш}}{100 \times 1000} \times L \quad (18)$$

де $C_{ш}$ – вартість автомобільної шини, що прийнята відповідно до облікової політики організації без урахування податку на додану вартість, у розрахунках прийняти $C_{ш} = 8000$ грн;

$n_{ш}$ – кількість шин, встановлених на тролейбусі;

$N_{ш}$ – норма зносу автомобільних шин, %.

Норма зносу шин визначається за формулою:

$$N_{ш} = \frac{1000}{L_{e} \times k_{ш}} \times 100\% \quad (19)$$

де L_e – експлуатаційна норма пробігу однієї шини до списання;

$k_{ш}$ – коефіцієнт, що враховує умови експлуатації рухомого складу, для першої категорії умов експлуатації $k_{ш} = 1$.

Змінні витрати за оборот становитимуть:

$$S_{пер} = S_m + S_{см} + 3P_p + O_{cc} + S_p + S_u \quad (20)$$

Собівартість 1 кілометра пробігу тролейбуса становитиме:

$$C_{км} = S_{пер} / L \quad (21)$$

Сумарні витрати, що включаються у собівартість, становитимуть:

$$S_{заг} = S_{пост} + S_{пер} \quad (22)$$

Таблиця 4

Результат розрахунків витрат на організацію роботи транспорту

Маршрут №	1	2	3	4	5	6	7
Позначення							
$3P_g$	131,1						
$3P_c$	91,77						
$3P$	222,87						
O_{cc}	79,52						
S_n	104,88						
S_a	13,89						
$C_{ш}$	408,25	408,25	408,29	411,61	408,25	408,37	408,37
$S_{пост}$	5748,16	5503,21	5540,49	946,70	5752,24	4994,36	5141,37
S_T	4021,25	3849,88	3875,59	656,88	4024,10	3492,88	3595,70
$S_{см}$	190,21	182,09	183,31	31,07	190,33	165,21	170,07
$3P_p$	8,16	12,62	7,12	0,13	8,09	7,48	1,80
S_p	258,63	399,86	235,49	17,82	256,30	268,17	64,40
S_u	3114,49	4815,15	2835,86	214,69	3086,45	3229,31	775,54
$N_{ш}$	14,29						
$S_{пер}$	7672,26	9339,12	7216,89	1000,11	7644,79	7242,57	4687,03
$C_{км}$	11,26	8,86	11,63	21,30	11,32	10,25	27,63
$S_{заг}$	13420,42	14842,33	12757,38	1946,81	13397,03	12236,93	9828,4

Маршрут №	8	9	10	11	12	14	15
Позначення							
$ЗП_v$	131,1						
$ЗП_c$	91,77						
$ЗП$	222,87						
O_{cc}	79,52						
S_n	104,88						
Sa	13,89						
C_c	408,41	408,48	408,32	409,57	408,29	408,25	408,90
$S_{пост}$	4721,21	4579,06	5063,16	4595,37	5344,51	5474,63	3336,62
S_T	3301,53	3201,57	3541,44	3204,43	3738,50	3829,89	2330,49
S_{cm}	156,16	151,43	167,51	151,56	176,83	181,15	110,23
ЗПр	3,76	2,45	4,94	0,37	8,64	2,68	0,54
Sp	139,09	96,75	167,65	27,54	285,53	85,50	28,89
$S_{ш}$	1675,01	1165,10	2018,84	331,71	3438,37	1029,61	347,89
$N_{ш}$	14,29						
$S_{пер}$	5355,07	4696,82	5979,90	3795,13	7727,39	5208,35	2897,56
$C_{км}$	14,61	18,43	13,54	52,31	10,27	23,13	38,08
$S_{заг}$	10076,28	9275,88	11043,06	8390,5	13071,9	10682,98	6234,18
Маршрут №	16	17	19	20	21	А	Б
Позначення							
$ЗП_v$	131,1						
$ЗП_c$	91,77						
$ЗП$	222,87						
O_{cc}	79,52						
S_n	104,88						
Sa	13,89						
C_c	408,29	408,31	408,33	408,31	408,30	408,30	408,31
$S_{пост}$	5418	5361,11	5079,62	5308,03	5332,39	5430,39	5377,44
S_T	3789,91	3749,92	3552,86	3712,80	3729,93	3798,48	3761,35
S_{cm}	179,26	177,37	168,05	175,61	176,42	179,66	177,91
ЗПр	8,63	4,33	5,04	11,82	7,90	8,16	3,07
Sp	286,07	146,97	172,66	400,08	265,39	272,31	103,58
$S_{ш}$	3444,91	1769,85	2079,20	4817,76	3195,83	3279,24	1247,36
$N_{ш}$	14,29						
$S_{пер}$	7788,30	5927,96	6057,33	9179,59	7454,99	7617,37	5399,79
$C_{км}$	10,33	15,31	13,32	8,71	10,66	10,62	19,79
$S_{заг}$	13206,3	11289,07	11136,95	14487,62	12787,38	13047,76	10777,23

Тепер розрахуємо витрати на організацію роботи транспорту з автономним ходом на базі можливої системи маршрутів (рисунок 10), результати занесемо в таблицю.

Податки і відрахування від коштів на оплату праці виробляються в розмірах, встановлених законодавством.

Загальногосподарські витрати без урахування податків, що включаються у собівартість, і фонду заробітної плати адміністративно-управлінського персоналу, включеного до загального фонду оплати праці.

Таблиця 5

Результат розрахунків витрат на організацію роботи транспорту для можливої системи маршрутів

Маршрут №	1	2	3	4	5	6	7
Позначення							
$ЗП_в$	133,3						
$ЗП_с$	93,31						
$ЗП$	226,61						
O_{cc}	80,85						
S_n	106,64						
S_a	14,56						
$C_ч$	415,12	415,12	415,17	418,65	415,12	415,26	415,25
$S_{пост}$	5844,88	5595,81	5633,85	962,89	5849,04	5078,62	5227,99
S_T	4257,7	4076,35	4103,56	695,52	4260,81	3698,35	3807,21
S_{CM}	201,38	192,81	194,09	32,89	201,53	174,93	180,08
$ЗПр$	8,16	12,62	7,12	0,13	8,09	7,48	1,80
S_p	258,63	399,86	235,49	17,82	256,30	268,17	64,40
$S_{ш}$	3114,49	4815,15	2835,86	214,69	3086,45	3229,31	775,54
$N_{ш}$	14,29						
$S_{пер}$	7921,21	9577,64	7456,97	1041,9	7894,03	7459,09	4909,88
$C_{км}$	11,63	9,09	12,02	22,19	11,69	10,56	28,94
$S_{заг}$	13766,09	15173,45	13090,82	2004,79	13743,07	12537,71	10137,87
Маршрут №	8	9	10	11	12	14	15
Позначення							
$ЗП_в$	133,3						
$ЗП_с$	93,31						
$ЗП$	226,61						
O_{cc}	80,85						
S_n	106,64						
S_a	14,56						
$C_ч$	415,29	415,37	415,20	416,51	415,17	415,13	415,81
$S_{пост}$	4800,75	4656,29	5148,48	4673,24	5434,57	5566,89	3393
S_T	3495,74	3389,90	3749,76	3392,92	3958,41	4055,18	2467,58
S_{CM}	165,74	160,34	177,36	160,48	187,23	191,81	116,71
$ЗПр$	3,76	2,45	4,94	0,37	8,64	2,68	0,54
S_p	139,09	96,75	167,65	27,54	285,53	85,50	28,89
$S_{ш}$	1675,01	1165,10	2018,84	331,71	3438,37	1029,61	347,89
$N_{ш}$	14,29						
$S_{пер}$	5560,19	4895,39	6199,4	3993,87	7959,03	5445,63	3042,46
$C_{км}$	15,17	19,21	14,04	55,05	10,58	24,18	39,99
$S_{заг}$	10360,94	9551,68	11347,88	8667,11	13393,6	11012,52	6435,46

Маршрут №	16	17	19	20	21	А	Б
Позначення							
$ЗП_{\theta}$	133,3						
$ЗП_{\epsilon}$	93,31						
$ЗП$	226,61						
O_{cc}	80,85						
S_n	106,64						
Sa	14,56						
C_{η}	415,17	415,20	415,21	415,19	415,18	415,18	415,19
$S_{пост}$	5509,30	5451,57	5165,21	5397,47	5422,25	5521,89	5468,05
S_T	4012,84	3970,51	3761,85	3931,2	3949,34	4021,92	3982,60
S_{CM}	189,80	187,80	177,93	185,94	186,80	190,23	188,37
ЗПр	8,63	4,33	5,04	11,82	7,90	8,16	3,07
Sp	286,07	146,97	172,66	400,08	265,39	272,31	103,58
$S_{ш}$	3444,91	1769,85	2079,20	4817,76	3195,83	3279,24	1247,36
$N_{ш}$	14,29						
$S_{пер}$	8023,1	6160,31	6277,53	9427,65	7686,11	7852,71	5605,83
$C_{км}$	10,64	15,91	13,80	8,94	10,99	10,95	20,55
$S_{заг}$	13532,4	11611,88	11442,74	14825,12	13108,36	13374,6	11073,88
Маршрут №	22		23		В		Г
Позначення							
$ЗП_{\theta}$	133,3						
$ЗП_{\epsilon}$	93,31						
$ЗП$	226,61						
O_{cc}	80,85						
S_n	106,64						
Sa	14,56						
C_{η}	415,10		415,10		415,12		415,12
$S_{пост}$	5902,72		5935,93		5811,68		5811,68
S_T	4300,12		4324,32		4233,6		4233,6
S_{CM}	203,39		204,54		200,24		200,24
ЗПр	9,00		7,86		10,43		10,14
Sp	278,91		243,94		330,44		318,98
$S_{ш}$	3358,72		2937,56		3979,25		3841,15
$N_{ш}$	14,29						
$S_{пер}$	8230,99		7799,07		8834,81		8684,96
$C_{км}$	11,20		12,14		10,15		10,33
$S_{заг}$	14133,71		13735		14646,49		14496,64

Плата за перевезення пасажирів автомобільним транспортним засобом (виручка перевізника) визначається прийнятими тарифами, відстанню перевезення і тривалістю періоду роботи.

Розрахунки виручки від роботи тролейбусів наведено на прикладі маршруту № 1, усі інші визначені показники знаходяться у таблиці 4.

Плановий прибуток у разі заданого рівня рентабельності визначається за формулою:

$$\Pi = S_{\text{зає}} \cdot x \cdot \frac{R}{100} \quad (23)$$

де R – рентабельність перевезень, у розрахунках прийняти рівною 15%.

Податки і збори, що сплачуються з виручки, обчислюються у відповідності до чинного законодавства:

– платежі, вироблені за загальним нормативом Нп1 у розмірі 2,5%;

– єдиний платіж до бюджету Нп2 у розмірі 2%.

Вартість перевезення визначається як сума собівартості, прибутку і податків за формулою:

$$Д = S_{\text{зає}} + \Pi + N_n \quad (24)$$

Вартість перевезення з урахуванням податку на додану вартість визначається за формулою:

$$Д_{\text{ндс}} = Дх \left(\frac{100 + \varepsilon_{\text{ндс}}}{100} \right) \quad (25)$$

де $\varepsilon_{\text{ндс}}$ – ставка податку на додану вартість 18%.

Тариф за 1 кілометр пробігу та за 1 годину роботи визначається за формулами:

$$T_{\text{км}} = \frac{Д_{\text{ндс}}}{L_{\text{обш}}} \quad (26)$$

Тарифи на послуги з перевезення пасажирів на міських тролейбусних маршрутах загального користування, які здійснюються у звичайному режимі руху, розраховуються за формулою:

$$T_m = \frac{(B_{\text{п}} + \Pi_{\text{п}})}{Q_{\text{п}}} \quad (27)$$

де T_m – тарифи на послуги з перевезення пасажирів на міських тролейбусних маршрутах загального користування, які здійснюються у звичайному режимі руху;

$B_{\text{п}}$ – загальні річні витрати на здійснення перевезень, грн;

$\Pi_{\text{п}}$ – плановий річний прибуток від надання послуг, розраховується як відсоток від загальних річних витрат на здійснення перевезення, приймаємо рівним 10% від річних витрат, грн;

$Q_{\text{п}}$ – запланований річний обсяг перевезень пасажирів, обґрунтовується перевізником на підставі фактичних показників роботи або встановлюється за результатами обстеження пасажиропотоків, пас.

Таблиця 6

**Результат розрахунків розміру виручки від роботи тролейбусного транспортного засобу
або перевезення пасажирів**

Маршрут №	1	2	3	4	5	6	7
Позначення							
П	20,13	22,26	19,13	2,92	20,09	18,35	14,74
N_{n1}	344,63	381,14	327,60	49,99	344,02	314,23	252,38
N_{n2}	281,33	311,13	267,43	40,81	280,83	256,52	206,03
N_n	625,96	692,27	595,03	90,80	624,85	570,75	458,41
Д	14066,51	15556,86	13371,54	2040,53	14041,97	12826,03	10301,55
$Д_{\text{ндс}}$	14091,83	15584,86	13395,60	2044,20	14067,24	12849,11	10320,09
$T_{\text{км}}$	20,61	14,59	21,60	24,70	20,76	17,17	60,84
$T_{\text{ч}}$	1000,84	1156,14	987,14	888,78	998,38	1050,62	819,70
T_m	1,75	1,82	2,14	3,72	1,45	2,66	4,70
Маршрут №							
Позначення	8	9	10	11	12	14	15
П	15,11	13,91	16,56	12,58	19,60	16,02	9,35
N_{n1}	258,75	238,19	283,58	215,46	335,67	274,30	160,09
N_{n2}	211,22	194,44	231,49	175,88	274,02	223,94	130,68
N_n	469,97	432,63	515,07	391,34	609,69	498,24	290,77
Д	10561,36	9722,42	11574,69	8794,42	13701,19	11197,24	6534,3
$Д_{\text{ндс}}$	10580,37	9739,92	11595,52	8810,24	13725,85	11217,39	6546,06

$T_{км}$	28,10	36,75	24,66	105,96	17,50	46,70	68,27
$T_{ч}$	915,25	868,85	935,12	785,22	1048,57	836,49	802,21
$T_{м}$	2,60	4,66	2,15	6,17	1,60	1,96	7,45
Маршрут №	16	17	19	20	21	А	Б
Позначення							
П	19,80	16,93	16,70	21,73	19,18	19,57	16,16
$N_{п1}$	339,13	289,89	285,99	372,03	328,37	335,05	276,75
$N_{п2}$	276,84	236,65	233,46	303,70	268,05	273,51	225,92
$N_{п}$	615,97	526,54	519,45	675,73	596,42	608,56	502,67
Д	13842,07	11832,54	11673,1	15185,08	13402,48	13675,89	11296,06
$L_{ндс}$	13866,98	11853,83	11694,1	15212,41	13426,6	13700,50	11316,39
$T_{км}$	18,15	30,14	25,13	14,28	18,83	18,92	40,47
Маршрут №	16	17	19	20	21	А	Б
Позначення							
$T_{ч}$	1044,98	902,80	940,04	1170,18	1028,07	1030,11	859,25
$T_{м}$	1,94	2,63	2,59	1,59	1,91	1,73	4,48

Тепер розрахуємо розмір виручки від роботи тролейбусного транспортного засобу з автономним ходом у разі перевезення пасажирів для можливої системи маршрутів (рис. 8).

Таблиця 7

Результат розрахунків розміру виручки від роботи тролейбусного транспортного засобу або перевезення пасажирів для можливої системи маршрутів

Маршрут №	1	2	3	4	5	6	7
Позначення							
П	20,64	22,76	19,63	3	20,61	18,80	15,20
$N_{п1}$	353,50	389,64	336,16	51,48	352,91	321,96	260,33
$N_{п2}$	288,57	318,07	274,42	42,02	288,09	262,82	212,51
$N_{п}$	642,07	707,71	610,58	93,5	641	584,78	472,84
Д	14428,8	15903,92	13721,03	2101,29	14404,68	13141,29	10625,91
$L_{ндс}$	14454,77	15932,54	13745,72	2105,07	14430,60	13164,94	10645,03
$T_{км}$	21,14	14,91	22,16	25,44	21,30	17,59	62,76
$T_{ч}$	1026,61	1181,93	1012,94	915,24	1024,17	1076,44	845,51
$T_{м}$	1,93	1,99	2,36	4,12	1,60	2,92	5,21
Маршрут №	8	9	10	11	12	14	15
Позначення							
П	15,54	14,32	17,02	13	20,09	16,51	9,65
$N_{п1}$	266,06	245,28	291,40	222,56	343,94	282,79	165,25
$N_{п2}$	217,19	200,23	237,88	181,68	280,76	230,85	134,90
$N_{п}$	483,25	445,51	529,28	404,24	624,7	513,64	300,15
Д	10859,73	10011,51	11894,18	9084,35	14038,39	11542,67	6745,26
$L_{ндс}$	10879,27	10029,53	11915,58	9100,70	14063,65	11563,44	6757,40
$T_{км}$	28,89	37,84	25,34	109,46	17,94	48,14	70,47
$T_{ч}$	941,11	894,69	960,93	811,11	1074,38	862,29	828,11
$T_{м}$	2,87	5,16	2,38	6,85	1,76	2,17	8,26

Маршрут №	16	17	19	20	21	А	Б
Позначення							
П	20,29	17,41	17,16	22,23	19,66	20,06	16,61
N_{n1}	347,50	298,18	293,84	380,70	336,61	343,45	284,37
N_{n2}	283,67	243,41	239,87	310,77	274,78	280,36	232,14
N_n	631,17	541,59	533,71	691,47	611,39	623,81	516,51
Д	14183,86	12170,88	11993,61	15538,82	13739,41	14018,47	11607
$D_{ндс}$	14209,39	12192,78	12015,19	15566,78	13764,14	14043,70	11627,89
$T_{км}$	18,59	31	25,82	14,61	19,30	19,39	41,59
Маршрут №	16	17	19	20	21	А	Б
Позначення							
$T_ч$	1070,79	928,61	965,85	1197,44	1053,91	1055,91	882,90
$T_м$	2,14	2,91	2,86	1,75	2,10	1,90	4,94
Маршрут №	22		23		В		Г
Позначення							
П	21,20		20,60		21,96		21,74
N_{n1}	362,94		352,70		376,11		372,26
N_{n2}	296,28		287,92		307,03		303,89
N_n	659,22		640,62		683,14		676,16
Д	14814,13		14396,22		15351,59		15194,54
$D_{ндс}$	14840,79		14422,13		15379,22		15221,89
$T_{км}$	19,77		22,20		17,56		17,80
$T_ч$	1043,65		1008,54		1098,51		1087,27
$T_м$	2,23		3,20		3,96		5,32

Висновки з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у такому напрямі. У результаті аналізу роботи електротранспорту (тролейбуса) міста Дніпро та порівнянні наявної системи маршрутів та рухомого складу з можливою системою маршрутів з використанням системи автономного ходу були отримані висновки, що система маршрутів не розвинена на максимальну потужність та не використовує увесь свій потенціал. Для вирішення таких проблем потрібно створити нову систему маршрутів або створити додаткові маршрути для наявної системи, а також замінити більшу частину наявного рухомого складу на тролейбуси із системою автономного ходу для підвищення ефективності роботи системи. Крім того, використання тролейбусів із системою автономного ходу має важливі переваги для покращення системи маршрутів, а саме:

- не потребує створення контактної мережі протягом усього маршруту;
- має можливість долати значні відстані на автономному русі;
- використання тролейбусів з підзарядкою в русі не створює додаткового навантаження на міську мережу;
- може працювати під час надзвичайної ситуації (зникнення електроживлення).

Список використаних джерел:

1. Вукан Р. Вучик. Транспорт в містах, зручних для життя. 2013. С. 413.
2. Трофіменко Ю.В., Якімов М.Р. Транспортне планування: формування ефективних транспортних систем великих міст. 2013. С. 448.
3. British Trolleybus 1909-85 (англійською). Архів оригіналу за 21 серпня 2011. Процитовано 14 листопада 2009. URL: <http://www.trolleybus.co.uk/history1.htm>.
4. Веклич В.П. Поїзд із тролейбусів МТБ-82 з керуванням за системою «багатьох одиниць». Міське господарство України. 1967. № 2. С. 37–38.

-
5. Крат В.І. Володимир Пилипович Веклич. Комунальне господарство міст. Київ : Техніка. 1998. № 17. С. 3–9.
 6. Енциклопедія народного господарства Української РСР. 1972. С. 334.
 7. Максимов А.Н. Міський електротранспорт. Тролейбус. Початкова професійна освіта. Академія, 2006.
 8. Тролейбус. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%B1%D1%83%D1%81#cite_note-btb-2.
 9. «Про затвердження Правил експлуатації трамвая і тролейбуса»: наказ від 03.02.2020 № 36 Міністерства інфраструктури України. Зареєстрований у Міністерстві юстиції України 17 квітня 2020 р. за № 353/34636.
 10. Иванов М.Д. Механічне обладнання електрорухомого складу міського транспорту. Москва : Транспорт, 1980.
 11. Єфремов І.С., Кобозев В.М. Механічне обладнання тролейбусів. Москва : Транспорт, 1978.
 12. Веклич В.П. Діагностування технічного стану тролейбусів. Москва : Транспорт, 1990. 295 с.
 13. Ребров С.А. Влаштування та технічна експлуатація тролейбусу. Київ : Будівельник, 1966. 303 с.
 14. Дніпровський електротранспорт. URL: <https://det-dnipro.dp.ua/>.
 15. Депо № 1–2. URL: <http://www.det.dp.ua/>.
 16. Міський сайт Дніпра. URL: <https://gorod.dp.ua/>.

References:

1. Vukan R. Vuchyk. (2013). Transport v mistakh, zruchnykh dlia zhyttia. С. 413.
2. Trofimenko, Yu.V., Yakimov, M.R. (2013). Transportne planuvannia: Formuvannia efektyvnykh transportnykh system velykykh mist. 2013. С. 448.
3. British Trolleybus 1909-85 (anhliiskoiu). Arkhiv oryhinalu za 21 serpnia 2011. Protsytovano 14 lystopada 2009. Retrieved from: <http://www.trolleybus.co.uk/history1.htm>.
4. Veklych, V.P. (1967). Poizd iz troleibusiv MTB-82 z keruvanniam za systemoiu «bahatokh odynyts». Miske gospodarstvo Ukrainy. 1967. № 2. S. 37–38.
5. Krat, V.I. (1998). Volodymyr Pylypovych Veklych. Komunalne gospodarstvo mist. Kyiv: Tekhnika. 1998. № 17. S. 3–9.
6. Entsyklopediia narodnoho gospodarstva Ukrainskoi RSR. 1972. S. 334.
7. Maksymov, A.N. (2006). Miskyi elektrotransport. Troleibus. Pochatkova profesiina osvita. Akademiia, 2006.
8. Troleibus. Retrieved from: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%B1%D1%83%D1%81#cite_note-btb-2.
9. “Pro zatverdzhennia Pravyl ekspluatatsii tramvaia i troleibusu”: nakaz vid 03.02.2020 № 36 Ministerstva infrastruktury Ukrainy. Zareiestrovanyi v Ministerstvi yustytysii Ukrainy 17 kvitnia 2020 r. za № 353/34636.
10. Ivanov, M.D. (1980). Mekhanichne obladnannia elektrorukhomoho skladu miskoho transportu. Moskva: Transport, 1980.
11. Yefremov, I.S., Koboziev, V.M. (1978). Mekhanichne obladnannia troleibusiv. Moskva: Transport.
12. Veklich, V.P. (1990). Diahnostuvannia tekhnichnoho stanu troleibusiv. Moskva: Transport. 295 s.
13. Rebrov, S.A. (1966). Vlashtuvannia ta tekhnichna ekspluatatsiia troleibusu. Kyiv: Budivelnyk. 303 s.
14. Dniprovskiyi elektrotransport. Retrieved from: <https://det-dnipro.dp.ua/>.
15. Depo № 1–2. Retrieved from: <http://www.det.dp.ua/>.
16. Miskyi sait Dnipra. Retrieved from: <https://gorod.dp.ua/>.

DOI <https://doi.org/10.32782/2521-6643-2022.1-63.6>
УДК 004.4, 004.6

Фірсов О. Д., кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних наук
та інженерії програмного забезпечення
Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0002-9071-8336

Ульяновська Ю. В., кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри комп'ютерних наук
та інженерії програмного забезпечення
Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0001-5945-5251

Мормуль М. Ф., кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних наук
та інженерії програмного забезпечення
Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0002-8036-3236

Пікулін Д. О., магістр
з інженерії програмного забезпечення

ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ВЕБ-ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ

Робота присвячена питанню проектування веб-додатку для імітаційного моделювання дорожнього руху на перехресті. Проаналізовано загальну схему роботи ділянки транспортної мережі міста та запропоновано шляхи її удосконалення за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Розроблені параметри функціонування імітаційної моделі, складено алгоритми (описові та графічні) вирішення проблеми розробки веб-додатку для моделювання дорожнього руху. Побудовано UML-діаграми кожного етапу роботи застосунку.

Ключові слова: *мережа, пропускна здатність, автомобільний транспорт, імітаційне моделювання, UML проект.*

Firsov O. D., Ulianova Yu. V., Mormul M. F., Pikulin D. O. Web application architecture design for traffic flow management simulation

The work is devoted to the issue of designing a web application for simulating traffic at an intersection. The general scheme of the section of the city's transport network was analyzed and ways of its improvement were proposed. Alternative parameters of the functioning of this model have been developed, as well as sequential algorithms (descriptive and graphic) for solving the problem of traffic modeling have been compiled. Detailed flowcharts of each stage were built and the best option for solving the problem was chosen.

Key words: *network, bandwidth, automobile transport, simulation modeling, UML project.*

Постановка проблеми. Постійне збільшення кількості транспортних об'єктів породжує нові проблеми управління автомобільним трафіком, що вимагає збільшення надійності та безпечності транспортних магістралей. Це зумовлює збільшення витрат в даній галузі на підтримку та розвиток транспортної мережі, які можливо скоротити за рахунок програмного забезпечення.

Транспортна інфраструктура є однією з найбільш важливих складових частин, що забезпечують життя міст і регіонів. Це насамперед проявилось у швидкому зростанні кількості індивідуальних транспортних засобів у великих і значних містах, що, своєю чергою, породило низку транспортних проблем, зокрема таких як перевантаження вулиць транспортом, збільшення витрат часу на поїздки та кількості вимушених зупинок, зростання аварійних ситуацій і дорожньотранспортних пригод, виникнення заторів тощо [1]. Одним з основних інструментів вирішення проблеми є використання імітаційного моделювання. Водночас розвиток комп'ютерних технологій дозволяє розробляти інформаційні системи, які дозволяють вирішити більшість проблем в автоматичному режимі.

Програмне забезпечення імітаційного моделювання транспортних потоків є актуальним напрямком та має велику практичну цінність. Побудова моделей дозволяє виявити слабкі місця транспортних мереж, проектувати транспортну інфраструктуру для оптимізації транспортного потоку міста, скоротивши тим самим витрати на утримання дорожніх мереж та збільшивши безпеку мешканців. За допомогою моделювання транспортних потоків можна визначити майбутні вимоги міста в розширенні транспортної мережі.

У системі управління транспортними потоками об'єктом дослідження є транспортний процес, пов'язаний із дорожньою діяльністю у межах ділянки транспортної мережі міста, але водії автомобілів поведуться на дорозі і реагують на різні події по-різному, не завжди прогнозовано, що ускладнює аналіз такої системи. Програмне забезпечення для управління дорожнім рухом спрямоване на розробку заходів щодо вдосконалення організації дорожнього руху за рахунок підвищення її ефективності та раціональності використання засобів організації дорожнього руху, а також обґрунтування доцільності їх застосування. Важливим аспектом є проектування майбутнього програмного продукту з урахування основних аспектів досліджуваного питання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основною метою створення моделей транспортних потоків є визначення та прогноз всіх параметрів функціонування транспортної мережі – інтенсивності руху, обсягів пасажирських перевезень, середніх швидкостей руху, затримок і втрат часу і т.д. Для моделювання та аналізу транспортної мережі застосовуються різні математичні моделі, які відрізняються між собою за напрямками вирішення поставлених завдань, математичного апарату, що застосовується цією і точності опису транспортних процесів. Аналізу методів моделювання транспортних потоків на вулично-дорожній мережі міст, виявленню проблем щодо їх використання та впровадження в сучасних умовах розвитку й функціонування міст та забезпечення життєдіяльності його населення присвячена робота [6].

Оптимізація транспортних потоків необхідна, коли організація прагне задовольнити попит своїх споживачів та водночас досягнути бажаного рівня норми прибутку на вкладений капітал, для чого в роботі [2] розглядаються можливості практичного використання задач лінійного програмування для оптимізації транспортних потоків підприємства харчової промисловості. В роботі [3] перевірена можливість та коректність застосування добре опрацьованого і перевіреного часом апарату класичної гідродинаміки для вирішення завдань організації руху міського транспорту. В роботі [4] розроблено метод визначення модельної характеристики транспортного потоку певної ділянки транспортної мережі на основі використання концепції ефективного автомобілю. При цьому процедура пошуку автомобіля з ефективними техніко-експлуатаційними характеристиками розглядається на базі методу аналізу ієрархій Сааті.

Методи імітаційного моделювання широко використовуються при моделюванні зазначених задач. В роботі [1] проводиться аналіз таких імітаційних моделей, як: макроскопічні моделі – описують рух автомобілів, описують рух транспортних потоків аналогічно рухам рідин або газів, кінетичні моделі, які засновані на динаміці фазової щільності потоку, а саме щільності розподілу автомобілів за координатами і індивідуальною швидкістю, мікроскопічні моделі, які призначені для моделювання руху кожного автомобіля, що дозволяє отримувати більш високу точність опису руху автомобіля, мезоскопічні моделі, які поєднують мікроскопічні та макроскопічні підходи. В роботі [5] методи імітаційного моделювання були використані для отримання та аналізу характеристик функціонування системи обслуговування ТЗ в МАПП «Тиса», а також прогнозування даних характеристик після можливих змін. Імітаційне моделювання здійснено за методом Монте-Карло, та проведено розрахунки на основі моделювання підсистем для обслуговування легкових, вантажних автомобілів та автобусів. Перевага використання методів імітаційного моделювання у порівнянні з аналітичним, графічним та графоаналітичним методом відмічається і в роботі [7], автори якої відзначають, що зазначені методи достатньо достовірні, однак при моделюванні складних, багатофакторних процесів вимагають великої кількості вихідних даних та є трудомісткими. На противагу ним імітаційне (динамічне) моделювання позиціонується як найбільш точний метод. Він дає змогу максимально повно та точно змодельовати транспортний процес фактично без обмежень. Водночас автори звертають увагу, що реалізація методу ускладнюється розробкою спеціального програмного забезпечення та потребою у значній кількості оброблених та систематизованих статистичних даних. Саме тому у роботі [8] досліджувалось використання інтелектуальних систем моделювання транспортних потоків та проведено аналіз сучасних програмних продуктів для моделювання транспортних потоків. Моделювання транспортних потоків було здійснено з використанням власної програми «Free way», яка дозволяє відслідковувати завантаженість доріг України на основі аналізу динаміки швидкості на обраних ділянках доріг. Моделювання здійснювалось з застосуванням програмного продукту, що реалізований з використанням системи управління «CMS Drupal», заснований на мові програмування PHP, мові програмування javascript, елементів HTML, та CSS.

В роботі [9] створено загальну методологію імітаційного моделювання та вдосконалено формалізацію методу агентного моделювання. Результати роботи покладені в основу системи імітаційного моделювання транспортних потоків, що дозволяє аналізувати властивості наявних і проєктованих транспортних вузлів. Система реалізована у вигляді програмного комплексу, який може бути використаний в установах державного управління, проєктних організаціях і консалтингових компаніях, що займаються проєктуванням і реорганізацією схем дорожнього руху. Запропонована модель агента може бути використана для більш складних імітаційних моделей організаційно-технічних систем.

Зараз існує декілька програмних засобів, що реалізують імітаційне моделювання транспортних потоків, наприклад: «AIMSUN»; «PTV»; «Bentley Systems»; «Aimsun»; «Actor Pilgrim» та інші.

Мета статті. Метою даної роботи є створення архітектури веб-застосунку для імітаційного моделювання дорожнього руху на перехресті та подальшою програмною реалізацією.

Виклад основного матеріалу.

На основі проведеного дослідження предметної області було визначено, що веб-застосунок повинен мати такі налаштування:

- 1) кількість автомобілів по напрямленню осі X;
- 2) максимальна затримка автомобілів по напрямленню осі X;
- 3) кількість автомобілів по напрямленню осі -X;
- 4) максимальна затримка автомобілів по напрямленню осі -X;
- 5) кількість автомобілів по напрямленню осі Y;
- 6) максимальна затримка автомобілів по напрямленню осі Y;
- 7) кількість автомобілів по напрямленню осі -Y;
- 8) максимальна затримка автомобілів по напрямленню осі -Y;
- 9) включення рівномірного розподілу автомобілів;
- 10) включення нормального розподілу автомобілів;
- 11) включення спадкового розподілу автомобілів;
- 12) включення наростаючого розподілу автомобілів;
- 13) включення ручного заповнення розподілу автомобілів;
- 14) поля для ручного заповнення розподілу автомобілів;
- 15) час переключення світлофорів.

В результаті використання веб-застосунку повинні бути здобуті наступні дані:

- 16) час виконання;
- 17) максимальна черга автомобілів по напрямленню осі X;
- 18) максимальна черга автомобілів по напрямленню осі -X;
- 19) максимальна черга автомобілів по напрямленню осі Y;
- 20) максимальна черга автомобілів по напрямленню осі -Y;
- 21) розподіл автомобілів по напрямленню осі X;
- 22) розподіл автомобілів по напрямленню осі -X;
- 23) розподіл автомобілів по напрямленню осі Y;
- 24) розподіл автомобілів по напрямленню осі -Y.

З урахуванням зазначеного потрібно побудувати UML проект, згідно з яким у подальшому безпосередньо розробити сам програмний продукт. За рахунок розробленого веб-застосунку провести експерименти з моделями розподілення автомобілів.

У застосунку передбачається моделювання на основі рівномірного розподілу, нормального розподілу, спадаючого розподілу, наростаючого розподілу та розподілу з використанням реальних даних.

Для вирішення поставленої задачі побудуємо UML проект веб-застосунку, який можна було б швидко та легко інтегрувати у вже використовувані системи.

Розробка UML проекту починається з розробки діаграми варіантів використання веб-проекту (рис. 1). З якої можливо побачити всі можливі дії в проекті зі сторони користувача.

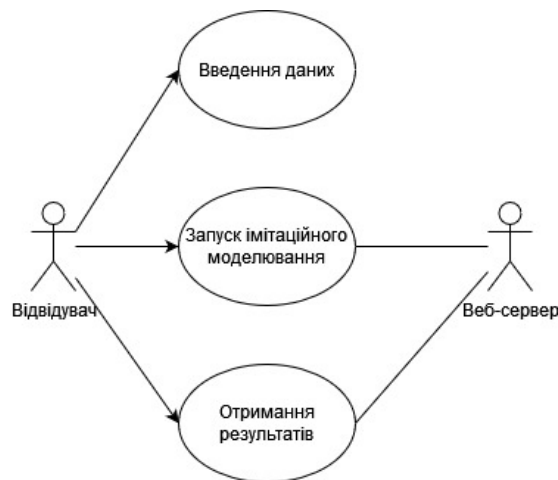


Рис. 1. Діаграма варіантів використання

Для відображення загальної структури класів проекту, їх кооперації, атрибутів, методів та взаємозв'язку між ними побудовано діаграму класів (рис. 2). З якої ми можемо побачити, що основний клас є Crossroads, а усі інші потрібні для його роботи та є класами за замовчанням мови JavaScript.

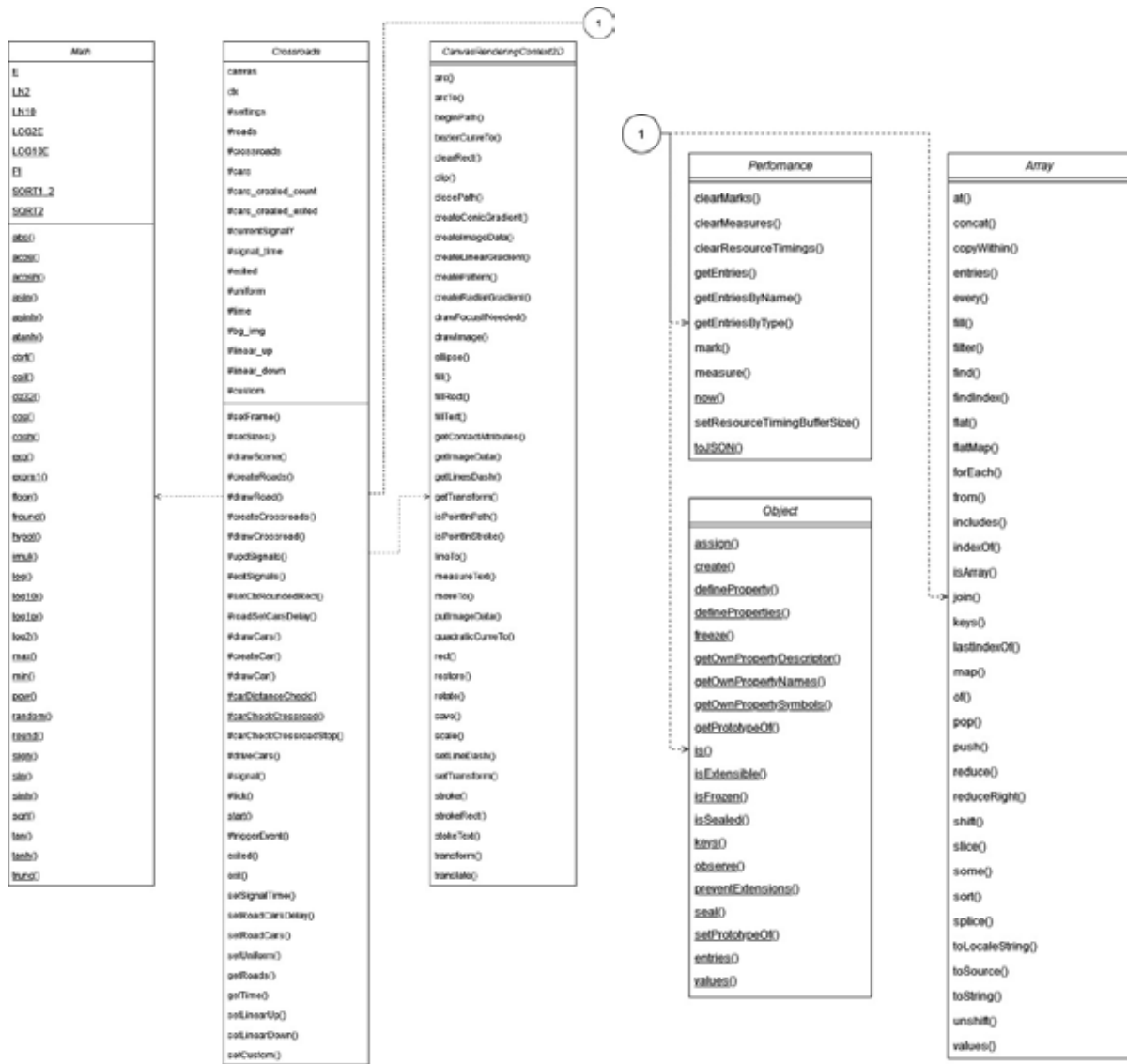


Рис. 2. Діаграма класів

Для відображення роботи веб-сервера та веб-клієнту розроблено діаграму розгортання (рис. 3). З даної діаграми можливо побачити, як взаємодіють компоненти веб-серверу з компонентами веб-клієнту.

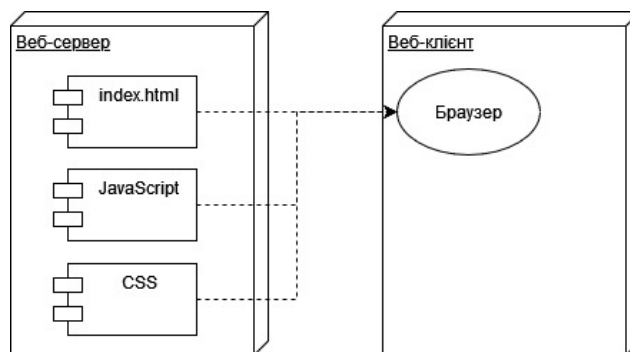


Рис. 3. Діаграма розгортання

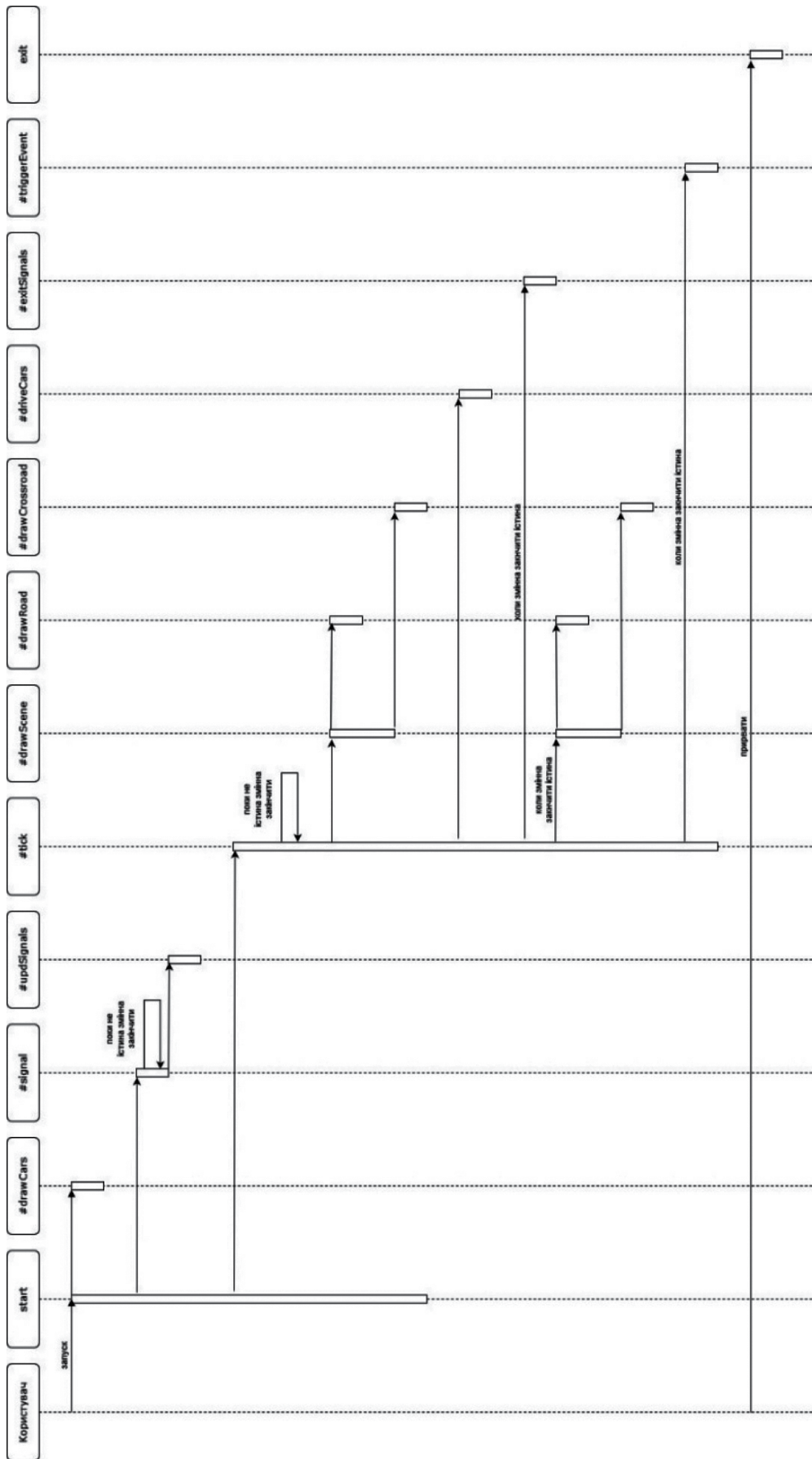


Рис. 4. Повний вигляд діаграми послідовності згідно функції класу

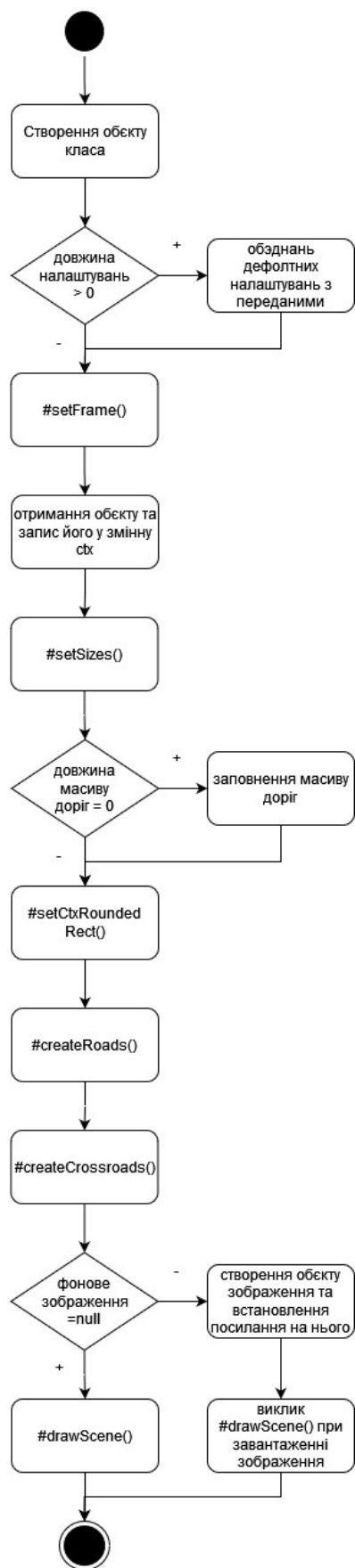


Рис. 5. Діаграма створення об'єкту класу

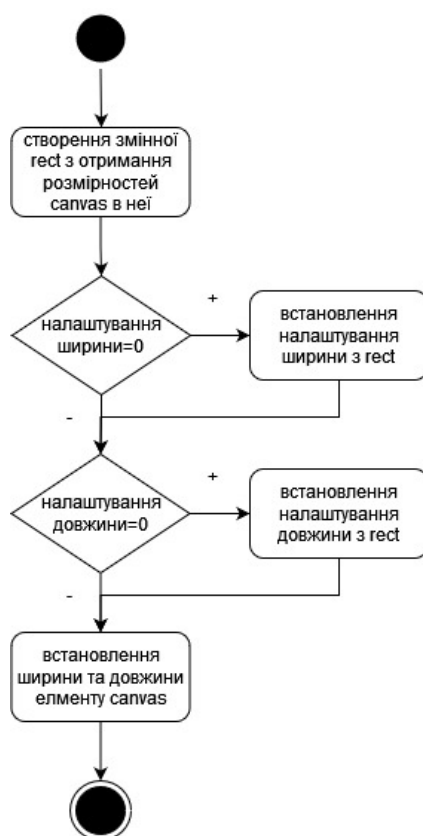


Рис. 6. Діаграма функції #setSize()

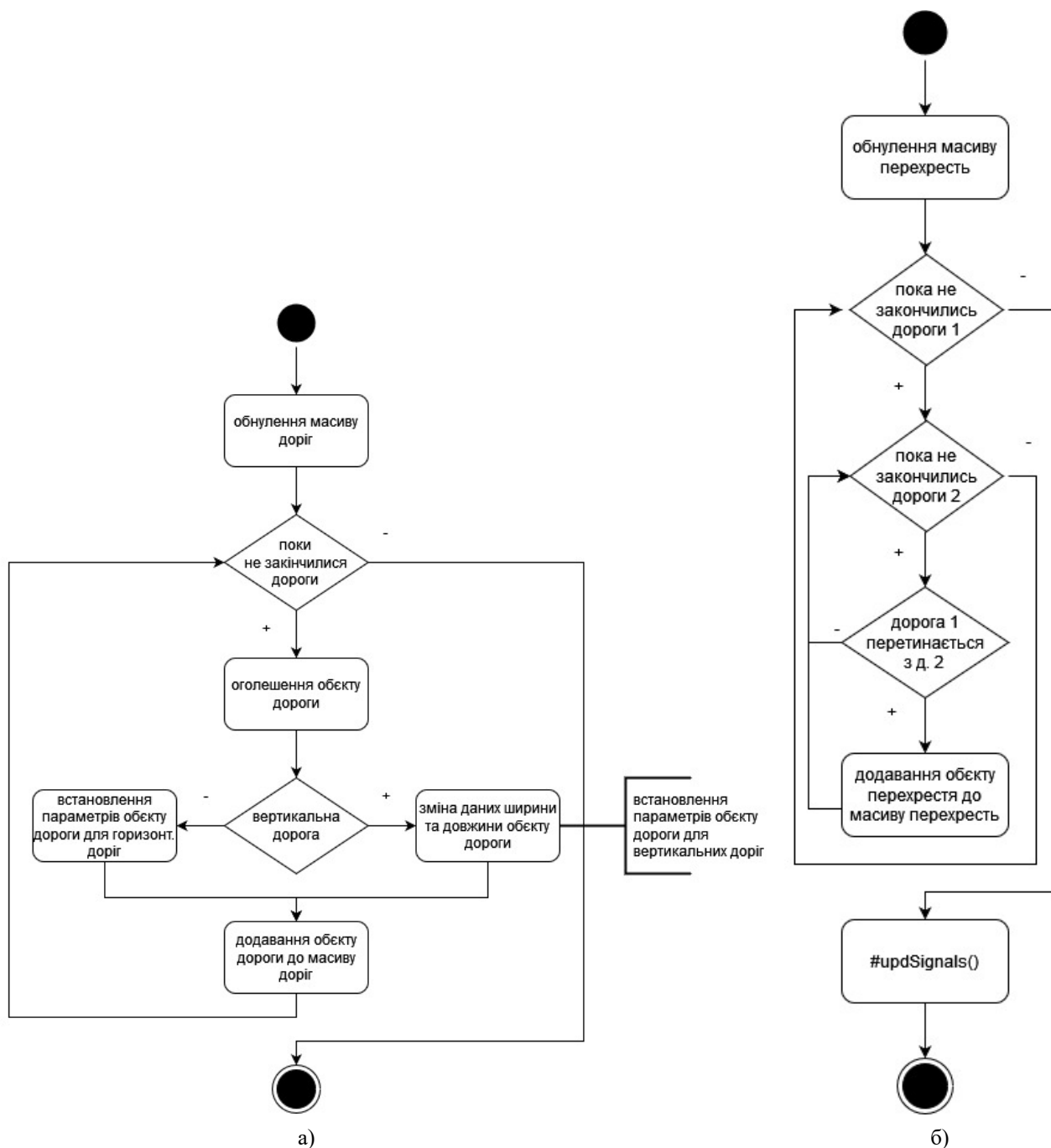


Рис. 7. Діаграми функції: а – #createRoads(), б – #createCrossroads()

Було побудовано діаграму послідовності (рис. 4). Для відображення життєвого циклу об'єкту з боку функції класу.

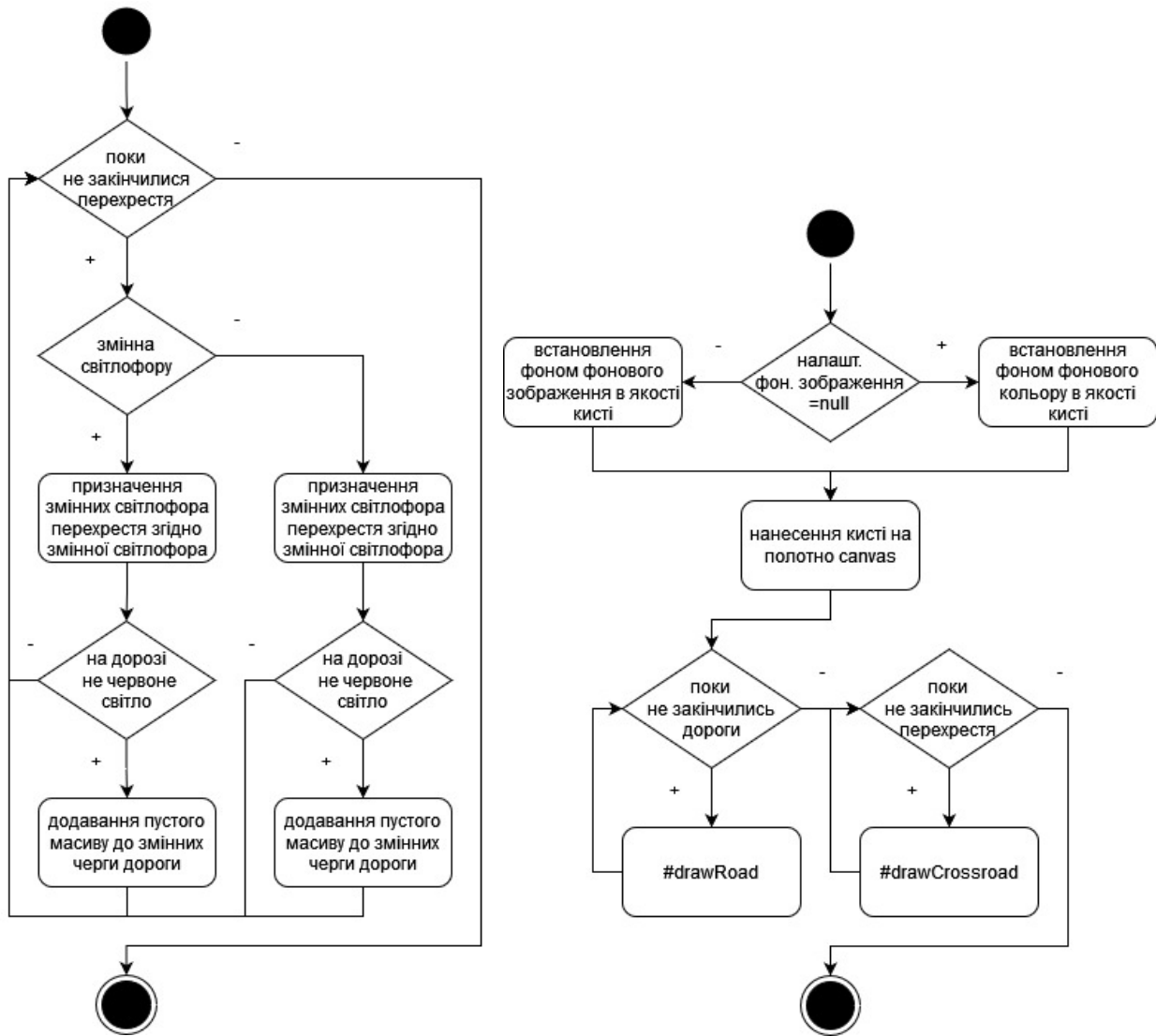
Для відображення роботи класу при створенні об'єкта класу було побудовано діаграму (рис. 5).

Функція #setSize() створена для задавання розмірів використовуваних елементів. Було побудовано її діаграму для відображення процесу роботи цієї функції (рис. 6).

Важливою складовою частиною проектування є створення об'єктів доріг та об'єктів перехресть, для яких передбачалось створення функції #createRoads() (рис. 7а) та #createCrossroads() (рис. 7б).

Переключення кольору світлофорів на перехрестях відбувається за допомогою функції #updSignals(). Для відображення процесу роботи даної функції було побудовано діаграму (рис. 8а). Функція #drawScene() побудована з цілю відображення так званої карти дороги. Процес її роботи зображено на діаграмі (рис. 8б).

Малювання дороги – це окремий процес, і для відображення його роботи було побудовано діаграму (рис. 9). Відбувається даний процес у функції #drawRoad().



а) б)
Рис. 8. Діаграми функції: а – #updSignals(), б – #drawScene()

При запуску користувачем процесу імітаційного моделювання дорожнього руху на перехресті викликається статична функція start().

Малювання перехрестя – складний процес, який має багато умов. Відбувається це у функції #drawCrossroad() та відображено у діаграмі (рис. 10).

Ще одним зі складних процесів з великою кількістю умов є процес генерації автомобілів (функції #drawCars()) та переключення кольору світлофорів перехрестя по заданому часу (функції #signal()). Для оновлення так званої побудованої карти дороги викликається функція #tick() згідно з кадровою частотою. Роботи даних функції відображено у діаграмі на рис. 11а, рис. 11б та 11с відповідно.

Завдання часу розподілу автомобілів виконується окремою функцією #roadSetCarsDelay(). Її робота відображена у діаграмі (рис. 12).

Було побудовано діаграму для відображення процесу малювання автомобіля у функції #drawCar() (рис. 13).

Одним із найскладніших процесів у веб-застосунку є пересування автомобілів, оскільки для цього потрібно дотримуватися великої кількості умов. Було побудовано діаграму, яка відображає даний процес (рис. 14–18).

Також було побудовано діаграму, яка відображає процес перевірки, чи попереднє авто стоїть на перехресті, та дії при цьому (рис. 19).

Ще одним з відокремлених процесів від пересування авто є процес перевірки попереднього авто, що зображено на діаграмі (рис. 20).

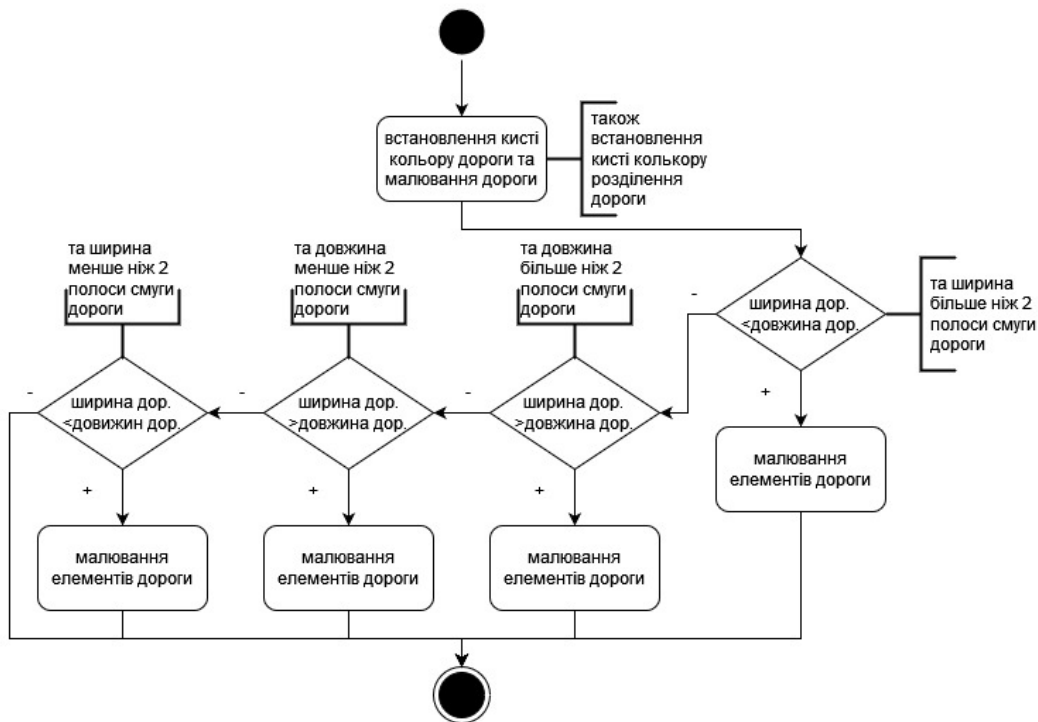


Рис. 9. Діаграма функції #drawRoad()

При закінченні роботи потрібно підрахувати кількість автомобілів у чергах доріг при червоному кольорі світлофора на них. Для цього розроблено функцію #exitSignals(), та процес її роботи зображено на діаграмі (рис. 21).

При програмній реалізації вирішення поставленої задачі буде розроблено єдиний клас «Crossroads», в якому виконуються усі задачі. Завдяки цьому готове рішення буде легко інтегрувати та впроваджувати у вже використовувані системи.

Для створення об'єкта класу потрібно передати HTML елемент «canvas» та необов'язково об'єкт налаштувань.

Висновки. Розробка або вдосконалення оптимальних параметрів функціонування вулично-дорожньої мережі на основі імітаційного моделювання є одним із головних завдань ефективності роботи транспортної мережі кожного міста. Розробка програмного застосунку, який дозволяє частково автоматизувати цей процес, важливою практичною задачею. Від урахування усіх особливостей об'єкта автоматизації і досконалого проектування процесів функціонування та керування залежить якість кінцевого програмного продукту. З урахуванням того, що застосунок проектувався для імітаційного моделювання, то під якістю у першу чергу треба розуміти здатність адекватно відтворювати умови функціонування об'єкта та відповідні параметри. У даній роботі було детально промодельовано процеси функціонування додатку для імітаційного моделювання дорожньо-транспортного руху на перехресті та побудовані діаграми цих процесів. Запропоновані алгоритми та функції будуть використані при розробці автоматизованої системи управління транспортними потоками на перехресті.

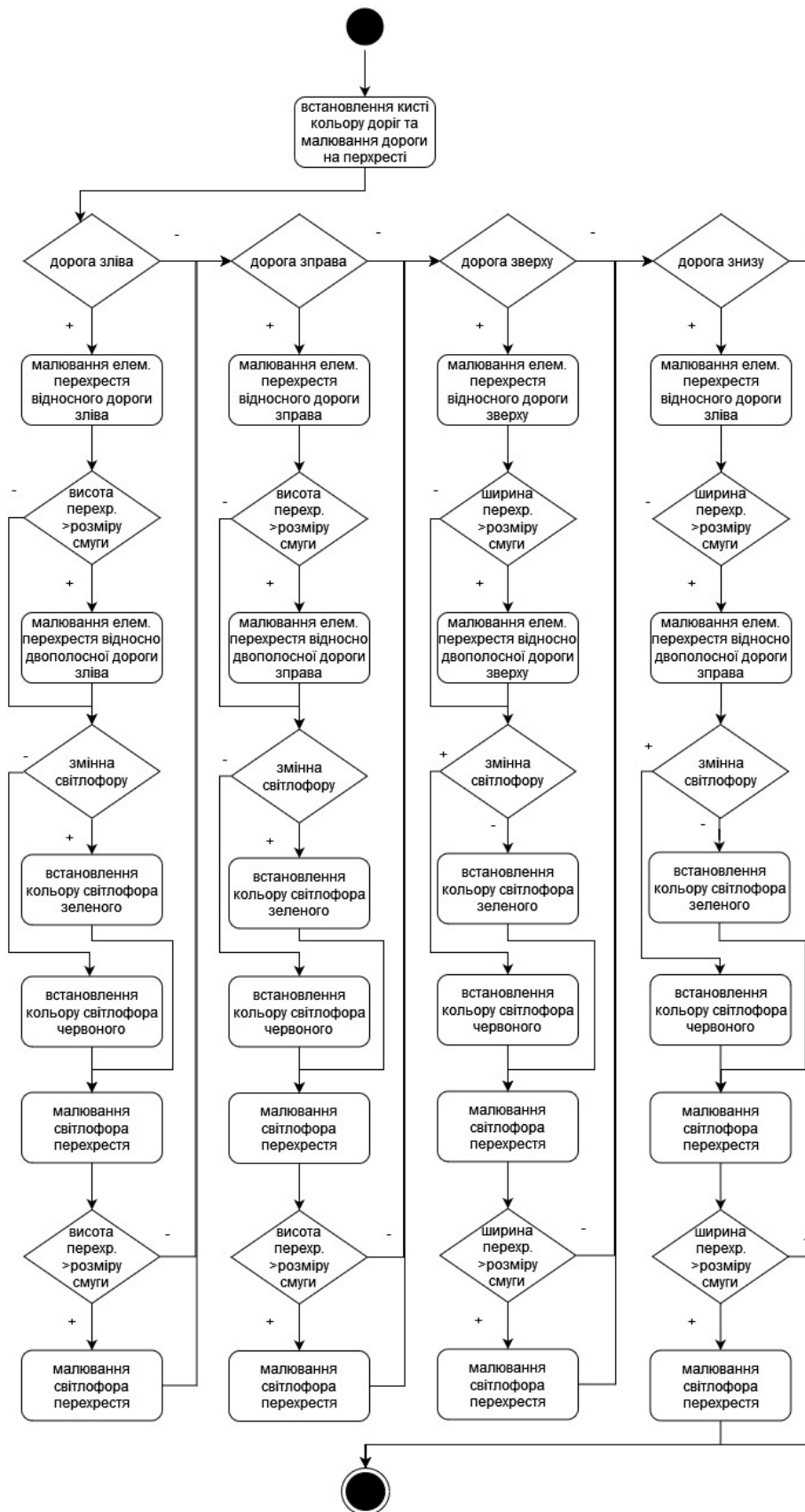


Рис. 10. Діаграма функції #drawCrossroad()

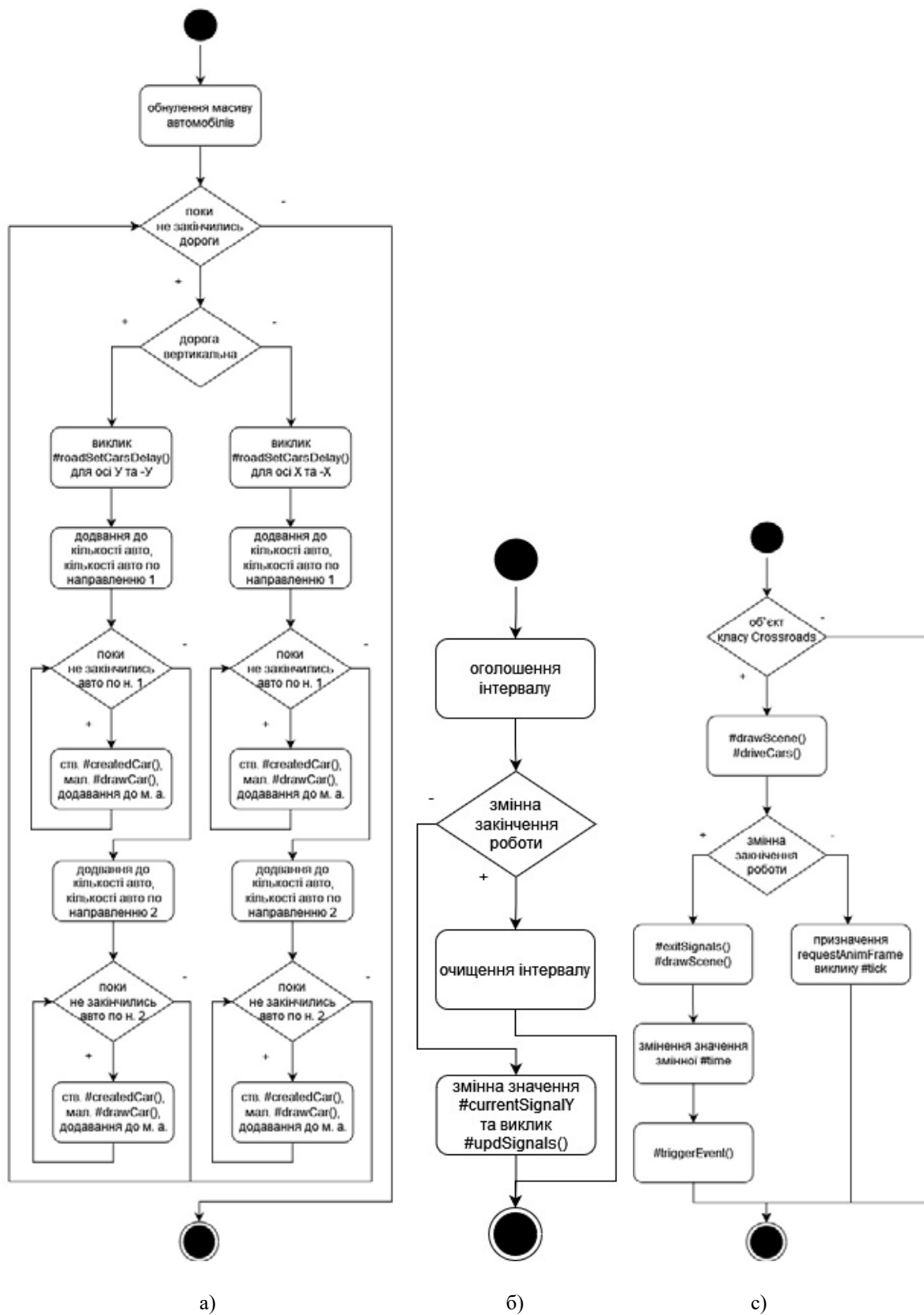


Рис. 11. Діаграми функцій: а – #drawCars(), б – #signal(), с – #tick()

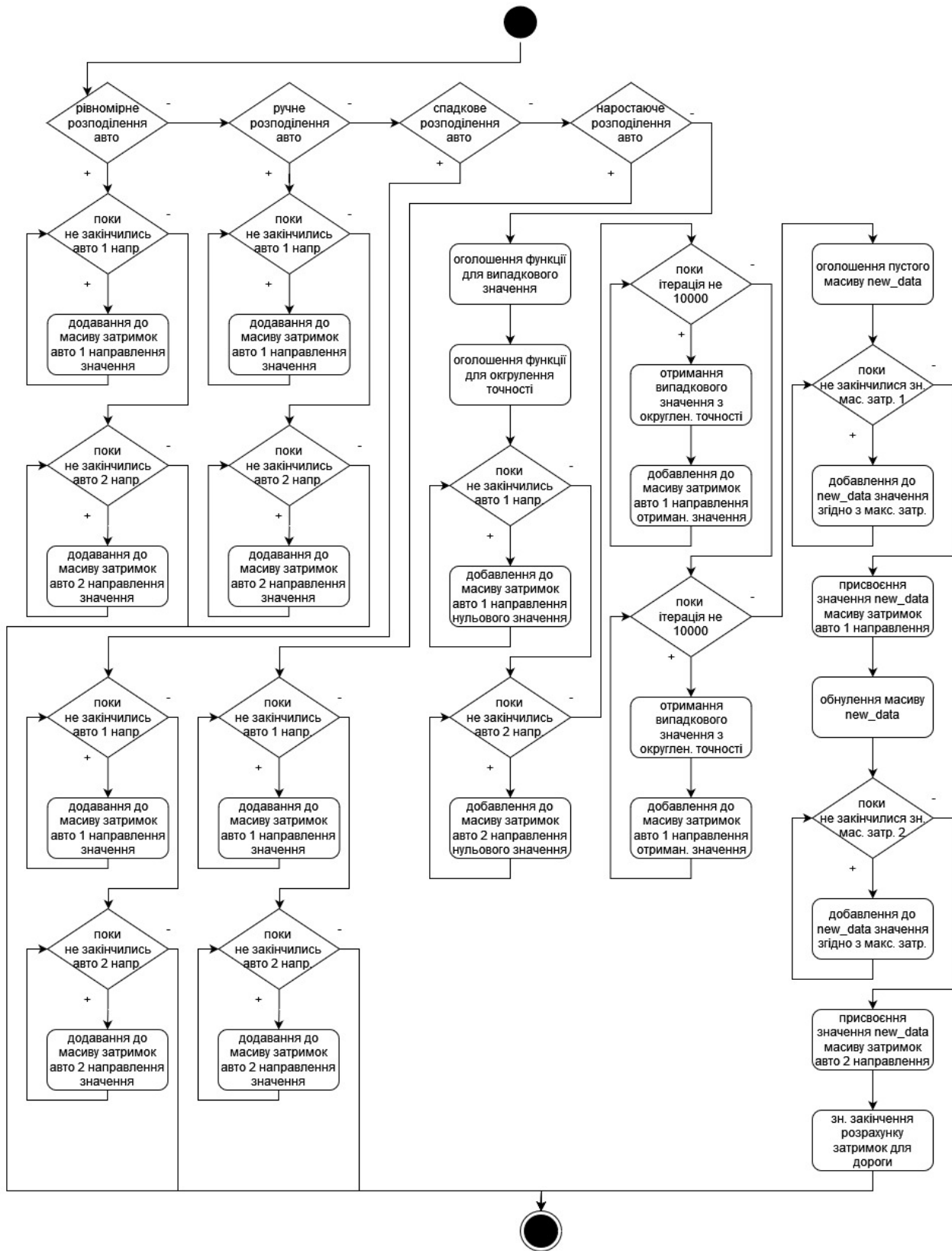


Рис. 12. Діаграма функції #roadSetCarsDelay()

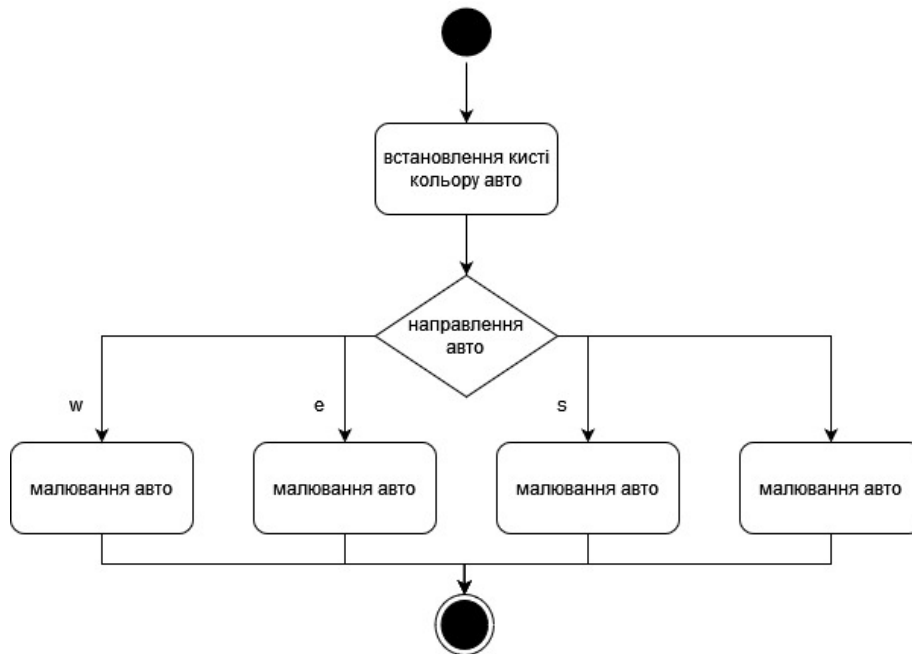


Рис. 13. Діаграма функції #drawCar()

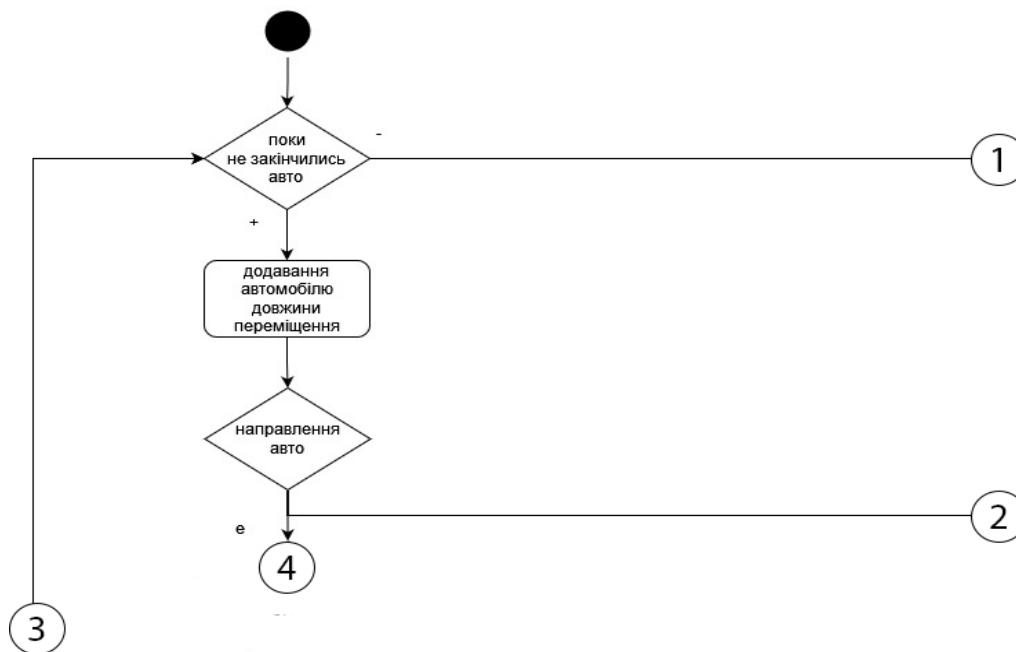


Рис. 14. Початок діаграми функції #driveCars()

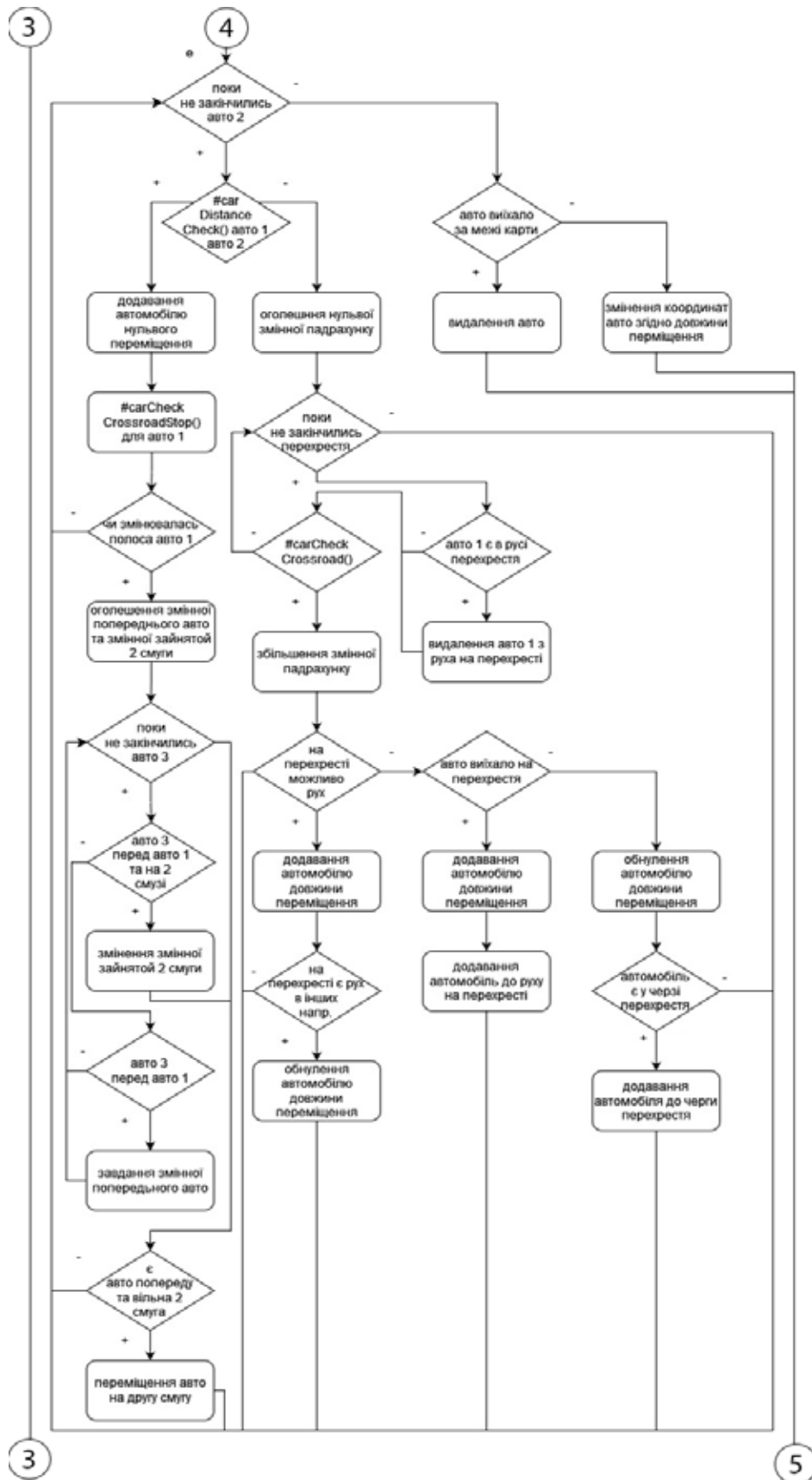


Рис. 15. Продовження діаграми функції #driveCars()

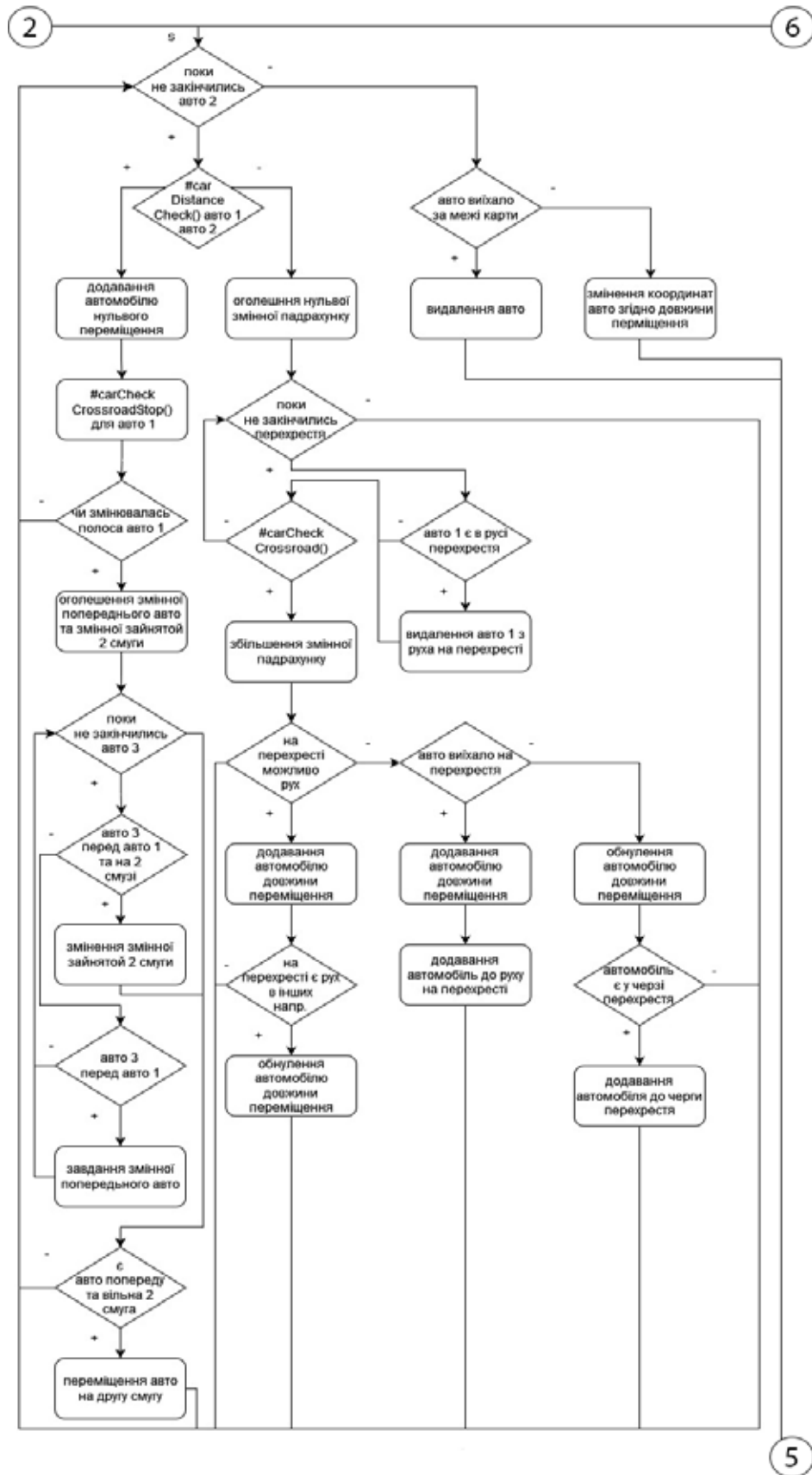


Рис. 16. Продовження діаграми функції #driveCars()

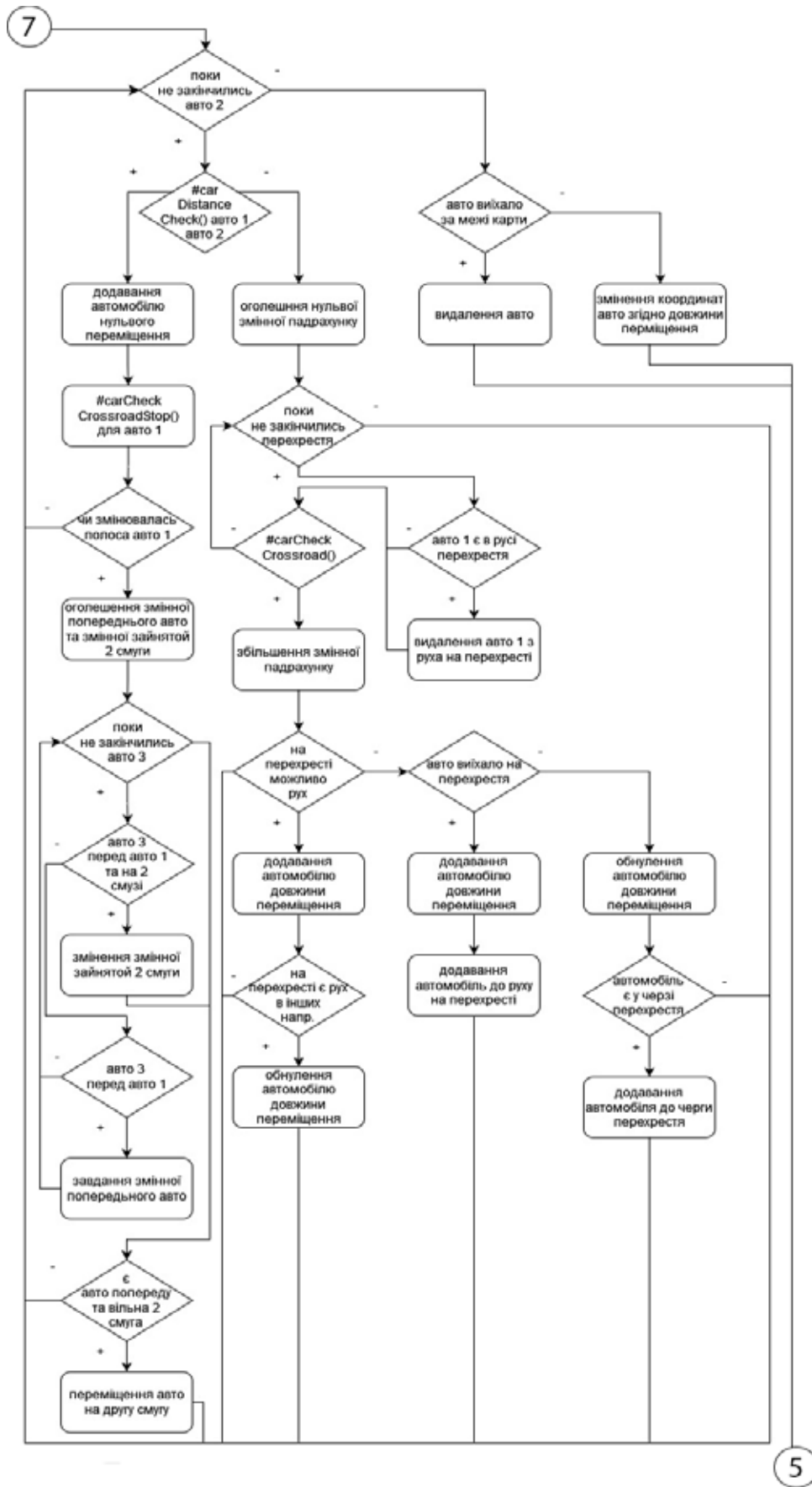


Рис. 17. Продовження діаграми функції #driveCars()

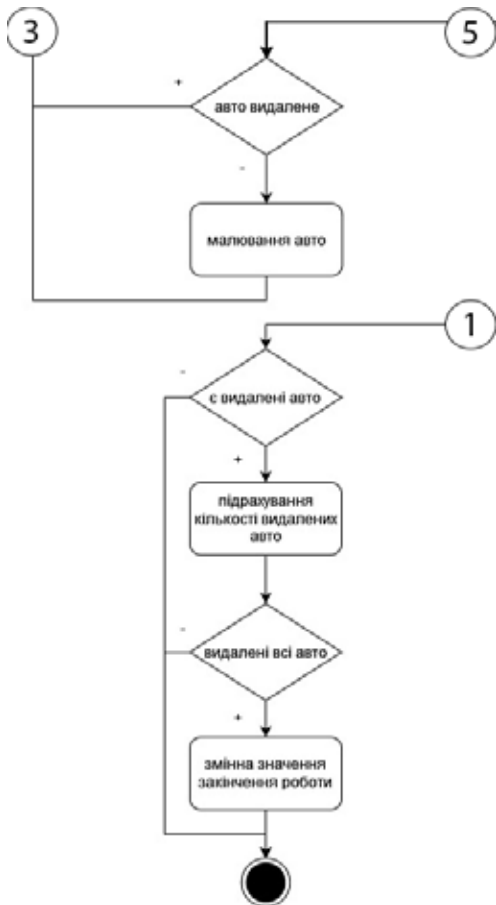


Рис. 18. Продовження діаграми функції #driveCars()

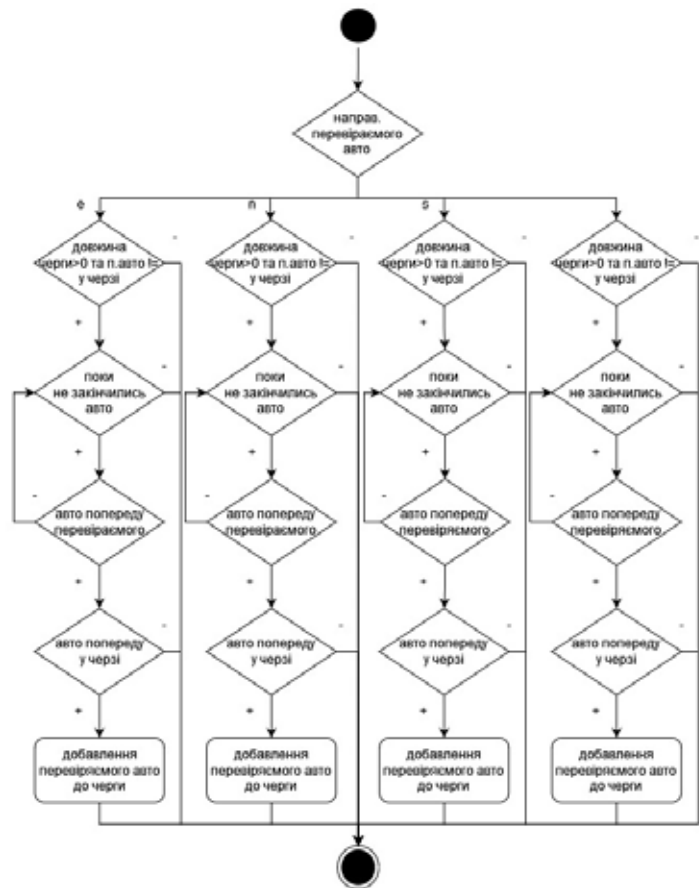


Рис. 19. Діаграма функції #carCheckCrosroadStop()

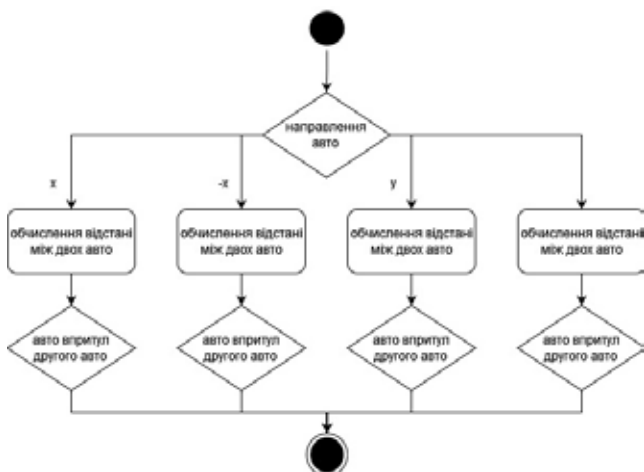


Рис. 20. Діаграма функції #carDistanceCheck()



Рис. 21. Діаграма функції #exitSignals()

Список використаних джерел:

1. Мурований І.С. Методи моделювання транспортних і пасажирських потоків. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. 2017. № 2. С. 87–93.
2. Танцюра Ю.А., Касьянова Н.В. Оптимізація транспортних потоків підприємства. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління. Сер. Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці*. Випуск 2(19). 2019. С. 434–439.
3. Дьомін М.М. Гідродинамічна модель як макропідхід для управління транспортним потоком. *Місто-будування та територіальне планування*. 2011. Вип. 40(1). С. 386–394.
4. Дмитриченко М.Ф. Використання концепції ефективного автомобіля для моделювання динаміки транспортних потоків у вуличній мережі міста. *Економіка та управління на транспорті*. 2016. Вип. 2. С. 3–8.
5. Халіпова Н.В. Аналіз та моделювання обслуговування транспортних потоків в міжнародному пункті пропуску автомобільного транспорту «Тиса». *Системи та технології*. 2017. № 1. С. 5–21.
6. Степанчук О.В. Особливості використання методів моделювання транспортних потоків на вулично-дорожній мережі міста. *Теорія та практика дизайну*. 2022. Вип. 25. С. 110–119.
7. Мироненко В.К. Моделювання транзитних транспортних потоків. *Автошляховик України*. 2012. № 6. С. 17–22.
8. Халіпова Н.В. Аналіз та моделювання обслуговування транспортних потоків в міжнародному пункті пропуску автомобільного транспорту «Тиса». *Системи та технології*. 2017. № 1. С. 5–21.
9. Горбова О.В., Мерзлий О.Д. Дослідження автомобільних потоків засобами імітаційного моделювання. *Наука та прогрес транспорту*. 2021. № 5(95). С. 36–45.

References:

1. Murovaniy I. S. (2017). Metody modeliuвання transportnykh i pasazhyrskykh potokiv / I. S. Murovaniy, V. P. Onyshchuk // *Suchasni tekhnolohii v mashynobuduvanni ta transporti*, (№ 2), 87-93. [in Ukrainian].
2. Tantsiura Yu.A., Kasianova N.V. (2019). Optymizatsiia transportnykh potokiv pidpriemstva. *Skhidna Yevropa: ekonomika, biznes ta upravlinnia. Ser. Matematychni metody, modeli ta informatsiini tekhnolohii v ekonomitsi*, (Vypusk 2 (19)), 434-439. [in Ukrainian].
3. Domin M. M. (2011). Hidrodynamichna model yak makropidkhid dlia upravlinnia transportnym potokom / M. M. Domin, M. S. Fomenko // *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia*, (Vyp. 40(1)), 386-394. [in Ukrainian].
4. Dmytrychenko M. F. (2016). Vykorystannia kontseptsii efektyvnoho avtomobilia dlia modeliuвання dynamiky transportnykh potokiv u vulychnii merezhi mesta / M. F. Dmytrychenko, O. O. Bakulich // *Ekonomika ta upravlinnia na transporti*, (Vyp. 2), 3–8. [in Ukrainian].
5. Khalipova N. V. (2017). Analiz ta modeliuвання obsluhovuvannia transportnykh potokiv v mizhnarodnomu punkti propusku avtomobilnoho transportu "Tysa" / N. V. Khalipova, M. O. Sivak // *Systemy ta tekhnolohii*, (№ 1), 5-21. [in Ukrainian].
6. Stepanchuk O. V. (2022). Osoblyvosti vykorystannia metodiv modeliuвання transportnykh potokiv na vulychno-dorozhnii merezhi mesta / O. V. Stepanchuk, O. I. Lapenko, O. S. Chernyshova // *Teoriia ta praktyka dizainu*, (Vyp. 25), 110-119. [in Ukrainian].
7. Myronenko V. K. (2012). Modeliuвання tranzytnykh transportnykh potokiv / V. K. Myronenko, V. I. Matsiuk, H. S. Vysotska, N. M. Aleksiiichuk // *Avtoshliakhovyk Ukrainy*, (№ 6), 17-22. [in Ukrainian].
8. Khalipova N. V. (2017). Analiz ta modeliuвання obsluhovuvannia transportnykh potokiv v mizhnarodnomu punkti propusku avtomobilnoho transportu "Tysa" / N. V. Khalipova, M. O. Sivak // *Systemy ta tekhnolohii*, (№ 1), 5-21. [in Ukrainian].
9. Horbova O. V., Merzlyi O. D. (2021). Doslidzhennia avtomobilnykh potokiv zasobamy imitatsiinoho modeliuвання // *Nauka ta progres transport*, (№ 5(95)), 36–45. [in Ukrainian].

DOI <https://doi.org/10.32782/2521-6643-2022.1-63.7>
УДК 656.1

Нестеренко Г. І., кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри управління експлуатаційною роботою
Українського державного університету науки і технологій
ORCID: 0000-0003-1629-0201

Музикін М. І., кандидат технічних наук,
доцент кафедри транспортних технологій
та міжнародної логістики
Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0003-2938-7061

Бібік С. І., кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри безпеки життєдіяльності
Українського державного університету науки і технологій
ORCID: 0000-0002-5832-6949

Швайко А. Ю., студентка
Університету митної справи та фінансів

АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В КРАЇНАХ ЄВРОПИ

Дана стаття присвячена аналізу транспортних мереж таких європейських країн, як Словаччина, Чехія і Польща, та носить оглядовий характер. Стаття може бути корисною для біженців з України, що перетнули кордон з цими державами на власному транспорті, а також для організацій, що займаються масовими перевезеннями людей між Україною та вказаними країнами. У статті проаналізовано організацію автомобільного руху в цих країнах. Зокрема, визначено стандартні обмеження швидкості, загальну протяжність автошляхів, вартість палива та проїзду платними дорогами. Крім того, було визначено розмір стандартних штрафів та наявність обов'язкового обладнання автомобілів у цих країнах. Аналіз організації автомобільного руху в Словаччині, Чехії та Польщі поданий у вигляді таблиць та діаграм, на підставі яких було зроблено висновки про можливість подальшого розвитку системи організації автомобільного руху. Побудовано діаграми обмеження швидкості руху, протяжності мережі автомобільних доріг, вартості пального. Наведено загальні карти автомобільних доріг та мапи платних ділянок по кожній країні. Встановлено схожості та відмінності в трьох країнах за наведеними характеристиками. У висновку підведені підсумки стосовно того, яка з країн є найбільш привабливою для організації міжнародних перевезень.

Ключові слова: автомобільна дорога, швидкісний режим, тарифи за перевезення.

Nesterenko H. I., Muzykin M. I., Bibik S. I., Shvaiko A. Yu. Analysis of transport networks and road transport organization in European countries

This article is devoted to the analysis of transport networks of such European countries as Slovakia, the Czech Republic and Poland and is of an overview nature. The article may be useful for refugees from Ukraine who crossed the border with these countries on their own transport, as well as for organizations engaged in mass transportation of people between Ukraine and the specified countries. The article analyzes the organization of automobile traffic in these countries. In particular, standard speed limits, the total length of highways, the cost of fuel and travel on toll roads are defined. In addition, the amount of standard fines and the availability of mandatory car equipment in these countries were determined. The analysis of the organization of road traffic in Slovakia, the Czech Republic and Poland is presented in the form of tables and diagrams, on the basis of which conclusions were drawn about the possibility of further development of the system of organization of road traffic. Diagrams of speed limits, the length of the highway network, and the cost of fuel have been constructed. General maps of highways and maps of toll areas in each country are given. Similarities and differences in the three countries according to the given characteristics have been established. The conclusion summarizes the results regarding which of the countries is the most attractive for the organization of international transportation.

A fee (electronic vignette) is provided for the use of limited sections of motorways and expressways in Slovakia by motor vehicles of foreign countries. The amount of the fee is related to the duration of use of the highways, regardless of the distance traveled or the number of trips. Parking in the city center is possible only in certain areas. Parking tickets are used in large cities.

Parking machines (parkovací automaty) are used in most Czech cities. Payment is made in cash. Permissible parking time is from 30 minutes to 6 hours. The estimated cost depends on the location and ranges from 1.6-3.2 euros per hour.

© Г. І. Нестеренко, М. І. Музикін, С. І. Бібік, А. Ю. Швайко, 2022

The length of the network of public roads in Poland is 423,997 km. Of them, 292,134 km are paved roads. The length of highways (Autostrady, marked with the letter A) is 1706 km. In Poland, there is a toll for the use of highways depending on the distance traveled. Poland has the most developed road network, because it has the largest length of all roads, paved roads and highways.

Key words: *highway, speed mode, transportation tariffs.*

Постановка проблеми. Автомобільна дорога – це об’єкт транспортної інфраструктури, призначений для руху транспортних засобів? і включає земельну ділянку в смузі відводу та будівельні елементи на або під ними (дорожнє покриття, дорожнє полотно та подібні елементи) і дорожні споруди, що є її технологічною частиною: захисні дорожні споруди, штучні дорожні споруди, виробничі приміщення, елементи дорожнього будівництва [1].

Найбільша частка міжнародних перевезень між Україною та європейськими державами у наш час здійснюється у Словаччину, Чехію та

Польщу. Дуже важливим є знання особливостей організації руху автомобілів по транспортним магістралям цих країн, бо це є запорукою безпеки руху та вчасної доставки вантажів та пасажирів. Особливої актуальності такі перевезення набули з початку повномасштабних воєнних дій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Висвітленню проблем і пошуку шляхів забезпечення безпеки дорожнього руху та мінімізації наслідків її порушення в регіонах України та поза її межами присвячено роботи таких українських учених – дослідників транспортної галузі, як: П.Ф. Горбачов, І.А. Дмитрієв, І.С. Наглюк, В.К. Мироненко, В.П. Поліщук, Є.Б. Решетніков, В.Г. Шинкаренко та ін. Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми полягає у тому, що усі дослідження виконувалися за сталих умов, не були враховані ризики та невизначеності, спричинені економічними змінами унаслідок проведення воєнних дій в Україні, як у державі, що межує з досліджуваними країнами. Водночас шлях євроінтеграції України та становлення нашої держави як повноцінної учасниці Європейського Співтовариства вимагає розробки нових засобів та методів управління дорожнім рухом у контексті співробітництва з провідними міжнародними транспортними організаціями та участі в реалізації відповідних проектів та програм [2].

Мета статті – проаналізувати транспортні магістралі та особливості організації автомобільних перевезень в Словаччині, Чехії та Польщі з метою пошуку шляхів інтеграції українських автошляхів у європейську транспортну мережу.

Виклад основного матеріалу. Для підвищення швидкості автомобілів та ефективності автодоріг використовують платні автодороги. Платна дорога – це автомобільна дорога, за проїзд якою з водіїв стягується певна плата. Дана форма оплати запроваджується з метою покриття витрат на будівництво та утримання дороги. Часто платними є швидкісні дороги, мости та тунелі. Розмір плати за проїзд варіюється залежно від класу транспортного засобу, його ваги чи кількості колісних осей; тарифи для великогабаритного та великовантажного транспорту, як правило, вищі, ніж для легкових автомобілів.

Спочатку було проаналізовано організацію автомобільного руху в Словаччині. При в’їзді в країну стоїть знак з основними правилами дорожнього руху. Швидкісний режим характеризується обмеженнями:

1) у населеному пункті обмеження – 50 км/год.;

2) поза населеним пунктом – 90 км/год.;

3) на автомагістралі у населеному пункті – 90 км/год.; 4) поза населеним пунктом – 130 км/год. у Словаччині є ділянки, де швидкісна магістраль проходить у межах міста. Тоді у ньому обмеження 90 км/год. Мінімально дозволена швидкість на автомагістралі у населеному пункті 65 км/год. Поза населеним пунктом – 80 км/год. Максимальний дозволений рівень алкоголю в крові – 0.0 ‰.

Дітям до 12 років і зростом менше 150 см. заборонено їздити на передніх сидіннях. Можна тільки на задніх із використанням спеціальних дитячих утримуючих систем. Обов’язкове використання ременів безпеки для пасажирів на передніх та задніх сидіннях. Ступінь світлопропускання лобового скла має бути не менше 75%, а переднього бокового скла не менше 70%. Під час руху заборонено користуватись телефоном. Можна використовувати лише спеціальні пристрої, які дозволяють користуватися телефоном без використання рук.

Протяжність мережі автомобільних доріг загальною користування Словаччини становить 43761 км., з яких 38085 км. – дороги з твердим покриттям. Протяжність автомагістралей 499 км. На рисунку 1 наведена карта автомобільних доріг Словаччини, а на рисунку 2 – карта платних доріг.

За використання обмежених ділянок автомагістралей та швидкісних доріг Словаччини автомобільними транспортними засобами іноземних держав передбачено плату (електронну віньєтку). Розмір плати пов’язаний із тривалістю використання автомагістралей незалежно від пройденої відстані чи кількості проїздів. Автомагістралі, якими заборонено проїзд без віньєтки, відзначені відповідним знаком – «s úhradou». Електронну віньєтку можна придбати через Інтернет-портал або за допомогою програми для мобільних пристроїв «ezpátnka». Крім того, електронна віньєтка може бути куплена у пунктах продажу, позначених логотипом «e-віньєтка» («ezpátnka»), на прикордонних контрольно-пропускних пунктах, що працюють 24 години на добу, або на окремих АЗС. У Словаччині є три типи віньєток – на 10 днів, на 1 місяць та на 1 рік. Вартість віньєтки на 10 днів дещо менша, ніж вартість аналогічної віньєтки в Чехії або Словенії, але більша, ніж в Австрії. Вартість віньєтки для легкових автомобілів вагою до 3.5 тонн та причепів на 2022 рік: на 10 днів – 10 євро; на 1 місяць – 14 євро та на 1 рік – 50 євро.



Рис. 1. Автошляхи Словаччини на мапїкраїни



Рис. 2. Карта платних ділянок доріг Словаччини

Для транспортних засобів із причепом загальною масою понад 3.5 тони потрібно дві віньетки – одна для автомобіля, а друга для причепа. Оплати автомагістралей для мотоциклів не передбачено. Транспортні засоби загальною масою понад 3.5 тони (без причепа) також оплачують проїзд електронним способом. Але необхідно встановити бортовий прилад. За відсутність віньетки покладеться штраф у розмірі від 10 до 50 розмірів вартості віньетки на 1 місяць (від €140 до 700).

Паркування в центрі міста можливе лише на окремих ділянках. У великих містах використовуються паркувальні талони. Вони повинні бути розміщені на видимому місці в автомобілі та продаються у газетних кіосках або тютюнових магазинах. При паркуванні на тротуарі має залишатися вільне місце завширшки щонайменше 1.5 м. У центрі Братислави на вулицях парковка є платною з 08:00 до 16:00. Паркування оплачується за допомогою спеціальних карток. Вартість такої картки €0.70 і вона дійсна протягом 1 години. В історичному центрі Братислави є великі гаражі та підземні парковки. Вартість паркування у таких гаражах €1.00 за 30 хвилин. У місті запроваджено нову систему управління парковками, яка, ґрунтуючись на інформації від автостоянок та гаражів, показує які автостоянки вільні, а які зайняті в цей час. Ці інформаційні

таблиці розміщено на основних дорогах міста. Паркування автомобілів у заборонених місцях може призвести до блокування або буксирування транспортного засобу.

У першому випадку штраф становитиме від €65, а в другому від €225.

У Словаччині доступний неетильований бензин (95 та 98) та дизельне паливо (Nafta). Етильований бензин відсутній. Середні ціни на всі види палива станом 2022 рік:

- 1) Natural 95 – 1.775 євро;
- 2) Natural 98 – 1.886 євро;
- 3) Nafta – 1.793 євро;
- 4) LPG – 0.879 євро.

На території країни в автомобілі дозволяється провозити каністрах не більше 20 літрів палива. Обов'язкове обладнання автомобіля таке:

- 1) аптечка першої допомоги;
- 2) знак аварійної зупинки (не є обов'язковим для мотоциклів);
- 3) світловідбивний жилет є обов'язковим для будь-якої особи, яка виходить зі свого автомобіля, вдень чи вночі у разі зупинки чи аварії на шосе. Жилет має бути розміщений у межах досяжності водія. Це правило також поширюється на мотоциклістів. Штраф за його відсутність – €150;
- 4) запасне колесо – включаючи домкрат та балонний ключ.

Допускається відсутність запасного колеса за наявності шин run-flat або набору для заклеювання колеса з компресором.

Штраф за відсутність чогось із обов'язкового обладнання (крім світловідбиваючого жилета) – 60 євро. Наступна транспортна мережа, що підлягала аналізу, – автошляхи Чехії.

Стандартні обмеження швидкості у Чехії (якщо інше не вказано на знаках):

1. Автомобілі та мотоцикли: у населеному пункті – 50 км/год., поза населеним пунктом – 90 км/год., на автомобільній дорозі – 110 км/год., на автомагістралі – 130 км/год.

2. Автомобілі з причепом: у населеному пункті – 50 км/год., поза населеним пунктом – 80 км/год., на автомобільній дорозі – 80 км/год., на автомагістралі – 80 км/год.

3. На автомобільній дорозі або автомагістралі, що проходить всередині населеного пункту, обмеження швидкості – 80 км/год.

4. Транспортним засобам, максимальна конструктивна швидкість яких не перевищує 80 км/год, заборонено їздити по автомагістралі.

5. Останні 50 м шляху до перетину залізничних колій швидкість не повинна перевищувати 30 км/год.

6. Для автомобілів, оснащених ланцюгами протиковзання, максимально дозволена швидкість 50 км/год.

Максимально допустимий рівень алкоголю у крові 0.0 ‰. Якщо рівень алкоголю в крові перевищує допустимий, то штраф становитиме від 102 євро до 812 євро та позбавлення права керування транспортним засобом від 6 місяців до 1 року. Відмова від проходження медичного огляду на стан сп'яніння спричиняє штраф від 102 євро до 2,031 євро та позбавлення права керування транспортним засобом від 1 до 2 років.

Ближнє світло обов'язкове 24 години на добу цілий рік. Протитуманні фари можуть бути використані лише за наявності туману або в умовах поганій видимості.

Дітям до 12 років і зріст менше 150 см заборонено їздити на передніх сидіннях. Вони можуть подорожувати лише на задніх сидіннях автомобіля у спеціальних дитячих утримувальних системах.

Використання ременів безпеки обов'язково для пасажирів, що знаходяться попереду та позаду. Забороняється користуватися під час руху транспортного засобу апаратом телефонного зв'язку, який не обладнаний технічним пристроєм, що дозволяє вести переговори без використання рук.

Ступінь світлопропускання лобового скла повинен становити не менше 75%, а передніх бокових стекол не менше 70%. Для заднього скла ступінь світлопропускання не регламентується. Невідповідність нормам світлопропускання підпадає під статтю про експлуатацію транспортного засобу, що загрожує безпеці дорожнього руху. У цьому порушенні експлуатація транспортного засобу заборонено до усунення причини.

У Чехії застосовується наступна похибка при вимірі швидкості за допомогою радара: при швидкості до 100 км/год. – 3 км/год., при швидкості понад 100 км/год. – 3%. Це означає, що за дозволеної швидкості 50 км/год. перевищення буде фіксуватися, коли радар покаже швидкість щонайменше 54 км/год. А за дозволеної швидкості 130 км/год. – не менше 135 км/год.

Протяжність мережі автошляхів загального користування Чехії становить 130671 км. Усі вони із твердим покриттям. Протяжність автомагістралей та автомобільних доріг становить 1350 км.

Карта автомобільних доріг Чехії наведена на рисунку 3, а платні ділянки – на рисунку 4.

За проїзд автомобільних транспортних засобів деякими автомагістралями Чехії передбачена плата (віньєтка). Розмір плати залежить від категорії транспортного засобу та тривалості використання автомагістралей.

Платні ділянки доріг відзначені знаками «Автомагістраль» та «Дорога для автомобілів». Безкоштовні ділянки дороги відзначені такими самими знаками, але з написом «BEZ POPLATKU».

Водієві, що перебуває на платній дорозі без діючої електронної віньєтки, загрожує штраф у розмірі до 812 євро.



Рис. 3. Карта автомобільних доріг Чехії



Рис. 4. Карта платних ділянок доріг Чехії

Вартість віньетки для легкових автомобілів вагою до 3,5 т (незалежно від ваги причепа) на 2022 рік становить: на 10 днів – 13 євро, 1 місяць – 18 євро, на 1 рік – 61 євро.

Автомобілі загальною масою понад 3,5 т оплачують дороги за допомогою спеціальних електронних пристроїв. Крім того, електронну віньєтку можна придбати у торгових точках Česká pošta, на заправках EuroOil або у кіосках самообслуговування.

У більшості міст Чехії використовуються паркувальні автомати (parkovací automaty). Оплата проводиться готівкою. Допустимий час стоянки від 30 хвилин до 6 годин. Орієнтовна вартість залежить від місця та коливається від 1.6–3.2 євро на годину. Якщо не вказано інше, то паркування безкоштовне з 6 вечора до 8 ранку у будні дні, а також у вихідні та святкові дні.

У Чехії доступний неетилований («natural») бензин (91, 95 та 98) та дизельне паливо («nafta»). Етилований бензин відсутній. Є газові заправки (autoplýn). Кількість заправок, на яких присутній бензин з октановим числом 91, обмежена та ціни на нього можуть бути вищими, ніж на бензин з октановим числом 95.

Середні ціни на всі види палива станом на 2022 рік:

- 1) Natural 95 – 1.841 євро;
- 2) Natural 98 – 1.965 євро;
- 3) Nafta – 1.821 євро;
- 4) Autoplýn – 0.787 євро.

На території країни автомобілем дозволяється провозити 10 літрів бензину в каністрі.

Обладнання, яке необхідно мати в автомобілі:

- 1) аптечка першої допомоги;
- 2) знак аварійної зупинки – не є обов'язковим для мотоциклів. За наявності причепа необхідно 2 знаки;
- 3) світловідбивний жилет – світловідбивний жилет є обов'язковим для будь-якої особи, яка виходить зі свого автомобіля, вдень або вночі у разі зупинки чи аварії на шосе. Жилет повинен бути всередині автомобіля, а не в багажнику;

- 4) запасне колесо – включаючи домкрат та балонний ключ.

Допускається відсутність запасного колеса за наявності шин run-flat або набору для заклеювання колеса з компресором;

- 5) набір запасних ламп – по одному кожного типу;
- 6) запасні запобіжники – по одному для кожного типу, що використовується.

Ще одна країна, транспортна мережа якої розглядалася у даній роботі, – Польща. Стандартні обмеження швидкості у Польщі (якщо інше не вказано на знаках):

- 1) для автомобілів та мотоциклів;
- 2) у населеному пункті – 50 км/год.;
- 3) поза населеним пунктом (одна смуга у кожному напрямку) – 90 км/год.;
- 4) поза населеним пунктом (дві смуги у кожному напрямку) – 100 км/год.;
- 5) на автомобільній дорозі (одна смуга у кожному напрямку) – 100 км/год.;
- 6) на автомобільній дорозі (дві смуги у кожному напрямку) – 120 км/год.;
- 7) на автомагістралі – 140 км/год.
- 8) для автомобілів з причепом:
- 9) у населеному пункті – 50 км/год.;
- 10) поза населеним пунктом (одна смуга у кожному напрямку) – 70 км/год.;
- 11) поза населеним пунктом (дві смуги у кожному напрямку) – 80 км/год.;
- 12) на автомобільній дорозі – 80 км/год.;
- 13) на автомагістралі – 80 км/год.;

Мінімально дозволена швидкість на автобанах – 40 км/год.

Максимально допустимий рівень алкоголю у крові 0.2 ‰. Якщо рівень алкоголю в крові знаходиться в діапазоні від 0.21 ‰ до 0.5 ‰, то штраф становитиме від 1,087 євро та позбавлення права керування від 3 до 15 років. У разі аварії штраф становитиме не менше 2,174 євро, а гроші будуть передані постраждалим особам. Якщо рівень алкоголю в крові перевищує 0.5 ‰, це є злочином і справа підлягає розгляду в суді з можливістю негайного арешту. Водії, викриті в їзді в стані алкогольного сп'яніння, після відновлення прав водія будуть зобов'язані встановити в автомобілі «алкогольний замок» (alcooguard). Цей пристрій не дозволяє запустити автомобіль, якщо рівень алкоголю у повітрі, що видихається водієм, буде вище 0.1 мг/дм³.

Ближнє світло обов'язкове 24 години на добу цілий рік. У денний час (від світанку до заходу сонця) в умовах нормальної видимості замість ближнього світла дозволяється використовувати ходові вогні.

Протитуманні фари можуть використовуватися лише під час туману або зливи. Задні протитуманні фари можуть застосовуватися лише у випадках, якщо видимість зменшиться до 50 метрів.

Забороняється перевозити дітей зростом нижче 150 см на передньому сидінні без відповідних дитячих утримувальних систем, що відповідають їхній вазі. Забороняється перевозити дітей до 3 років у автомобілях, які не обладнані ременями безпеки. Винятком є перевезення дітей у таксі. Допускається перевозити на задньому сидінні без дитячого крісла дітей, зріст яких не менше 135 см за умови правильного регулювання ременів безпеки. Допускається перевезення третьої дитини на задньому сидінні, на центральному місці, в автомобілях, не пристосованих для встановлення третього крісла за умови, що вік дитини старше 3-х років і її можна пристебнути ременями безпеки. Двоє інших дітей повинні бути у дитячих кріслах безпеки.

Використання ременів безпеки обов'язково для пасажирів, що знаходяться позаду і попереду. Забороняється їздити на мотоциклі та квадроциклі без захисного шолома. Забороняється користуватися під час руху транспортного засобу апаратом телефонного зв'язку, який не обладнаний технічним пристроєм, що дозволяє вести переговори без використання рук.

Іноземні громадяни не можуть бути покарані штрафними пунктами. Співробітник поліції виписує дома грошовий штраф і видає водію відповідну розписку (квитанцію). Розмір штрафу є таким самим, як для громадянина Польщі. У разі несплати дома (відсутність готівки чи відмова від прийняття штрафу) справа передається до суду першої інстанції. До часу судового розгляду водія може бути затримано органами поліції.

При перевищенні допустимої швидкості більш ніж на 50 км/год. у населеному пункті – позбавлення посвідчення водія на 3 місяці. Офіцер поліції зможе забрати документ одразу після зупинки.

Карта автомобільних доріг Польщі наведена на рисунку 5, а карта платних автодоріг Польщі – на рисунку 6.

Протяжність мережі автомобільних шляхів загального користування Польщі становить 423997 км. З них дороги з твердим покриттям – 292134 км. Протяжність автомагістралей (Autostrady, що позначаються буквою А) становить 1706 км.

У Польщі передбачено плату за використання автомобільних доріг залежно від пройденої відстані.

Автомагістраль А2 включає 4 платні ділянки: Konin – Września, Września – Poznań, Poznań – Nowy Tomyśl та Nowy Tomyśl – Rzepin.

На автомагістралі А4 Katowice – Kraków вартість проїзду складає для мотоциклів – 1.30 євро, для автомобілів – 2.60 євро, для автомобілів з причепом – 4.30 євро.

Вартість проїзду автошляхами Польщі наведена у таблиці 1.



Рис. 5. Карта автомобільних доріг Польщі

З 29 серпня 2018 року у Польщі набули чинності поправки до закону про дорожній рух, згідно з яким у країні з'являться «екологічно чисті зони». Це пов'язано з тим, що польська влада хоче обмежити в'їзд автомобілів до центрів міст і при цьому шукає спосіб просувати «зелені автомобілі».

Безкоштовно в ці зони зможуть проїхати лише електромобілі та автомобілі, що працюють на природному газі. Власники автомобілів з бензиновими та дизельними двигунами повинні будуть заплатити 0.5 євро за годину або 5 євро за добу перебування у такій зоні. У разі порушення штрафу 109 євро. На в'їзді та виїзді з такої зони встановлюватимуться відповідні знаки D-54 та D-55.

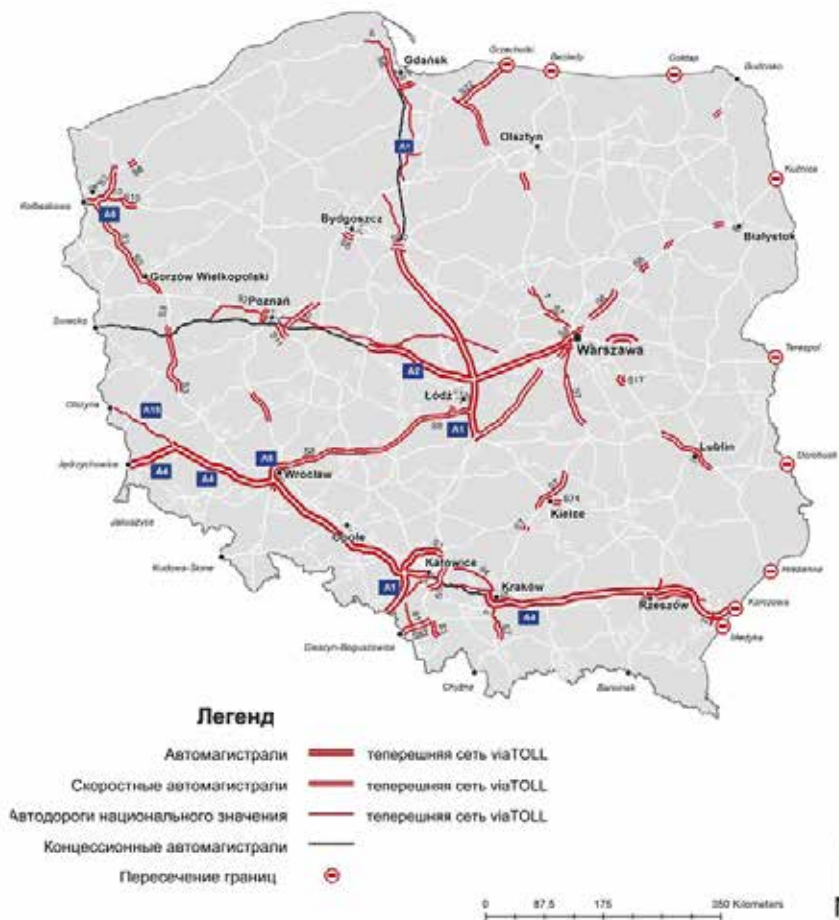


Рис. 6. Карта платних автодоріг Польщі

Таблиця 1

Вартість проїзду автошляхами Польщі

Транспортний засіб	Konin- Września	Września – Poznań	Poznań – Nowy Tomyśl	Nowy Tomyśl – Rzepin
Мотоцикли та автомобілі з двома осями	23.00 (€ 5.00)	23.00 (€ 5.00)	23.00 (€ 5.00)	18.00 (€ 3.90)
Автомобілі з двома осями та з причепом	34.00 (€ 7.40)	34.00 (€ 7.40)	34.00 (€ 7.40)	40.00 (€ 8.70)

Запаркуватися в Польщі можна тільки в призначених для цього місцях. І при цьому потрібно перевірити: необхідна оплата або ні. На платній стоянці є певний знак про те, чи потрібно заплатити паркувальнику або скористуватися спеціальним автоматом. Виданий талончик обов'язково розміщується під лобове скло автомобіля. У випадку відхилення від оплати доведеться заплатити штраф. Паркування в країні, в основному платні, тільки в великих торгових центрах можуть бути безкоштовні паркування.

Деякі торгові центри не беруть плати за паркування тільки на протязі 1–2 годин, а тому потрібно. На в'їзді видається спеціальний талон, і на виїзді потрібно буде цей талончик пред'явити. Хоча зараз, часто на виїзді камера вважається номерний знак і шлагбаум відкрито автоматично. Але перед виїздом необхідно знайти спеціальний автомат, і оплатити парковку власне стільки, скільки простоявав автомобіль. Навіть якщо час перебування на парковці склало 10 хвилин, і не потрібно платити, ця карта/талончик також потрібна при виїзді. Найбільші проблеми з пошуком місця, де можна припаркувати автомобіль, виникають в великих містах і історичних центрах.

За багатьма вулицями в центрі старих міст рух машини взагалі перекрито. В зоні платної парковки в середньому перша година коштує 0,65 євро, друга година – 0,70 євро і кожна наступна – 0,65 євро.

У Польщі доступний неетильований бензин (95 та 98) та дизельне паливо. Етильований бензин відсутній. Газові заправки (LPG) є. Середні ціни на всі види палива станом на 2022 рік:

- 1) Pb95 – 1.570 євро;
- 2) Pb98 – 1.653 євро;
- 3) ON – 1.651 євро;
- 4) LPG – 0.773 євро.

На території країни в автомобілі можна провозити до 20 літрів бензину в каністрах. Обов'язкове обладнання автомобіля: знак аварійної зупинки (є обов'язковим для всіх транспортних засобів з більш, ніж двома колесами) та вогнегасник.

Використання зимових шин у Польщі не є обов'язковим. Використання шипованих шин заборонено. Ланцюги протиковзання допускаються лише на дорозі, покритій снігом або льодом. Рекомендується мати в автомобілі аптечку першої допомоги, жилет, що відображає світло, і комплект запасних ламп. Виходити з машини без світловідбиваючого жилета в темний час за межами населених пунктів забороняється. Використання радар-детекторів заборонено.

Може провозитися в автомобілі лише у упакованому стані.

Далі в роботі був виконаний порівняльний аналіз організації авто руху в Словаччині, Чехії та Польщі. В таблиці 2 представлені дані по стандартних обмеженнях швидкості руху у цих країнах.

Таблиця 2

Порівняння стандартних обмежень швидкості руху в Словаччині, Чехії та Польщі

	Словаччина	Чехія	Польща
По місту	50 км/год.	50км/год.	50км/год.
За містом	90 км/год.	90км/год.	90км/год.
По автомагістралі	130км/год.	130км/год.	140км/год.

На діаграмі, наведеній на рисунку 7, показані стандартні обмеження швидкості руху для цих країн за даними [3; 4].

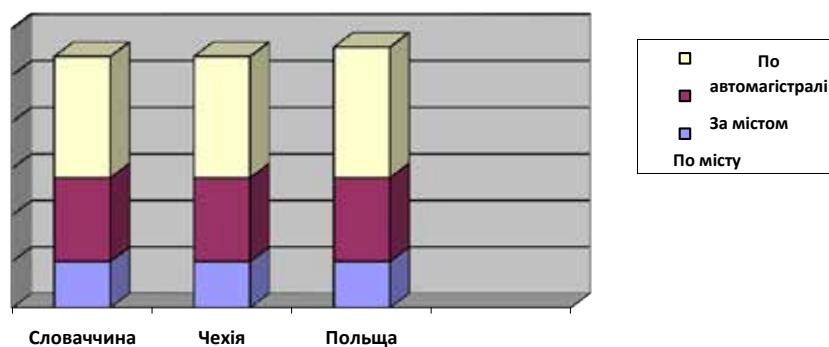


Рис. 7. Обмеження швидкості руху Словаччині, Чехії та Польщі, км/год.

З рисунку 7 видно, що обмеження швидкості в цих країнах майже однакове, винятком є тільки Польща, у якої максимальна швидкість по автомагістралі складає 140 км/год., що на 10 км/год. більше ніж в інших країнах. В таблиці 3 подані результати порівняння стандартних штрафів в Словаччині, Чехії та Польщі.

Таблиця 3

Порівняння стандартних штрафів в Словаччині, Чехії та Польщі

	Словаччина	Чехія	Польща
Перевищення швидкості (в середньому)	60 євро	41 – 406 євро (224 євро)	12 – 165 євро (89 євро)
Алкоголь в крові (в середньому)	230 євро	102 – 812 євро (457 євро)	1,087 – 2,174 євро (1,63 євро)
Вимкнене ближнє світло фар за містом (в середньому)	20 – 50 євро (35 євро)	81 євро	22 євро
Непрістебнутий ремінь безпеки	50 євро	81 євро	33 євро
Розмова по телефону за кермом	60 євро	41 євро	43 євро
Неправильне перевезення дітей	60 євро	81 євро	33 євро
Усереднене значення штрафів	82,5 євро	160,8 євро	36,9 євро

З таблиці 3 можна зробити висновок, що в Чехії штрафи є найбільшими, в середньому доведеться заплатити 160,8 євро, дещо менші вони у Словаччині, там в середньому доведеться заплатити 82,5 євро, а у Польщі є найменшими, тому, що в середньому становлять 36,9 євро.

Далі були порівняні протяжності мережі автомобільних доріг для досліджуваних країн (див. табл. 4).

Таблиця 4

Порівняння протяжності мережі автомобільних доріг

	Словаччина	Чехія	Польща
Протяжність автомобільних шляхів	43 761 км	130 671 км	423 997 км
Протяжність доріг з твердим покриттям	38 085 км	130 671 км	292 134 км
Протяжність автомагістралей	499 км	1 350 км	1 706 км

На рисунку 8 наведено результати порівняння протяжності мережі автомобільних доріг в Словаччині, Чехії та Польщі, виконані за даними [3; 4]. Аналізуючи отримані результати, можна зробити висновок, що найбільшу мережу автошляхів серед порівняних країн має Польща.

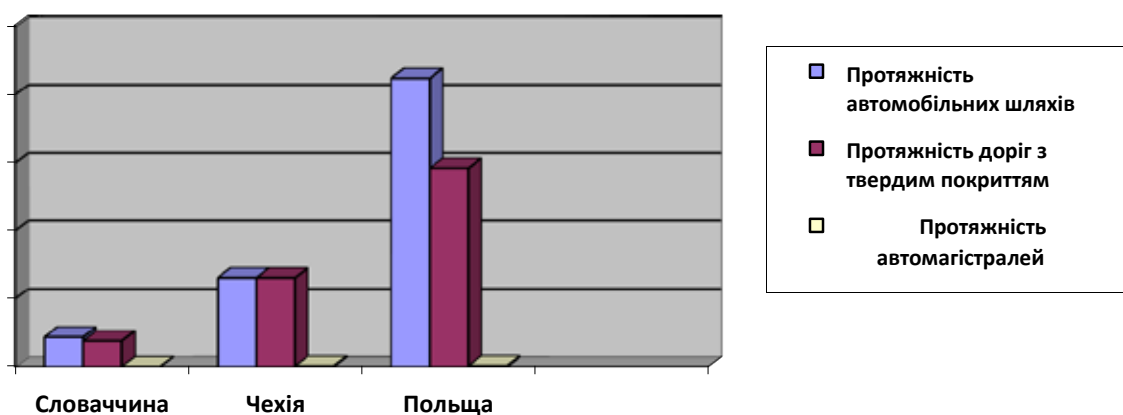


Рис. 8. Протяжність мережі автомобільних доріг в Словаччині, Чехії та Польщі, км

Таким чином, можна зробити висновок, що в Польщі найрозвиненіша мережа автомобільних доріг, адже вона має найбільшу протяжність всіх автомобільних шляхів, доріг з твердим покриттям та автомагістралей.

Розглянемо вартість проїзду по автомагістралям в цих країнах. Для проїзду по автомагістралям в Словаччині та Чехії необхідно придбати електронну віньєтку, яка дає право необмеженого проїзду по всім автомагістралям країни з обмеженням часу дії віньєтки. Але у Польщі діє інша система. В цій країні потрібно оплачувати певну ділянку дороги, по якій ви плануєте їхати, адже кожен відрізок дороги має різну ціну. Оплачувати потрібно у спеціальних пунктах пропуску на автомагістралях. Терміни дії віньєток показані в таблиці 5.

Таблиця 5

Порівняння терміну дії електронної віньєтки

Термін дії електронної віньєтки	Словаччина	Чехія	Польща
10 днів	10 євро	13 євро	5 євро (в середньому)
1 місяць	14 євро	18 євро	
1 рік	50 євро	61 євро	

Можна зробити висновок, що в середньому найдешевшим проїзд по автомагістралям є у Польщі, дорожчим у Словаччині, а в Чехії є найдорожчим, а також у Польщі дозволена максимальна швидкість 140 км/год., що на 10 км/год. більше, ніж в інших країнах. Вартість паркування автомобіля в досліджуваних країнах показана в таблиці 6.

Таблиця 6

Порівняння вартості паркування автомобіля в досліджуваних країнах

	Словаччина	Чехія	Польща
Вартість 1 години паркування	0,70 євро	1,6 євро	0,65 євро

Таким чином, очевидно, що найдешевша вартість паркування в Польщі, дорожче в Словаччині, а в Чехії найдорожче паркування. Ще одним дуже важливим показником є вартість пального. Порівняння вартості палива в Словаччині, Чехії та Польщі показано в таблиці 7.

Таблиця 7

Порівняння вартості палива в Словаччині, Чехії та Польщі

	Словаччина	Чехія	Польща
Бензин 95	1,775 євро	1,841 євро	1,570 євро
Бензин 98	1,886 євро	1,965 євро	1,653 євро
Дизель	1,793 євро	1,821 євро	1,651 євро
Газ	0,879 євро	0,787 євро	0,773 євро

Як видно з даної таблиці, найдешевшим паливом є у Польщі, дещо дорожче воно у Словаччині, а найдорожче – у Чехії. На рисунку 9 наведена порівняльна діаграма вартості пального для трьох досліджуваних європейських країн.

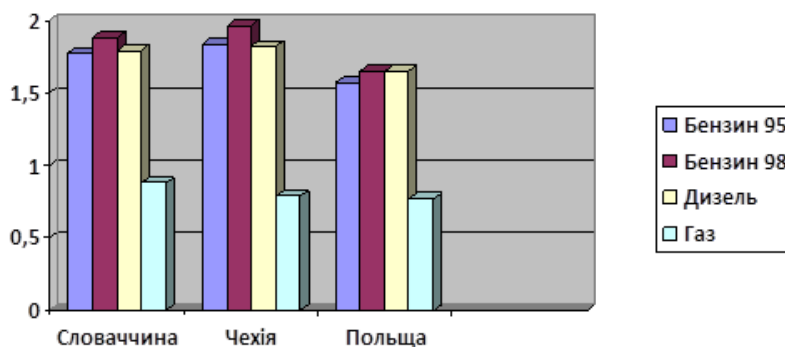


Рис. 9. Вартість пального у Словаччині, Чехії та Польщі, у.о.

Ще одним дуже важливим показником є порівняння вимог до обов'язкового обладнання автомобілів в досліджуваних країнах (див. табл. 8)

Таблиця 8

Вимоги до наявності обов'язкового обладнання автомобілів в Словаччині, Чехії та Польщі

	Словаччина	Чехія	Польща
Аптечка	-	+	-
Вогнегасник	-	-	+
Знак аварійної зупинки	+	+	+
Світло відбивний жилет	+	+	-
Запасне колесо або набір ремонту шин з компресором	+	+	-

Як видно з таблиці 8, в Польщі найменше вимог до обладнання автомобіля, в Словаччині їх дещо більше, а в Чехії сама велика кількість вимог щодо обов'язкового обладнання автомобіля.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі. Після аналізу даних порівняльних діаграм, побудованих у ході дослідження, можна зробити висновок, що Польща має найбільшу мережу доріг, найнижчі вимоги до транспортних засобів та найнижчі ціни за користування транспортною інфраструктурою. У Чехії, навпаки, найвищі вимоги і найвищі ціни. Тому Польща є найбільш привабливою для організації автомобільних перевезень вантажів та пасажирів і може бути використана у першу чергу як країна, що готова прийняти українських біженців, які тікають від війни на власному автомобільному транспорті.

Список використаних джерел:

1. Автомобільна дорога. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B0.
2. Деділова Т.В., Пушкарьова Н.А., Кабанець М.С. Аналіз взаємодії України та ЄС за проектом TRASECA у сфері безпеки дорожнього руху. *Глобальні та національні проблеми економіки*. Вип. 13. 2016. С. 62–67. URL: <http://global-national.in.ua/archive/13-2016/14.pdf>.
3. Закон про дорожній рух. Установа від 20 червня 1997 р. на основі: І.Е. *Журнал Закони 2022 року*. URL: <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU19970980602/U/D19970602Lj.pdf>.
4. Мережа автомобільних доріг Словаччини. *National Highway Company (Словаччина)*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Highways_in_Slovakia.

References:

1. Motorway. Wikipedia. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B0
2. Dedilova T. V. Pushkaryova N. A., Kabanets M. S. Analysis of the interaction between Ukraine and the EU according to the TRASECA project in the field of roads safety. *Global and national economic problems*. Issue 13. 2016. Pp. 62-67. URL: <http://global-national.in.ua/archive/13-2016/14.pdf>
3. Traffic Law. Act. Of June 20, 1997. Road. Based on: I.E. *Journal Law of 2022*. URL: <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU19970980602/U/D19970602Lj.pdf>
4. Slovak high way net work according to *National Highway Company (Slovak)*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Highways_in_Slovakia

Шановні автори!

До наукового журналу «Системи та технології» приймаються рукописи наукових праць, які ніколи раніше не публікувалися і не призначені для одночасної публікації в інших виданнях.

Просимо враховувати вимоги до статей і порядку їх подання до публікації. Матеріали, оформлені з відхиленням від зазначених нижче вимог щодо порядку подання та оформлення наукової статті, редколегія не розглядає.

Приймаються статті, написані українською, англійською мовами.

Рукопис статті повинен мати такі елементи:

1 – УДК (вирівнювання по лівому краю). Визначити код – див. <http://www.udcsummary.info/php/index.php?lang=uk>;

2 – ініціали та прізвище автора (шрифт – напівжирний), науковий ступінь і вчене звання, посада та місце роботи (повна назва структурного підрозділу), ORCID (шрифт – прямий);

Кожен наступний співавтор з нового рядка.

3 – назва наукової статті (вирівнювання по центру, шрифт – напівжирний);

4 – анотація та ключові слова українською (середній обсяг анотації – не менше 1800 друкованих знаків);

5 – ініціали, прізвище автора, назву статті та анотацію англійською мовою (2000–2500 друкованих знаків), ключові слова англійською;

6 – текст наукової статті із зазначенням наступних елементів:

Постановка проблеми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Мета статті.

Виклад основного матеріалу.

Висновки з дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі.

7 – Список використаних джерел у порядку згадування або у алфавітному порядку (подається мовою оригіналу та оформлюється за міждержавним стандартом ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання»).

Посилання на літературні джерела в тексті наукової статті слід надавати в квадратних дужках [1, с. 56; 7, с. 45–51].

8 – References (транслітерація) (оформлюється у романському алфавіті в стилі APA Style Reference Citations відповідно до **Міжнародного стандарту APA**).

Зазначені елементи виділяються в рукописі напівжирним шрифтом.

Постановка проблеми виконується у загальному вигляді та наголошується на її зв'язку із важливими науковими чи практичними завданнями. Під час виконання аналізу останніх досліджень і публікацій, на які спирається автор та в яких розглядається досліджувана проблема і підходи до її розв'язання, необхідно виділити невирішені частини загальної проблеми, яку досліджують у статті. Виклад основного матеріалу дослідження виконується з повним обґрунтуванням здобутих наукових результатів.

Текст статті має бути набраний в текстовому редакторі Microsoft Word. Тип файлу – текст у форматі RTF або DOC(X).

Обсяг статті – 12–20 сторінок (Основна частина). Шрифт – Times New Roman, кегель – 14, міжрядковий інтервал – 1,5, поля – усі 2 см, абзац – 1 см. Форматування абзаців за допомогою інтервалів (пробілів) чи табуляції неприпустимо. У тексті необхідно використовувати лапки лише такого зразка: « ». У тексті заборонені переноси. Нумерація сторінок не ведеться.

Рисунки, схеми, таблиці, формули слід наводити у вигляді, що дозволяє їх коригування. Кількість таблиць, формул та ілюстрацій має бути мінімальною та доречною. Рисунки і таблиці на альбомних сторінках не приймаються.

Розміри таблиць та ілюстрацій не повинні перевищувати розміри друкованої сторінки збірника. Рисунки, графіки й таблиці повинні бути пронумеровані та мати назву (допускається шрифт тексту – Times New Roman, розмір – 12 пт). Найбільш складні рисунки пропонуються набирати, застосовуючи графічний редактор Microsoft Visio.

Під кожною табл. та рис. має бути зазначено джерело (Джерело: ...). Таблиці, графіки та рисунки потрібно подавати у чорно-білому кольорі. Ілюстративні матеріали потрібно розміщувати після посилання на них у тексті. Рисунки додатково подають окремим файлом Microsoft Excel. Одночасне використання таблиць і графіків для пояснення одних і тих самих положень не рекомендується.

Математичні формули мають бути ретельно перевірені та чітко надруковані. Формули пропонуються набирати, застосовуючи встановлений у MS Word редактор формул MathType 4.0 (6.0) Equation, або Microsoft Equation 3.0 з наступними розмірами символів: звичайний – 14 пт, крупний індекс – 10 пт, мілкий індекс – 7 пт, крупний символ – 18 пт, мілкий символ – 12 пт. Формули необхідно виділяти одним рядком від решти тексту, центрувати, нумерувати в круглих дужках, вирівняти до правої межі тексту.

Спеціальності, за якими можуть бути подані статті

113 – Прикладна математика

122 – Комп'ютерні науки

123 – Комп'ютерна інженерія

275 – Транспортні технології (за видами)

172 – Телекомунікації та радіотехніка

255 – озброєння та військова техніка

Передрук матеріалів дозволяється лише за письмової згоди редакції.

Матеріали, що публікуються, відображають позицію автора, яка може не збігатися з поглядом редакції.

За достовірність фактів, статистичних даних та іншої інформації відповідальність несе автор.