

УДК 330.342.3

DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/171-7>**Палант О. Ю.**

доктор економічних наук,
Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8178-6874>

Джабраїлов А. М.

аспірант кафедри підприємництва та бізнес-адміністрування,
Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова

Palant Oleksii, Dzhabrailov Arsen

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

ЕКОНОМІЧНІ ПЕРЕВАГИ КОНСТРУКЦІЙ БУДОВИ ТРАМВАЙНИХ КОЛІЙ

Розвиток міського громадського транспорту, суттєвою частиною якого є трамвайні підприємства, забезпечується шляхом виявлення та вирішення проблем практичного характеру, головною з яких є обмеженість власних грошових ресурсів комунальних підприємств. Міські ради українських міст, де є комунальний транспорт, зацікавлені у зменшенні витрат на утримання цих підприємств. Одним зі шляхів подолання фінансової залежності, що склалася, є зменшення поточних витрат на утримання трамвайних колій. Для цього трамвайні колії повинні стати більш витривалими до непростих умов їх експлуатації. Безбаластні технології будови/реконструкції трамвайних колій – це інноваційний для нашої країни проєкт, впровадження якого здатне суттєво підвищити економічні показники функціонування трамвайних підприємств.

Ключові слова: трамвайне господарство, транспортна інфраструктура, колійне господарство, міський громадський транспорт, пасажирські перевезення, економічні переваги.

ECONOMIC ADVANTAGES OF THE CONSTRUCTION STRUCTURE OF TRAM LINES

The development of urban public transport, and its essential part – tram enterprises – is no exception, is ensured by identifying and solving problems of a practical nature, the main of which the limited financial resources of municipal utilities is the most important. Municipal councils of Ukrainian cities where there is public transport are interested in reducing the cost of maintaining these enterprises. One of the ways to overcome financial dependence in the current situation is to reduce the current costs of maintaining tram lines. For this, tram tracks must become more resistant to the difficult conditions of their exploitation. Ballastless track technologies for the construction / reconstruction of tram tracks is an innovative project for our country, the implementation of which can significantly increase the economic performance of tram municipal enterprises. The article describes several of the most common ballastless track technologies for installing tram tracks, which have positively proven themselves during exploitation in various countries of the world, including Ukraine. Although the installation of tram tracks according to the classical (ballast) technology is a less time-consuming process, but progressive (ballastless) technologies have undoubted economic advantages - durability, preservation from destruction of both the track itself and the rolling stock moving along it, and great savings in maintenance costs. In addition, such structures provide for the ability of tram tracks to resist increasing travel speeds and increasing load on tram rails with constantly growing traffic intensity. They are more environmentally friendly: they create much less noise and vibration, prevent the propagation of stray currents and so forth. What is especially important is their proven undoubted positive impact on traffic safety. All of these advantages increase the quality of transport services for the population. The international experience of the functioning of tram systems moving on ballastless tracks suggests a significant positive economic and social effect from their practical application.

Keywords: tram facilities, transport infrastructure, track facilities, urban public transport, passenger transportation, economic benefits.

JEL classification: L91, R41, R49, O32

Постановка проблеми. Вже багато років перед фахівцями транспортного будівництва та економістами-транспортниками гостро стоїть проблема найбільш раціональної з технологічної та економічної точок зору конструкції трамвайних колій. Постає питання їх відповідності всім (або хоча би більшості) необхідним умовам безпечної та комфортної для пасажирів, довгострокової та найменш затратної для підприємств-перевізників, дружньої для довкілля їх експлуатації. Це перш за все передбачає можливість конструкціям трамвайних колій чинити опір постійно зростаючим швидкостям руху та постійно зростаючим

навантаженням на трамвайні рейки за постійно зростаючої інтенсивності дорожнього руху. При цьому ціни їх влаштування та подальшого утримання не повинні бути вкрай високими, а самі трамвайні колії не повинні створювати шум та вібрацію й генерувати блукаючі струми. Виконавши аналіз найбільш поширених варіантів конструкцій трамвайних колій, що застосовуються під час їх будівництва та реконструкції у світі та в Україні, ми надали теоретико-економічну оцінку перспектив застосування сучасних безбаластних технологій під час будівництва/реконструкції трамвайних колій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасним економічним проблемам та перспективам розвитку систем міського транспорту нашої країни, напрямкам удосконалення їх діяльності присвячена доволі велика кількість робіт провідних економістів [1–4]. Закордонний досвід організації транспортного обслуговування обговорений, зокрема, в роботах [5; 6]. Аналіз та розроблення завдань щодо основних напрямів реформування міського електричного транспорту, проблеми стратегічної системної модернізації та реструктуризації галузі розгорнуто описані в монографіях [7–10]. Проблематиці утримання трамвайних колій у належному стані присвячені роботи [11–14]. Однак економічному розвитку трамвайних господарств України та їх достатньо витратній складовій частині – колійному господарству – присвячена недостатня кількість оприлюднених досліджень, більшість наукових праць присвячена технічній складовій частині питання.

Мета статті полягає в техніко-економічному обґрунтуванні переваг використання безбаластних технологій у будівництві/реконструкції трамвайних колій, доведенні пріоритетів їх застосування щодо підвищення якості будівництва, екологічності використання та суттєвого подовження строків служби трамвайних колійних господарств міст України, а також зменшення відрхувань на ремонт рухомого складу (трамвайних вагонів).

Виклад основного матеріалу. Зараз у світі під час будівництва та реконструкції трамвайних і залізничних колій використовують два варіанти конструкцій їхньої будови, а саме традиційну баластну та прогресивну безбаластну.

Перевагу віддають все частіше безбаластним конструкціям порівняно з традиційними баластними коліями. Безбаластні конструкції в науковій літературі зазвичай називають прогресивними, тому що вони характеризуються низкою таких суттєвих переваг перед баластними:

- дають змогу значно скоротити витрати на утримання колій, що знаходяться в експлуатації;
- зменшують шум та вібрацію, що створює трамвай в русі, зменшують утворення блукаючих струмів;
- збільшують швидкісні характеристики руху трамваїв та іншого транспорту, що прямує на одному дорожньому полотні з трамваем;
- зменшують зношення рухомого складу (трамвайних вагонів) та колійного (рейкового) господарства;
- підвищують безпеку руху як трамваїв, так і інших транспортних засобів.

Як бачимо, дві з п'яти характеристик стосуються економічних переваг впровадження безбаластних технологій, а саме скорочення витрат на утримання трамвайних колій та зменшення зносу основних засобів, тобто рухомого складу та колійного господарства. Хоча збільшення швидкісних характеристик руху також можна віднести до економічних переваг впровадження безбаластних технологій будівництва/реконструкції трамвайних колій.

Однак слід зауважити, що за існування явних переваг застосування безбаластних технологій основним стримуючим фактором їх повсюдного впровадження є капітальні витрати на будівництво, що їх супроводжують. За рідким винятком вони значно перевищують витрати на влаштування баластних систем трамвайних колій.

Основними вимогами, які визначають надійність будь-якого будівельного об'єкта, є його відповідність призначенню та здатність зберегти необхідні експлуатаційні якості протягом устанавленого терміну експлуатації. Це повною мірою відповідає новітнім безбаластним технологіям влаштування трамвайних колій. Вони відповідають вимогам щодо гарантії безпеки для здоров'я та життя людей, майна та довкілля; збереження цілісності об'єкта та його основних частин і виконання інших вимог, які гарантують можливість використання об'єкта за призначенням і нормального функціонування технологічного процесу; створення необхідного рівня зручностей і комфорту для користувачів та експлуатаційного персоналу, включаючи вимоги до кліматичного режиму, доступність для оглядів і ремонтів, можливість заміни і модернізації окремих елементів тощо.

Подібні будівельні конструкції відповідають вимогам, де економічні переваги відіграють не останню роль. Вони сприймають без руйнувань і недопустимих деформацій впливи, що виникають під час їх зведення та протягом устанавленого терміну експлуатації; мають достатню працездатність в умовах нормальної експлуатації протягом усього встанавленого терміну експлуатації, а саме їх експлуатаційні параметри із заданою ймовірністю не виходять за встановлені нормативною або проектною документацією межі, а їх довговічність є такою, що погіршення властивостей матеріалів і конструкцій внаслідок усіх форм фізичного зношування окремих елементів і всієї конструкції загалом не приводить до недопустимо високої ймовірності їхньої відмови. Доцільність технічних та організаційних рішень таких конструкцій завжди ретельно обґрунтована й підтверджена досвідом будівництва та експлуатації аналогічних об'єктів.

Далі зробимо економічний огляд кількох найбільш поширених безбаластних технологій влаштування трамвайних колій, які позитивно зарекомендували себе в ході експлуатації в різних країнах світу.

Почнемо з найбільш економічно виправданої безбаластної технології будови трамвайної колії, що отримала назву T-TRACK, яка зарекомендувала себе в низці європейських країн як найбільш економічна зі всього сімейства безбаластних технологій.

Варіант безбаластної конструкції трамвайних колій T-TRACK стоїть декілька остронь у сімействі дорогих безбаластних конструкцій. По-перше, витрати на її виробництво та монтаж знаходяться на одному рівні з витратами на монтаж традиційних баластних систем. По-друге, усі переваги безбаластних конструкцій над баластними зберігаються.

Не вдаючись у техніко-технологічні та конструктивні особливості безбаластної конструкції трамвайних колій T-TRACK, зауважимо лише, що від основи подушки й до головки рейки конструкція являє собою цілісну систему (а це дуже важливо). Така цілісна система враховує в конструктиві всі фактори, які впливають або можуть вплинути на неї. Стягуючі балки, повороти шляху, кути нахилу рейки та стрілки, переходи математично розраховуються на стадії проектування і зберігають геометрію колії під час експлуатації, що дуже здешевлює подальше утримання колії в належному стані.

До переваг безбаластної конструкції трамвайних колій T-TRACK варто віднести такі:

1) стабільність геометричних параметрів шляху, що досягається у виробничих умовах під час виливок модулів у спеціальних формах, що виготовлені за допомогою лазерної обробки з похибкою в межах 1 мм;

2) використання готових модулів (модулі для лінійних ділянок та ділянок поворотів довжиною до 6 м, а також секційні стрілочні переходи можуть транспортуватися по дорогах загального користування, залізницею або в контейнерах);

3) мінімальні витрати часу на нівелювання шляху за рахунок використання спеціальної бетонної суміші з домішками скловолокна;

4) не потребують спеціального устаткування для переходу на традиційну трамвайну колію;

5) мають стабільну конструкцію переїздів;

6) мають усі можливості для легкої установки стрілочних приводів.

Крім того, під час використання безбаластної конструкції трамвайних колій T-TRACK безперервна опора рейки забезпечує мінімальне поздовжнє кочення візків, оскільки відсутній прогин рейки на міжшпальних проміжках, за рахунок чого досягається скорочення витрат електроенергії та скорочуються обсяги й кількість ремонтів рухомого складу, скорочується знос коліс внаслідок сталості кута нахилу рейок на поворотах. Стабільність шляху скорочує динамічні навантаження на рухомий склад, його нормативний та наднормативний строк експлуатації подовжується.

Європейські системи керування рейковим транспортом передбачають застосування пасивних датчиків позиціонування рухомого складу, які встановлюються на стиках рейок. В безбаластній конструкції трамвайних колій T-TRACK є достатньо місця для їх установки (в цих місцях метал відсутній).

Щодо впливу блукаючих струмів у лініях з постійним струмом, то за рахунок взаємного з'єднання прутів арматури величини блукаючих струмів у поперечному напрямку знижуються на 80%, що є ще однією безсумнівною перевагою з економічної точки зору використання безбаластної конструкції трамвайних колій T-TRACK.

Звернемося до факторів економії грошових коштів на обсягах земельних робіт під час облаштування трамвайних колій за безбаластною технологією T-TRACK порівняно зі стандартною (традиційною) баластною конструкцією. Так, економія під час використання T-TRACK на обсягах виїмки ґрунту сягає 40%, укладці подушки – 40%, а на баласті – 100% (тобто на його повній відсутності), що дає відчутну економію щодо транспортування та вантажно-розвантажувальних робіт.

Крім того, для модульного шляху, що будується за технологією T-TRACK, тип рейок може бути замінений на більш легкий, а ширина подушки може бути скорочена з 6 до 3,5 м (за рахунок більш щільного прилягання рейки до опори).

Безбаластна конструкція облаштування трамвайних колій T-TRACK добре зарекомендувала себе у всіх проектах, де була застосована. Про це свідчать численні відгуки, зокрема, такого визнаного експерта в транспортній галузі, як Bombardier [15].

Наступна технологія улаштування безбаластного шляху – це LVT (Low Vibration Track – шлях зі зниженою вібрацією). Це одна з перших у світі безбаластних

конструкцій колії, яка встигла зарекомендувати себе під час реалізації багатьох відомих і престижних проєктів будівництва рейкових шляхів у світі.

Система LVT складається з бетонного блоку, еластичної прокладки та гумового чохла, що замонолічені в неармований бетон.

До основних економічних переваг системи будови трамвайних колій за технологією LVT можна віднести такі:

1) ефективний захист від вібрації, за рахунок чого підвищується строк використання рейок та знижуються витрати на поточне утримання шляху;

2) низька вартість монтажу;

3) поєднання високої швидкості з високою точністю укладки;

4) довготривале збереження геометрії шляху, за рахунок чого досягається зменшення зношення рейок та ходових частин рухомого складу (трамвайних вагонів), отже, зниження витрат на утримання колій та ремонт автошляхів і рухомого складу;

5) можливість використання будь-яких видів скріплень (універсальність скріплення) в конструктиві трамвайного шляху.

Зараз ця технологія використовується на всіх п'яти континентах, тобто вона добре апробована та гарно себе зарекомендувала.

Наступна технологія – це RS-технологія безбаластної будови трамвайних колій, яка поширюється на трамвайні колії з осьовим навантаженням не більше ніж 13 т та швидкісним режимом руху не більше 80 км/год. на прямих та кривих ділянках колії на відокремленому та суміщеному полотні, в стрілочних переводах, перетинах та з'їздах, на автомобільних переїздах та пішохідних переходах. RS-технологія передбачає, крім іншого, застосування шумо- та вібропоглинаючих засобів.

Коротко RS-технологію можна описати таким чином. Укладання рейок в канали збірних залізобетонних плит із заповненням прирейкового простору заливальною масою. Завдяки своїй конструкції та матеріалам, які використовуються, система тривалі час може працювати в умовах динамічних навантажень, що створюються рухомим складом за різних погодних умов, та забезпечує безпеку та безперебійність трамвайного (та дорожнього) руху.

Вимоги до надійності улаштування трамвайних колій за технологією RS – це довговічність та безвідмовність, адже термін служби монолітної залізобетонної плити з опорними елементами становить не менше 50 років; термін служби плит верхнього покриву колії на ділянках суміщеного з дорожнім покриттям полотна складає не менше 10 років, на відокремлених ділянках – не менше 30 років; термін служби систем скріплень рейок – не менше 20 років.

За рахунок довговічності ця технологія гарно зарекомендувала себе на багатьох трамвайних коліях України та Європи.

Трамвайна колія, побудована за технологією RS, не потребує планового технічного обслуговування, крім виконання технічного огляду стану. Заміну рейок трамвайної колії виконують лише за умови досягнення ними граничного зношення згідно з Правилами експлуатації трамвая і тролейбуса [16]. Це є суттєвою економічною перевагою технології, що описується.

Застосування еластичних матеріалів у конструкції рейкового полотна дає змогу досягти зниження шуму і вібрації, забезпечити ефективну електроізоляцію рейок, що забезпечує захист конструкції від блукаючих струмів.

Улаштування трамвайної колії за класичною (баластною) технологією є менш трудовитратним процесом, ніж за безбаластними технологіями, але безбаластні технології мають безсумнівні економічні переваги. Міжнародний досвід функціонування трамвайних систем, що рухаються по безбаластних коліях, дає змогу говорити про значний позитивний ефект від їх практичного застосування.

Висновки. Сучасні безбаластні конструкції трамвайного полотна передбачають вирішення таких важливих експлуатаційних завдань, як безпека руху, міцність шляху, мінімізація витрат на утримання, поліпшення естетики вулиць, а також інтеграції трамвайного та автодорожнього покриття на переїздах, дорогах зі спільним рухом і відокремлених трамвай-

них коліях. Безбаластні технології дають змогу досягти нового рівня безпеки і довговічності верхньої будови колії, мінімізують негативний вплив на довкілля, захищають населення й елементи міської інфраструктури від високого рівня вібрації і шуму, що виникають внаслідок руху трамваїв. Наявність пружних скріплень та еластичних мас у конструктиві безбаластного трамвайного шляху амортизує виникнення коливань транспортного засобу, що запобігає руйнуванню геометрії трамвайних колій. Безбаластні системи характеризуються стійкістю до дій навколишнього середовища та перешкоджають розповсюдженню блукаючих струмів, забезпечують надійність, довговічність та безпеку експлуатації трамвайних колій. Такі колії забезпечують одночасне виконання вимог, які висувуються до матеріалів, конструктивних та об'ємно-планувальних рішень, методів розрахунку, проектування та контролю якості робіт під час виготовлення конструкцій та їх зведення, а також дотримання правил технічної експлуатації, нагляду й догляду за конструкціями.

Список використаних джерел:

1. Постніков В.С. Сучасні проблеми та перспективи розвитку систем міського транспорту. *Економічний аналіз*. 2018. Т. 28. № 2. С. 64–70.
2. Доброва Н.В., Осипова М.М., Нечепуренко М.С. Напрями удосконалення діяльності міського електротранспорту. *Причорноморські економічні студії*. 2017. Вип. 14. С. 58–64.
3. Димченко О.В., Курду А.С. Обґрунтування тенденцій розвитку підприємств міського електричного транспорту у контексті євроінтеграційних процесів в Україні. *Комунальне господарство міст*. 2014. № 113. С. 3–10.
4. Гнедіна К.В. Проблеми та перспективи розвитку міського електричного транспорту. *Вісник Чернігівського державного технологічного університету*. 2017. № 74. С. 11–19.
5. Мороз О.В. Закордонний досвід організації транспортного обслуговування населення в містах. *Економічний аналіз*. 2013. Вип. 12. Ч. 1. С. 222–225.
6. Затонацька Т.Г. Розвиток транспортного сектору економіки України: існуючий стан та європейський досвід. *Економіка: реалії часу*. 2015. № 1 (17). С. 180–189. URL: <http://economics.ohu.ua/files/archive/2015/n1.html> (дата звернення: 17.02.2021).
7. Адаменко М.І., Палант О.Ю. Економіко-технічна надійність експлуатації міського електричного транспорту. Харків : Золоті сторінки, 2014. 144 с.
8. Адменко М.І., Палант О.Ю. Основи техніко-економічної модернізації підприємств міськелектротранспорту. Харків : Золоті сторінки, 2015. 128 с.
9. Водовозов Є.Н. та ін. Проблеми реструктуризації підприємств наземного електричного транспорту : монографія. Харків : Золоті сторінки, 2018. 208 с.
10. Палант О.Ю. Стратегія системної модернізації міського електричного транспорту. Харків : Золоті сторінки, 2016. 360 с.
11. Требования к современным путевым системам в отношении обслуживания и экономичности. *Евразия-вести*. 2010. № 4. С. 30–31.
12. Разуваев А.Д., Воробьева Я.Ю., Липатова О.С. Анализ стоимости жизненного цикла безбалластной конструкции пути. Актуальные проблемы управления экономикой и финансами транспортных компаний : сборник научных трудов. Москва, 2016. С. 222–226.
13. Андреева Л.А., Свинцов Е.С., Тарасевич Е.А. Об экономической оценке эффективности использования безбалластного верхнего строения пути. *Современные технологии – транспорту*. 2017. С. 63–69.
14. Даниленко Е.І. Залізнична колія. Улаштування, проєктування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом : у 2 т. Т. 1. Київ, 2010. 528 с.
15. Bombardier. URL: <https://bombardier.com/en> (дата звернення: 17.06.2021).
16. Правила експлуатації трамвая і тролейбуса з інформаційно-довідковими матеріалами. Харків : Золоті сторінки, 2020. 256 с.

References:

1. Postnikov V.S. (2018) Suchasni problemy ta perspektyvy rozvytku system mis'koho transport [Modern problems and prospects of urban transport systems development]. *Economic analysis*, vol. 28, no. 2, pp. 64–70.
2. Dobrova N.V., Osypova M.M., Nechepurenko M.S. (2017) Napryamy udoskonalennya diyal'nosti mis'koho elektrottransportu [Directions of improvement of activity of city electric transport]. *Black Sea Economic Studies*, vol. 14, pp. 58–64.
3. Dimchenko O.V., Kurdu A.C. (2014) Obgruntuvannya tendentsiy rozvytku pidpryyemstv mis'koho elektrychnoho transportu u konteksti yevrointehratsiynkhyh protsesiv v Ukraini [Substantiation of tendencies of development of enterprises of urban electric transport in the context of European integration processes in Ukraine]. *Municipal economy of cities*, no. 113, pp. 3–10.
4. Hnedina K.V. (2017) Problemy ta perspektyvy rozvytku mis'koho elektrychnoho transportu [Problems and prospects of urban electric transport development]. *Bulletin of the Chernihiv State Technological University*, no. 74, pp. 11–19.
5. Moroz O.V. (2013) Zakordonnuy dosvid orhanizatsiyi transportnoho obsluhovuvannya naselennya v mistakh [Foreign experience in the organization of transport services in urban areas]. *Economic analysis*, vol. 12, no 3, pp. 222–225.

6. Zatonatskaya T.G. (2015) Rozvytok transportnoho sektoru ekonomiky Ukrainy: isnuuyuchy stan ta yevropeys'ky dosvid [Development of the transport sector of the Ukrainian economy: the current state and European experience]. *Ekonomika: realiyi chasu* [Economics: realities of time] (electronic journal), no. 1 (17), pp. 180–189. Available at: <http://economics.ohu.ua/files/archive/2015/n1.html> (accessed 21 February 2021).
7. Adamenko M.I. and Palant O.Y. (2014) *Ekonomiko-tekhnichna nadiinist ekspluatatsii miskoho elektrychnoho transportu* [Economic and technical reliability of operation of public electric transport]. Kharkiv: Golden Pages. (in Ukrainian)
8. Adamenko M.I. and Palant O.Y. (2015) *Osnovy tekhniko-ekonomichnoyi modernizatsiyi pidpnyemstv mis'kelektrotransportu* [Fundamentals of technical and economic modernization of urban electric transport enterprises]. Kharkiv: Golden Pages. (in Ukrainian)
9. Vodovozov Yu.N. and other (2018) *Problemy restrukturyzatsiyi pidpnyemstv nazemnoho elektrychnoho transportu* [Problems of restructuring enterprises of land electric transport]. Kharkiv: Golden Pages. (in Ukrainian)
10. Palant O.Yu. (2016) *Stratehiya systemnoyi modernizatsiyi mis'koho elektrychnoho transportu* [Strategy of system modernization of urban electric transport]. Kharkiv: Golden Pages. (in Ukrainian)
11. Trebovaniya k sovremennym putevym sistemam v otnoshenii obsluzhivaniya i ekonomichnosti. (2010) [Requirements for modern track systems in terms of service and economy]. *Eurasia-news*, no 4, pp. 30–31.
12. Razuvaev A.D., Vorobieva Ya.Yu., Lipatova O.S (2016) Analiz stoimosti zhiznennogo tsikla bezballastnoy konstruktzii puti. Aktual'nyye problemy upravleniya ekonomikoy i finansami transportnykh kompaniy [Life Cycle Cost Analysis of Ballastless Track Design]. *Actual problems of economic and financial management of transport companies*: collection of articles scientific tr. Moscow, pp. 222–226.
13. Andreeva L.A., Svintsov E.S., Tarasevich E.A. (2017) Ob ekonomicheskoy otsenke effektivnosti ispol'zovaniya bezballastnogo verkhnego stroyeniya puti [On the economic assessment of the effectiveness of the use of ballastless track superstructure]. *Modern technologies – transport*, pp. 63–69.
14. Danilenko E.I. (2010) *Zaliznichna koliya. Ulashtuvannya, projecting and rosrahunka, interchange with rukhomim warehouse* [Railway. Arrangement, design and calculations, interaction with rolling stock]: at 2 vols., vol. 1. Kyiv. (in Ukrainian)
15. Bombardier. URL: <https://bombardier.com/en> (accessed 17 June 2021).
16. Pravyly ekspluatatsiyi tramvaya i trolleybusa z informatsiyno-dovidkovyimi materialamy (2020) [Rules of operation of the tram and trolleybus with information and reference materials]. Kharkiv: Golden Pages. (in Ukrainian)