

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2021-43-12>

УДК: 004.05

<sup>1</sup>Мельник Василь Михайлович, к. фіз.-мат.н., доцент<https://orcid.org/0000-0001-8282-6639><sup>2</sup>Тарасенко Артем Валерійович<https://orcid.org/0000-0003-4395-3605><sup>1</sup>Черняшук Наталія Леонідівна, д.п.н., професор<https://orcid.org/0000-0002-7962-2181><sup>1</sup>Мельник Катерина Вікторівна, к.т.н., доцент<https://orcid.org/0000-0002-9991-582X><sup>3</sup>Чухрій Софія Степанівна, співробітник компанії ТзОВ «Візор-МАК»<sup>1</sup>Луцький національний технічний університет,<sup>2</sup>Національний університет "Чернігівська політехніка",<sup>3</sup>ТзОВ «Візор-МАК».

## АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РОЗКЛАДУ РУХУ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Мельник В.М., Тарасенко А.В., Черняшук Н.Л., Чухрій С.С., Мельник К.В. Автоматизована система розкладу руху громадського транспорту. В даній роботі змодельовано, створено та реалізовано програмно-технічний комплекс автоматизованого розкладу руху громадського транспорту, розрахованого на українське місто з численністю населення в 200 тис. населення. На основі моделі створений спеціальний програмний додаток для автоматизованої побудови розкладу руху, включаючи всі маршрути та всі рейси виїзду в межах одного маршруту, з урахуванням зовнішніх та внутрішніх параметрів впливу на їх рух в різних ділянках маршруту, добових часових проміжках, з урахуванням пір року, робочого та вихідного днів і інших. В ході реалізації програмно-технічного комплексу в декількох обласних центрах доведено достовірність отриманих розкладів, рентабельну завантаженість маршрутних транспортних засобів, можливість моніторингу руху, реального графіка та ведення історії маршрутів.

**Ключові слова:** Громадський транспорт, автоматизований графік руху, моніторинг руху, програмно-технічний комплекс.

Мельник В.М., Тарасенко А.В., Черняшук Н.Л., Чухрій С.С., Мельник К.В. Автоматизированная система расписания движения общественного транспорта. В данной работе смоделирован, создан и реализован программно-технический комплекс автоматизированного расписания движения общественного транспорта, рассчитанного на украинский город с численностью населения в 200 тис. населения. На основании модели создано специальное программное приложение для автоматизированного построения расписания движения, включая все маршруты и все рейсы выезда в пределах одного маршрута, с учетом внешних и внутренних параметров влияния на их движение в разных участках маршрута, суточных временных промежутках, с учетом времен года, рабочего и выходного дня и других. В ходе реализации программно-технического комплекса нескольких областных центрах доказано достоверность полученных расписаний, рентабельную загрузку маршрутных транспортных средств, возможность мониторинга движения, реального графика и ведение истории маршрутов.

**Ключевые слова:** Общественный транспорт, автоматизированный график движения, мониторинг движения, программно-технический комплекс.

Melnyk V., Tarasenko A., Cherniashchuk N., Chukhrii S., Melnyk K. Automated public transport timetable system. In this work, a software and hardware complex for an automated timetable for public transport is modeled, created and implemented for a Ukrainian city with a population of 200 thousand. Based on the model, a special software application was created for an automated timetable construction, including all routes and all departures within the same route, taking into account the external and internal influence parameters on their movement in different sections of the route, daily time intervals, with taking into account the seasons, working days and weekends etc. During the software and hardware complex implementation in several regional centers, there were revealed the reliability of the received schedules, the cost-effective workload of route vehicles, the ability to monitor traffic, the real schedule and the history of routes.

**Keywords:** Public transport, automated traffic schedule, traffic monitoring, software and hardware complex.

### Вступ

В наш час розробка і впровадження смарт-проектів для надання послуг соціального характеру є досить актуальними і займають з практичної точки зору одну із найактуальніших позицій громадського життя. Подібні електронні системи та механізми швидкісного обміну даними для надання різноманітних соціальних послуг та сервісів активно розробляються та досліджуються. Програмно-технічні комплекси таких систем беруть в основу аналіз даних та їх обробку в хмарі [1-3] з застосуванням високошвидкісних сокетів, та механізмів швидкісного обміну повідомленнями. Це стосується області медицини, науки, електронних виробничих систем, систем соціальних послуг і інших сфер. Подібні програмні проекти можуть поширюватися і на транспортну сферу обслуговування, зокрема, на шляхові листи, відслідковування та маршрутизацію транспорту, моніторинг маршрутів, тощо.

В країнах ближнього зарубіжжя вже впроваджені і діють проекти [4], які зазнають удосконалень та різного типу модифікацій. Сьогодні у містах України також впроваджені де-які вітчизняні транспортні системи та програмно-технічні комплекси [5-7]. Проте, слід зауважити, що діючі проекти є нестійкими збоку впливу зовнішніх факторів транспортного руху, частих збоїв, недостатньо передбачених параметрів комунікації, а інколи і додають втому та розчарування і самим користувачам. Недоліками здебільшого стають невдалі часові прорахунки, неврахування зовнішніх факторів впливу на активну роботу програмних додатків, зовнішні вторгнення чи недостатньо передбачені технічні сторони проекту, які можуть призводити аж до збоїв в їх роботі.

Однією із розроблених програмно-технічних систем для громадського транспорту є проект «Розклад руху», який і пропонується в даній роботі. В даному проекті розроблені програмні модулі, які створюють сукупність графіків руху громадського транспорту в межах одного маршруту, а також виконують це завдання за всіма можливими визначеними маршрутами в рамках визначеного регіону. Багато уваги в проекті приділяється програмному модулю, який відслідковує відомості про час і послідовність виконання кожного рейсу в межах одного і того ж маршруту, з урахуванням основних параметрів впливу під час переміщення транспортного засобу (ТЗ) від місця відправлення до місця призначення за задалегідь визначеним маршрутом та чітко встановленим розкладом, а також враховує можливі впливи зовнішніх факторів добового проміжку часу виконання руху по місту. Як відомо, на маршруті існують часові точки (ЧТ), роль яких відіграють зупинки з вказанням часу прибуття/відправлення громадського транспорту в рамках графіку руху за заданим маршрутом. Програмні розрахунки повинні враховувати також і *оборотний рейс* за наміченим маршрутом [8], тобто рух транспорту від початкової до кінцевої зупинки та у зворотному напрямку з поверненням до початкової його зупинки.

### Огляд та недоліки діючих систем розкладу руху

Вже сьогодні стає досить зрозумілим, що старі листи та розклади графіків руху (рис. 1), які ще використовують багато водіїв громадського транспорту в межах країни, приносять труднощі під час інтенсивного трафіку, який повинен відслідкувати свій визначений графік на паперовому носії інформації. Інколи це не тільки не сучасно чи вкрай незручно, але і небезпечно, що може стати підставою чи явно спричинити дорожньо-транспортну пригоду.

Рис. 1 – Вигляд екземплярів застарілих графіків руху пасажирського транспорту в одному з обласних центрів, виданих на руки водіям

З іншого боку, транспортний департамент як замовнику перевезень з кількістю жителів середнього українського міста з показником населення в 200 тис. та кількістю діючих одиниць громадського транспорту – 300 автобусів/тролейбусів, повинен створити і видати біля 300 графіків руху на робочі дні та ще таку ж суму – 300 графіків на вихідні дні. Крім того, таких 600 графіків потрібно створити на кожен сезон року, тобто для літнього (відпускнуго) періоду, осіннього – з 1 вересня, коли діти ідуть в школу, зимового – з урахуванням складнощів руху, та весняного – з урахуванням впливу короточасних цільових народних потреб в перевезеннях, таких як доїзди на дачні масиви, діючі виставки, кладовища та інші місця. Сюди можна додати ще і відкриття/закриття нових заводів, сезонних фірм, перенесення зупинок і таке інше, що за нашими підрахунками приведе до розробки і видання близько 2400 подібних графіків руху в рік.

Виконуючи детальний аналіз можливих графіків руху тільки для робочих днів в межах однієї доби на середнє вітчизнянє місто з населенням біля 200 тис. жителів та 300 діючих одиниць транспорту нами було отримано наступні показники, зведені в таблицю 1.

Таблиця №1. Аналіз графіків на середнє місто України з населенням в районі 200 тис. жителів та 300 одиниць діючого транспорту протягом робочого дня в межах однієї доби.

№ п/п	Отримані статистичні дані	Один маршрут	Дані, що рахуються	300 одиниць діючого громадського транспорту (ГТ)
1	Зупинок на маршруті	45,42	ГТ зупиняється в роб. день.	$45,42 \cdot 8,89 \cdot 300 = 121\ 137$ раз*
2	Кількість оборотних рейсів	8,89	Кількість оборотних рейсів в день.	$9,82 \cdot 300 = 2\ 667$
	Кількість ГТ на маршруті	5,9	Оптимальна к-сть маршрутів	$300 \text{ од.} : 5,9 = 50,85$ маршрути
3	Середня кількість ЧТ на маршруті	5 891,6	-	-
4	Середня к-сть ЧТ на одиницю ГТ	342,8	К-сть ЧТ в графіках для транспорту в місті	$*342,8 \cdot 300 = 102\ 840$ точок.

\*Примітка: Дані відрізняються через те, що оборотний рейс [8] ГТ, як правило, починає/завершує не повинністю виконуючи його при виїзді на маршруті чи з'їзді з нього.

Результати, які були отримані під час проведення досліджень на маршруті № 1 м. Чернігів, графік (випуск) № 1 [9], представлені на рисунку 2 у вигляді цілісної таблиці. Зеленим кольором чітко виділені обідні перерви, а синім – час зміни водіїв.

Рис. 2 – Реальні результати досліджень, отримані на маршруті № 1 м. Чернігів

Особливий інтерес представляє те, що у визначеному маршруті № 1 графіка № 1 м. Чернігів в оборотному рейсі наявні 40 зупинок, а оборотних рейсів всього 13. Якщо виконати аналіз прорахунку, віднявши один рейс, тобто 40 зупинок, так як початок/кінець руху не є всюди повними, то отримаємо наступне:

$12 \text{ оборотних рейсів} \cdot 40 \text{ зупинок} = 480 \text{ часових точок (ЧТ)}$  – лише для однієї одиниці ГТ!

Якщо ж до аналізу та розрахунку взяти графіки вихідного дня на кожен річний сезон (вони теж мають робочі/вихідні дні), то це буде досягати більше, ніж 500 000 ЧТ на місто величиною, згадане вище, і без залучення автоматизації та програмних додатків в ручному режимі це просто виснажлива праця... З іншого боку, якщо не створювати графіки руху і не вести над ними аналітику та часові розрахунки, то громадський транспорт міста стає або не рентабельним, або спричиняє вагомні незручності та незадоволення для водіїв та очікуючих пасажирів. В такому разі міські ТЗ стають недовантаженими або перевантаженими, нерівномірно курсуючими та незручними, що суттєво впливає на якість обслуговування пасажирських перевезень.

#### Мета і завдання дослідження

Метою роботи є створення та реалізація повнофункціональної автоматизованої системи «Розклад руху» міського транспорту у вигляді програмно-технічного комплексу, який давав би можливість автоматизовано створювати розклади руху ГТ з урахуванням всіх мігруючих маршрутів та рейсів в межах кожного маршруту окремо. Створена система також повинна передбачати весь необхідний моніторинг часових показників всіх виїздів і маршрутів, різні види редагування та корекції автоматично створеного розкладу, моделювати і відтворювати його на динамічній карті суміжного міського маршрутного потоку з урахуванням зовнішніх та внутрішніх параметрів впливу на інтегрований рух та можливість внесення необхідних параметричних і ручних поправок.

Для досягнення поставленої в дослідженні вихідної мети необхідно виконати наступні завдання:

1. Програмно та технічно реалізувати систему «Розклад руху громадського транспорту» з можливістю автоматизовано створювати часовий розклад руху всіх діючих маршрутів в межах міста з урахуванням всіх рейсів у кожному маршруті, а також зовнішніх і внутрішніх параметрів впливу на їх курсування, проведення обідніх перерв та перезмінок, з можливістю його редагування та ручної корекції.

2. Забезпечити мобільний додаток та різні види моніторингу часової інформації в кабінах водіїв і на зупинках з метою ведення контролю виконання маршрутів та можливості порівняння історії розкладів руху.

3. Забезпечити моделювання маршрутів ГТ в межах міста та всіх рейсів в кожному маршруті на автоматизовано створеній динамічній карті з метою уникнення накладок на співнаправлених ділянках руху, забезпечення їх рентабельності та вигідності для пасажирів.

4. Експериментально реалізувати систему автоматизованого розкладу руху ГТ в деяких обласних центрах з метою перевірки і утвердження правильності роботи розробленої автоматизованої системи «Розклад руху» в різні сезони, дні та часові інтервали доби, можливості перевірки її параметризації, редагування (в тому числі і ручного) та роботи програмних модулів.

5. Перевірити роботу програмних модулів, відповідальних за формування щоденних та звітних видів документації.

#### **Алгоритм та особливості автоматизації у створенні розкладу руху**

В розробленому програмно-технічному комплексі для міського автоматизованого розрахунку та керування міськими маршрутами в системі «Розклад руху» реалізований алгоритм та важливий програмний модуль, який надає можливість автоматизовано конструювати розклад руху з урахуванням факторів впливу на протікання дорожнього руху маршрутних ТЗ. Для того, щоб створити реальний часовий розклад з урахуванням особливостей алгоритму, законодавчих актів [8-10], реальних даних та різноманітних факторів впливу на протікання дорожнього руху ГТ, необхідно спочатку ввести наступні дані для визначеного маршруту: назви зупинок або ЧТ, за якими буде здійснюватися контроль виконання графіків руху; добові періоди; та кількість передбачених активних одиниць транспорту на кожному з маршрутів; час руху між ЧТ.

Після введення назв усіх ЧТ система запропонує карту для введення географічних координат та інших необхідних для розрахунку параметрів. Створення розкладу на будь-який сезонний період відбувається також автоматично з можливістю його корегування, ручного редагування та автоматичного ведення історії розкладів.

Після забезпечення необхідним обладнанням кожної одиниці ГТ спеціалізованими пультами водія або звичайними планшетами з «Розкладом руху» на базі операційної системи Android (рис. 3) забезпечує водія моніторингом інформації про протікання часового графіку руху та дотримання його на всіх ЧТ.

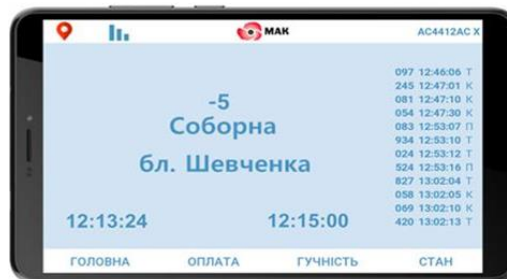


Рис. 3 – Вигляд екрану № 3 з відображенням інформації на пульті водія

#### **Результати та їх обговорення**

##### **Автоматизований розрахунок та редагування створеного розкладу руху ГТ**

Динамічність структури розробленого програмного модуля «Моделювання та розрахунок розкладу руху» даного програмно-технічного комплексу дозволяє реалізувати наступні можливості:

- оперативно створювати, редагувати та отримувати порівняльну таблицю розкладів руху всіх видів маршрутів, не тільки міських, а і приміських, міжміських чи міжнародних;
- створювати розклади руху з врахуванням часів «пік», виду робочого дня та інших параметрів впливу на протікання руху маршрутних ТЗ на кожен тип дня (робочий, вихідний чи святковий);



- створювати розклади руху, враховуючи сезонні подробиці та пори року: літо, осінь, зима та весна;
- переглядати історію розрахованих розкладів за наступними критеріями: минулий, теперішній чи майбутній;
- застосовувати методики розрахунку, які враховують можливість встановлення початку і кінця роботи окремих маршрутних ТЗ на різних ЧТ;
- проводити автоматичний розрахунок та корегування згідно з комплексом законів України про пасажирські перевезення (КЗПП [8]): часових обідів, робочих змін та тривалості нормованого робочого дня;
- застосувати різні методи розрахунку розкладу руху з урахуванням перерви на відпочинок та обід водія в обсязі двох частин, черговості настання обідів для різних рейсів та одному і тому ж маршруту та надання ручного способу їх редагування;
- забезпечувати створення маршрутних паспортів загального користування;
- забезпечувати видачу розрахованого розкладу руху маршруту, в тому числі і на друк, в розрізі зупинок та інтеграцію роздрукованих графіків руху на всі зупинки, які технічно обладнані у відповідності до вимог проекту «Розумна зупинка».

Номер рейсу	Залізнични...	ЦУМ до (К...	К. Майдан (...	К-тр Луцьк ...	Варшавськ...	Конякина (до)	Конякина (від)	TAM-TAM	К-тр Луцьк ...	К. Майдан (...	ЦУМ (до)	Залізнични...
1	07:02:00	07:12:00	07:20:00	07:34:00	07:42:00	07:48:00	07:50:00	07:56:00	08:06:00	08:18:00	08:26:00	08:36:00
2	08:38:00	08:48:00	08:56:00	09:10:00	09:18:00	09:24:00	09:26:00	09:32:00	09:42:00	09:54:00	10:02:00	10:12:00
3	10:14:00	10:24:00	10:32:00	10:46:00	10:54:00	11:00:00	11:50:00	11:56:00	12:06:00	12:18:00	12:26:00	12:36:00
4	12:38:00	12:48:00	12:56:00	13:10:00	13:18:00	13:24:00	13:26:00	13:32:00	13:42:00	13:54:00	14:02:00	14:12:00
5	14:14:00	14:24:00	14:32:00	14:46:00	14:54:00	15:00:00	15:02:00	15:08:00	15:18:00	15:30:00	15:38:00	15:48:00
6	15:50:00	16:00:00	16:08:00	16:22:00	16:30:00	16:36:00	16:38:00	16:44:00	16:54:00	17:06:00	17:14:00	17:24:00
7	17:26:00	17:36:00	17:44:00	17:58:00	18:06:00	18:12:00	19:02:00	19:08:00	19:18:00	19:30:00	19:38:00	19:48:00
8	19:50:00	20:00:00	20:08:00	20:22:00	20:30:00	20:36:00	20:38:00	20:44:00	20:54:00	21:06:00	21:14:00	21:24:00

Рис. 4 – Зображення екрану № 4. Двозмінний графік руху маршруту № 2 графік № 9 м. Луцька

Графік	Рейс	2-га міська лі...	вулиця Гриб...	Школа №5	П'ять кутів	Палац дітей ...	магазин "Про...	Готель Украї...	Центральні...
4	8	17:28:00	17:30:00	17:32:00	17:34:00	17:36:00	17:38:00	17:40:00	17:42:00
4	9	18:58:00	19:00:00	19:02:00	19:04:00	19:06:00	19:08:00	19:10:00	19:12:00
4	10	20:28:00							
5	1								
5	2	06:13:00	06:15:00	06:17:00	06:19:00	06:21:00	06:23:00	06:25:00	06:27:00
5	3	07:43:00	07:45:00	07:47:00	07:49:00	07:51:00	07:53:00	07:55:00	07:57:00
5	4	09:13:00	09:15:00	09:17:00	09:19:00	09:21:00	09:23:00	09:25:00	09:27:00
5	5	10:43:00					16:40:00	16:42:00	
5	6	17:58:00	18:00:00	18:02:00	18:04:00	18:06:00	18:08:00	18:10:00	18:12:00
5	7	19:28:00	19:30:00	19:32:00	19:34:00	19:36:00	19:38:00	19:40:00	19:42:00
5	8	20:58:00	21:00:00	21:02:00	21:04:00	21:06:00	21:08:00	21:10:00	21:12:00
6	1								
6	2	06:28:00	06:30:00	06:32:00	06:34:00	06:36:00	06:38:00	06:40:00	06:42:00
6	3	07:58:00	08:00:00	08:02:00	08:04:00	08:06:00	08:08:00	08:10:00	08:12:00
6	4	09:28:00	09:30:00	09:32:00	09:34:00	09:36:00	09:38:00	09:40:00	09:42:00
6	5	10:58:00	11:00:00	11:02:00	11:04:00	11:06:00	11:08:00	11:10:00	11:12:00
6	6	12:58:00	13:00:00	13:02:00	13:04:00	13:06:00	13:08:00	13:10:00	13:12:00
6	7	14:28:00	14:30:00	14:32:00	14:34:00	14:36:00	14:38:00	14:40:00	14:42:00
6	8	16:13:00	16:15:00	16:17:00	16:19:00	16:21:00	16:23:00	16:25:00	16:27:00
6	9	17:43:00	17:45:00	17:47:00	17:49:00	17:51:00	17:53:00	17:55:00	17:57:00
6	10	19:13:00							

Рис. 5 – Зображення екрану № 5, маршруту № 7 м. Чернівці «Розривний», графік № 5

### Особливості моделювання розкладу руху ГТ на мапі

Розрахований і створений розклад руху ГТ в межах визначеного міста завантажується на мапу для моделювання (рис. 6), яке забезпечує: симуляцію руху зразу декількох маршрутів на мапі одночасно наближену до їх практичного курсування в реальному часі, синхронізацію руху різних маршрутів ГТ на загальній (спільній) ділянці траси, корегування швидкісного режиму (графіка руху) під час протікання кожного маршруту в залежності від отриманих даних змодельованого анімованого перегляду.

Даний програмний модуль повинен в цілому забезпечувати ефективне моделювання розкладу руху визначеного маршруту, яке обумовлювало б значне покращення обслуговування пасажирів, значну економію часу на проведення розрахунків, дозволяло б наочне порівняння всіх графіків визначеного маршруту, запобігало ситуації не накладання графіків протікаючих маршрутів в один вузький інтервал часу, зменшенню простоїв ТЗ та економічній збалансованості графіків руху на кожному діючому маршруті в межах міста.

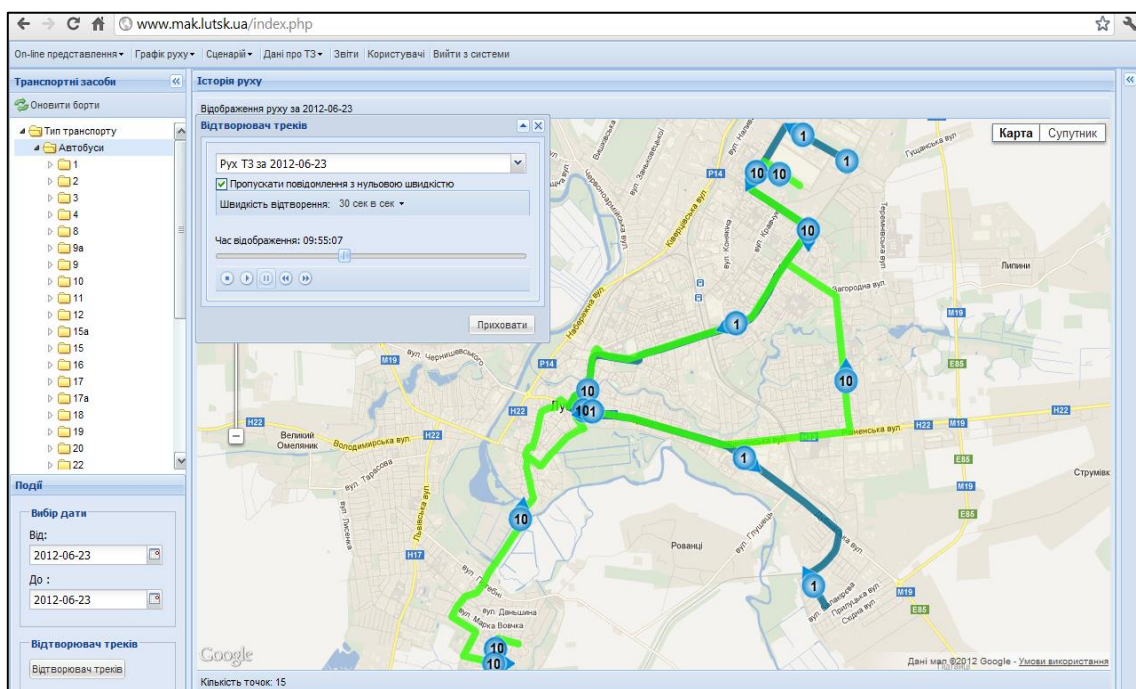


Рис. 6 – Зображення екрану № 6. Симуляція на мапі маршрутів №1 та № 10 м. Луцька

### Обговорення соціальних функцій

Даний проект та його напрацювання знаходяться за веб-адресою <http://mak.lutsk.ua/>. Найвагомішою функцією даного програмно-технічного комплексу є функція автоматичного розрахунку розкладу руху з можливістю редагування, корекції, параметризації та іншими її можливостями, які, в свою чергу, відіграють вагомий вплив на весь інтерфейс функцій, розрахованих як для користувача, тобто пасажира, так і для виконання запланованих видів контролю і моніторингу. Додаток надає можливість отримувати табличне представлення графіка, виводити створений і відредагований розклад руху за кожним маршрутом та графіками в межах одного сукупного маршруту в загально-доступній формі, де його можна відображати, з відображенням перевізника.

Згідно втілених в даному програмному проекті вимог кольорові маркери ТЗ використовуються для наочної залежності від графіка руху. З метою ведення моніторингу та контролю руху ГТ проект передбачає пошук маршруту на карті руху. Дана можливість була отримана за рахунок проведення детального моделювання транспортного руху та відображення динамічної моделі на карті в межах міста, про що згадувалося вище. На основі такого реалізованого підходу дається можливість знаходження ТЗ на динамічній карті руху та розташування зупинок, завдяки чому можна виявляти недоліки першопочаткового розкладу та вносити необхідні корективи. Тут також можна і контролювати напрямок протікання руху за визначеним маршрутом.

Вагому роль відіграє і суміжний проект «Розумна зупинка», який імпортує деякі дані з даного проекту і налаштовується на суміжну співпрацю з ним. «Розумна зупинка» вноситься як на карту моделі динамічного руху ТЗ так і може технічно втілюватися (розміщуватися) і безпосередньо на вулиці. Проект дозволяє виводити швидкість ТЗ на кожному відрізку маршруту та виводити державний знак реєстрації.

Програмно-технічний комплекс «Розклад руху» інтегрує в собі мобільний додаток на базі системи Android, який дозволяє виконувати моніторинг даних, необхідних безпосередньо для водія на розміщений в кабіні дисплей. Даний програмний комплекс дозволяє також автоматичне оголошення зупинок та їх віддалене завантаження. В якості інших функцій проект надає, наприклад, необхідні дані про наявність спеціального оснащення в ТЗ для малоспроможних людей. За сукупними даними проекту «Розклад руху» передбачається формування близько 150 видів звітності та необхідної документації та її мережевим поширенням.

### Споріднені роботи

До споріднених робіт з даним проектом найперше слід віднести зазначену нами вище роботу [4], яка реалізована в місті Люблін (Польща). Даний проект не надає можливості гнучкого автоматичного створення розкладу руху та його табличного представлення, розрахованого для ГТ за маршрутами та безпосередньо для кожного графіка в межах окремого маршруту. Даний проект також виконує відображення мапи в Google Maps для розв'язання питань та поправок в маршрутизації. Програма також не може виконувати такі функції, як пошук маршруту на карті, відслідковування точності руху в ЧТ, наведених на ній, а також точки оголошення зупинок та контроль швидкості ТЗ.

Функції автоматичного створення розкладу руху та його табличного представлення, відображення перевізника, пошуку маршруту на карті, точки контролю графіка руху, оголошення зупинок та інші, на наш погляд, важливі функції відсутні і в інших споріднених роботах [5-7]. Зокрема, в роботах [6,7] також відсутні мобільні розробки у вигляді додатків для виконання функцій моніторингу на маршрутах безпосередньо в ГТ.

Загальним недоліком відзначених проектів також є відсутність функції помітки ТЗ, діючого на маршруті, для малоспроможних людей (інвалідів), контроль дотримання графіка руху на ТЗ та інших, які сьогодні є досить необхідними в електронному моніторингу транспортної інформації міста. В деяких із перелічених робіт відсутні необхідні формування електронної звітності та документації.

### Висновки

В даній роботі було успішно побудовано і технічно реалізовано автоматизовану систему «Розклад руху громадського транспорту», яка надає можливість в залежності від введених зовнішніх і внутрішніх параметрів впливу на їх курсування автоматизовано створювати часовий розклад руху всіх діючих маршрутів та всіх рейсів у межах кожного маршруту зокрема в межах міста, з урахуванням проведення обідніх перерв, перезмінок, та можливістю його програмного і ручного редагування.

Система забезпечує мобільний додаток для різних видів моніторингу часової інформації в кабінах водіїв і на зупинках в суміжності з паралельним проектом «Розумна зупинка» з метою ведення контролю протікання маршрутів та можливості створення історії розкладів руху.

Даною системою забезпечується і динамічна модель протікання маршрутів ГТ в межах міста та всіх рейсів в межах кожного маршруту на автоматизовано створеній карті, яка слугує для візуального відображення маршрутизації в місті, уникнення часового накладання маршрутів на співнапрямлених ділянках руху, що забезпечує їх рентабельність курсування та вигідність ГТ для користувачів.

Дана система експериментально реалізована і досліджена в деяких обласних центрах. На основі отриманих експериментальних даних перевірено правильність її роботи в залежності від заданих зовнішніх та внутрішніх параметрів впливу на протікання міських маршрутів, врахування різні річних сезонів, днів та часових інтервалів доби. Система дозволяє перевстановлення параметрів з метою оновлення раніше сформованого розкладу руху, його автоматичного та ручного редагування.

В ході практично проведених експериментів перевірено роботу програмних модулів, відповідальних за збір даних та формування щоденних і звітних видів документації. В даному проекті з легкістю можна додати будь-яку необхідну функцію на будь-якому кроці функціонування даної автоматизованої системи.

#### Подяки

Робота виконана на базі науково-дослідної лабораторії «Smart-КІБ» та ТзОВ «Візор-МАК» м. Луцьк. Сердечно дякуємо директору ПП «Візор», Степану Чухрїю, за фінансову підтримку, технічну реалізацію та проведені практичні дослідження в рамках даного проекту в багатьох обласних центрах України, якому і належить авторське право.

Дану систему можна придбати в приватному підприємстві «Візор», або використовувати шляхом оренди програмного забезпечення.

#### Список бібліографічного опису

1. V. Melnyk, N. Bahnyuk, K. Melnyk, O. Zhyharevych, N. Panasyuk. Implementation of the simplified communication mechanism in the cloud of high performance computations. East-European journal of Enterprise Technologies. – Kharkiv. – 2017. – № 2/2/86. – p. 24-32. – DOI: 10.15587/1729-4061.2017.98896
2. Melnyk V.M., Melnyk K.V., Zhyharevych O.K. High production of java sockets (HPJS) for health clouds in science. // Інженерія програмного забезпечення. Національний авіаційний університет. – Київ. – 2015. – Т.19, № 3. – С. 36-40.
3. Багнюк Н.В., Мельник В.М., Мельник К.В., Топчевська К.Е. Аналіз хмарних систем управління серверами. // Науковий журнал «Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво». – Луцьк. – 2016, №22. – с. 62-66.
4. Zarzad transportu miejskiego w Lubline. Electronic resource, Access mode: <http://www.sip.ztm.lublin.eu/>.
5. Транспорт Тернополя. Електронний ресурс, Режим доступу: <http://detransport.com.ua/>.
6. Транспорт Івано-Франківська та інших міст за вибором. Електронний ресурс, Режим доступу: <https://city.dozor.tech/ua/iv-frankivsk/city>.
7. Новини Житомира. Транспорт. Електронний ресурс, Режим доступу: [https://zt-news.org.ua/index.php?do=static&page=map\\_transport](https://zt-news.org.ua/index.php?do=static&page=map_transport).
8. Розклад руху громадського транспорту. Портал відкритих даних. Електронний ресурс, Режим доступу: <https://data.gov.ua/pages/835-recm-transport-schedule>.
9. Що таке розклад руху громадського транспорту у Чернігові? Громадський простір. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.prostir.ua/?news=scho-take-rozklad-ruhu-hromadskoho-transportu-u-chernihovi>.
10. Урядовий портал. ПРАВИЛА надання послуг пасажирського автомобільного транспорту. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/93701422>.

#### References

1. V. Melnyk, N. Bahnyuk, K. Melnyk, O. Zhyharevych, N. Panasyuk. Implementation of the simplified communication mechanism in the cloud of high performance computations. East-European journal of Enterprise Technologies. – Kharkiv. – 2017. – № 2/2/86. – p. 24-32. – DOI: 10.15587/1729-4061.2017.98896
2. Melnyk V., Melnyk K., Zhyharevych O. High production of java sockets (HPJS) for health clouds in science. // Programming Engineering. National Aviation University. – Kyiv. – 2015. – V.19, № 3. – p. 36-40.
3. N. Bahniuk, V. Melnyk, K. Melnyk, K. Topchevska. Analysis of cloud server management systems. // Scientific journal "Computer-integrated technologies: education, science, production". – Lutsk. – 2016, №22. – p. 62-66.
4. Zarzad transportu miejskiego w Lubline. Electronic resource, Access mode: <http://www.sip.ztm.lublin.eu/>.
5. Transport of Ternopil. Electronic resource, Access mode: <http://detransport.com.ua/>.
6. Transport of Ivano-Frankivsk city and other cities of your choice. Electronic resource, Access mode: <https://city.dozor.tech/ua/iv-frankivsk/city>.
7. News of Zhytomyr. Transport. Electronic resource, Access mode: [https://zt-news.org.ua/index.php?do=static&page=map\\_transport](https://zt-news.org.ua/index.php?do=static&page=map_transport).
8. Public transport schedule. Public data portal. Electronic resource, Access mode: <https://data.gov.ua/pages/835-recm-transport-schedule>.
9. What is the schedule of public transport in Chernihiv? Public space. Electronic resource, Access mode: <https://www.prostir.ua/?news=scho-take-rozklad-ruhu-hromadskoho-transportu-u-chernihovi>.
10. Government portal. RULES for the provision of passenger road transport services. Electronic resource, Access mode: <https://www.kmu.gov.ua/npas/93701422>.