

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна**

Кафедра Комп'ютерні інформаційні технології

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри

 /В. І. Шинкаренко/

« 21 » грудня 20 20 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»


Галузь знань **12 Інформаційні технології**

Спеціальність **121 Інженерія програмного забезпечення**

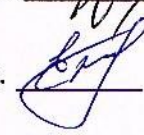
Тема **Конструктивне моделювання взаємопов'язаних потоків автомобільного транспорту**

Theme **Constructive modeling of interconnected carflows**

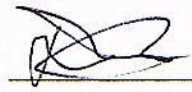
Керівник дипломної роботи

доц.  К. В. Литвиненко

Нормоконтролер

доц.  О. С. Куроп'ятник

Студент групи ПЗ1921

 А. І. Діденко

Student

Didenko Andrii

Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка

В. Лазаряна

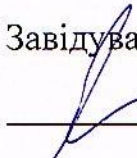
Факультет Комп'ютерних технологій і систем

Кафедра Комп'ютерні інформаційні технології

Спеціальність Інженерія програмного забезпечення

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

 проф. Шинкаренко В.І.

(підпис)

«21» чррррр 2020 р.

ЗАВДАННЯ

до дипломної роботи на здобуття ОС Магістр

(освітній ступень)

студента групи (ПЗ1821) 961-М Діденка Андрія Ігоровича

(номер групи)

(ПІБ)

1 Тема дипломної роботи: Конструктивне моделювання взаємопов'язаних автомобільних потоків.

затверджена наказом по університету від «12» листопада 2019 р. № 833ст.

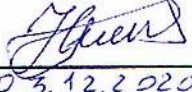
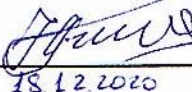
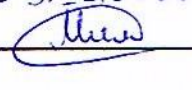
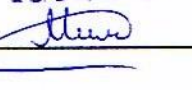
2 Термін подання студентом закінченого проекту «16» грудня 2020 р.

3 Вихідні дані до дипломного проекту _____

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань до розробки) проведення дослідження можливості конструктивно-продукційного підходу для моделювання взаємопов'язаних потоків автомобільного транспорту, розробка програмного комплексу для проведення досліджень.

5 Перелік демонстраційного матеріалу презентація на тему конструктивного моделювання взаємопов'язаних автомобільних потоків, результати експериментів, висновки, відео демонстрації роботи розробленого програмного продукту.


6. Консультанти (з назвами розділів):

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічні розрахунки	доц. <u>Гненний М.В.</u>	03.11.2020 	10.12.2020 
Охорона праці та безпека вчччч. ситуацій	стар. викл. <u>Музикін М.І.</u>	03.12.2020 	18.12.2020 

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва розділів дипломного проекту	Термін виконання розділів проекту (роботи)	Примітка
1	Вступ	1.09.2020 – 10.09.2020	виконано
2	Огляд літератури	10.09.2020 – 15.09.2020	виконано
3	Постановка задачі, технічне завдання	15.09.2020 – 30.09.2020	виконано
4	Створення тестової програми	01.10.2020 – 15.10.2020	виконано
5	Перші тестування різних конфігурацій генетичного алгоритму	15.10.2020 – 22.10.2020	30%
6	Застосування кластеризації	22.10.2020 – 30.10.2020	виконано
7	Аналіз результатів	30.10.2020 – 11.11.2020	виконано
8	Розрахунок економічних показників	11.11.2020 – 14.11.2020	виконано
9	Охорона праці	14.11.2020 – 18.11.2020	60%
10	Оформлення пояснювальної записки	18.11.2020 – 01.12.2020	виконано
11	Демонстраційні матеріали	5.11.2020 – 16.12.2020	100%

Дата видачі завдання «12» листопада 2019 р.
Керівник дипломного проекту




Литвиненко К. В.

(підпис)

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання



(підпис)

Діденко А.І.

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Об'єктом даного дослідження є потоки автомобільного транспорту в межах міста.

Предметом дослідження є конструктивізм в моделюванні транспортного руху(система конструктивного моделювання транспортних потоків).

Метою даної роботи є створення конструктивної системи, що допоможе аналізувати ситуацію на дорогах та перехрестях, та обирати найбільш ефективну транспортну модель.

Методи дослідження: конструктивна математика(або конструктивізм), емпіричний науковий метод, аналіз та порівняння результатів алгоритмів формальних структур, Picture Description Language («Граматика» Шоу).

Результати та їх новизна: набуло подальшого розвитку застосування методів модифікації та оптимізації методів пошуку шляхів.

Пояснювальна записка складається зі вступу, 5 розділів, висновків, бібліографічного списку та 2 додатків.

Вступ – описується сутність роботи та її актуальність (3 сторінки).

Першому розділ – опис аналізу сучасного стану дослідження проблеми за науковими літературними джерелами (13 сторінок).

Другий розділ – висвітлено обґрунтування експериментального методу дослідження та розробку власної гібридизації (5 сторінок).

Третій розділ – описано процес проектування і розробки інструментального забезпечення для дослідження (12 сторінок).

Четвертому розділ – визначення досліджуваних конфігурацій алгоритму та результати проведених (12 сторінок).

П'ятий розділ – розкриті питання охорони та безпеки праці в надзвичайних ситуаціях (15 сторінок).

Додатки – технічне завдання, робочий проект, стаття та публікація. Таблиць – 20, рисунків – 18, бібліографія – 70 джерел.

Ключові слова: конструктивне моделювання, модифікація, алгоритми моделювання потоків транспорту, алгоритм Шоу, Picture Description language, конструктор.

Зміст

ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ТРАНСПОРТУ	11
1.1 Змістовна постановка задачі	11
1.2 Конструктивне моделювання	11
1.3 Огляд моделей імітації транспортного руху	23
1.4.1 Модель слідування за лідером.....	24
1.4.2 Модель оптимальної швидкості.....	25
1.4.3 Модель розумного водія	25
1.4.4 Модель Нагеля-Шрекенберга	26
1.4.5 Модель Відемана	27
1.4.6 Кінематична модель	28
1.4.7 Імовірнісна модель BANDO	29
1.4.8 Імовірнісна модель GAZIS	30
1.4.9 Імовірнісна модель зміни смуги руху Спарман.....	31
1.4.10 Імовірнісна модель зміни смуги руху Тейс	31
1.4.11 Модель Хелбінг-Шрекенберга	31
1.5 Розробка алгоритму імітації транспортного руху	32
1.6 Огляд аналогів інструментарію для проведення досліджень.....	33
1.6.1 Програма Emme-3	34
1.6.2 Програма TRANSIMS	35
1.6.3 Програма PTV VISION (VISUM + VISSIM)	36
1.6.4 Програма Omnitrans	37
1.6.5 Програма Cube.....	38
1.6.6 Програма AIMSUN	39
1.7 Постановка задачі	40
1.8 Призначення та область застосування	41
Висновки до розділу 1.	42
2 ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕФЕКТИВНОСТІ АЛГОРИТМІВ КОНСТРУКТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ПОТОКІВ	43
2.1 Критерії оцінки якості параметрів дорожнього руху.....	45
2.2 Верифікація алгоритму	45
Висновки до розділу 2	47
3 3. ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРОБКА ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ	

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОПОВ'ЯЗАНИХ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ	49
3.1 Зовнішнє проектування	49
3.1.1 Вхідні дані	49
3.1.2 Вихідні дані	49
3.2 Внутрішнє проектування	49
3.2.1 Засоби розробки	49
3.2.2 Архітектура програмного забезпечення	50
3.2.2.1 Структура компонентів програмного забезпечення	50
3.2.2.2 Структура класів програмного забезпечення	51
3.2.3 Специфікація функцій	51
3.3.3 Зменшення впливу кешу	54
4 ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУЮВАННЯ ВЗАЄМОПОВ'ЯЗАНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПОТОКІВ	56
4.1 Визначення понять	56
4.2. Опис вибраної дорожньої системи	56
4.3 Опис апаратного середовища на якому проводяться експерименти.	57
4.4 Спеціалізація, інтерпретація, конкретизація конструктора, що розроблюється	58
4.4.1. Спеціалізація конструктора алгоритмів моделювання потоків	58
4.4.2. Інтерпретація конструктора моделювання транспортних потоків	60
4.4.3. Конкретизація конструктора моделювання транспортних потоків	60
4.5 Проведення експерименту	61
4.5.1 Проведення експерименту на моделі «Слідкування за лідером»	61
4.5.1 Проведення експерименту на моделі Відемана	67
Висновки до розділу 4	76
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	77
5.1 Вимоги безпеки при виконанні робіт на робочому місці	77
5.2 Шкідливі виробничі фактори на підприємстві	80
5.2.1 Мікроклімат на робочому місці	80
5.2.2 Освітлення робочого місця	81
5.2.3 Вплив шуму	81
5.3 Дії працівників в аварійних ситуаціях	82
5.3.1 Пожежна безпека	82
5.3.2 Загальні заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях	83
ВИСНОВКИ	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	89
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Дослідження конструктивного моделювання взаємопов'язаних потоків автомобільного транспорту – це робота, метою якої є розробка, за допомогою методології математико-алгоритмічного конструктивізму, програмного забезпечення імітації транспортного руху та методів формування автомобільних потоків. Під доцільністю розуміється здатність пришвидшити пошук рішень для тих чи інших алгоритмів, не втрачаючи при цьому точність результату.

Актуальність роботи. На сьогоднішній існує тенденція розвитку технологій пов'язаних із транспортним урегулюванням. Модель представляє собою ідеалізований (абстрактний) опис справжнього процесу. Модель повинна будуватись таким чином, щоб найточніше описати поведінку реального процесу руху. [1]. При математичному моделюванні описуються співвідношення між найбільш важливими змінними характеристиками за допомогою формул, рівнянь тощо. Математичне моделювання є найбільш успішним при моделюванні складних систем та процесів. Такі моделі, як правило, будуються на основі гіпотез. Але для більше результатів, які мають більше відношення до реалізму, використовується конструктивна математика. Тому програмне забезпечення в цій роботі буде спиратись не стільки на математико-теоретичні методи, скільки на методологію математико-алгоритмічного конструктивізму.

Серед моделей руху потоків автомобілей в даній роботі підходить «» модель. Вона належить до підгрупи макроскопічних динамічних моделей, та підходить тому що завдання такої моделі - моделювання динаміки руху потоку в цілому. При цьому потік розглядається як неперервний. Дані алгоритми допомагають вирішити ряд проблем пов'язаних з оптимізацією, пошуками рішень, тощо. Система повинна також враховувати різні фактори такі як дорожні умови, інтенсивність та склад руху, психофізіологічні властивості водія, стан автомобілів, наявність засобів регулювання руху, а також пріоритетність руху.

Для якісного планування управління транспортним потоком на дорожній мережі та його наочної демонстрації застосовується програмне забезпечення моделювання транспортного руху. Проте таке моделювання з використанням існуючих програмних

продуктів є недостатньо реалістичним, або просто не підходить до усіх вимог, а також не задовольняє сучасним практичним потребам. У зв'язку з цим актуальною є розробка програмного засобу для моделювання дорожнього руху у тривимірному представленні, який буде спрямовано на поєднання у собі одразу декількох підходів до моделювання транспортного потоку та необхідного функціоналу оцінки основних значущих параметрів дорожнього руху.

Об'єкт дослідження. Об'єктами дослідження є потоки автомобільного транспорту в межах міста.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є конструктивізм в моделюванні транспортного руху(система конструктивного моделювання транспортних потоків).

Мета і завдання дослідження. Метою даної роботи є створення конструктивної системи, що допоможе аналізувати ситуацію на дорогах та перехрестях, та обирати найбільш ефективну транспортну модель. Поставлена мета зумовлює необхідність вирішення наступного ряду завдань:

- розробка інструментального середовища для проведення експериментів. Дане інструментальне середовище повинно дозволити випробувати різні модифікації при вирішенні обраної задачі;
- дослідити вплив оптимізації на певних етапах виконання конструктивного алгоритму.

Методи дослідження. Для створення системи конструктивного моделювання взаємопов'язаних потоків автомобільного транспорту, зменшення ймовірностей заторів, покращенню числових розрахунків було використано методологія математико-алгоритмічного конструктивізму, що була побудована на базі Picture Description Language.

Наукова новизна. Набули подальшого розвитку методи конструктивного моделювання автомобільних потоків на різних етапах для будування реальних систем, та дослідження розрахунків, в тому числі часових та аварійних.

Практичне значення. Практичне значення роботи викладене наступним чином.

Результати проведених досліджень дозволяють встановити доцільність використання модифікованих алгоритмів для певної оптимізаційної задачі, а також доцільність подальших можливих гібридизацій на певних етапах даних алгоритмів.

Отримані результати, а також інструментарій може бути використаний в у вищих навчальних закладах та науково-дослідницьких центрах задля подальших досліджень і пошуку покращених способів вирішення задач оптимізації.

Апробація результатів дослідження. Процес та результати дослідницької роботи доповідались на семінарі кафедри КІТ 05.2019р., а також було опубліковано доповідь в журналі щорічної XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті».

Публікації за темою роботи. Підготовлено статтю до видання у фаховому журналі (додаток А).

«Наука та прогрес транспорту».

1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ТРАНСПОРТУ

1.1 Змістовна постановка задачі

У сучасному світі ми часто стикаємося із проблемою неефективного планування транспортних систем, а саме із їх перевантаженістю, результатом чого є затори на дорогах, відсутність місць для паркування(або не ефективна система паркування), що призводить до неорганізованого паркування транспортних засобів на проїжджій частині, які в свою чергу перешкоджають руху інших транспортних засобів. Не врахування закономірностей розвитку транспортних систем призводить до неефективного планування їх структури, результатом чого є неможливість розширення існуючих транспортних систем чи їх вдосконалення. Часто для вирішення неефективного планування можуть прийматися наступні рішення: обмежити рух транспортних засобів у пікові часи навантаження (дозволити рух тільки легковим автомобілям), заборона зупинки і стоянки для транспортних засобів у певний проміжок часу.

Одним із найбільш ефективних можливих вирішень даних проблем планування транспортних мереж є створення інструменту конструктивного моделювання дорожнього руху. Такий програмний продукт повинен надавати користувачам можливість створювати найбільш ефективну модель транспортного руху за рахунок детального відстеження, навчання системи, оптимізації алгоритмів руху, та модернізації взаємодії потоків з так званими “пріоритетними” видами транспорту.

Серед параметрів, що відносяться до характеристик транспортного потоку, слід враховувати у системі максимально можливу кількість транспортних засобів, довжини тривалостей фаз світлофорів, максимально та мінімально дозволені швидкості руху транспортних засобів, максимальну кількість пішоходів та їх швидкість руху.

1.2 Конструктивне моделювання

В дев’ятнадцятому сторіччі, на фоні не припиняємої критики первинної принципової прийнятості основних теоретико-множинних установок, завдяки Брауеру, виник новий напрямок математики, який було названо інтуїціанізмом(або неоінтуїціанізмом). Інтуїціаністи були проти віри в екзистенціальний характер

нескінченних множин, а також проти того що так звана «традиційна» логіка точно відображає саму суть математики(прикладом є теорія виключеного третього). Проте, цей напрямок був дуже спірним і мав сильну критику в свою адресу. Основою цієї критики була про те, що хоч і інтуїтивна ясність і є, згідно з позицією інтуїціоністів, головним і єдиним критерієм математичної істинності, саме цим критерієм, на думку багатьох математиків, часто не задовольняли як філософські посилки, так і конкретні математичні теорії інтуїціонізму(прикладом Бішоп назвав брауерську теорію континуума як революційну та «полумістичну»).

Саме завдяки критиці, вчені виявили 2 круга питань до інтуїціанізму, які треба вирішити.

1. Побудова системи аналізу, заснованої на більш ясних, ніж теоретико-множинні, передумовою передумови і більшою мірою, ніж традиційний аналіз, враховує реальні конструктивні і обчислювальних обчислювальні можливості.
2. Введення і вивчення обчислюваних об'єктів аналізу. Дослідження принципів кордонів обчислювальних можливостей в аналізі, вивчення «Ефективності» в аналізі, зокрема, дослідження питання про те, за якими вихідними даними можна знаходити ті чи об'єкти аналізу.

У зв'язку з цими проблемами виникли різні течії в підставах математики і математичному аналізі, що об'єднуються збірним назвою «Конструктивний аналіз». Конструктивізм набув сильного розвитку в радянські часи, коли завдяки Маркову, Цейтіну, Заславському та Шаніну, був охарактеризований наступними рисами:

1. Як об'єкти вивчення виступають конструктивні об'єкти, при поводженні з якими допускається абстракція потенційної здійсненності, але повністю виключається абстракція актуальної нескінченності.
2. Інтуїтивні поняття «ефективності», «обчислюваності» і т. д. зв'язуються з точним поняттям алгоритм.
3. Використовується особливе, що враховує специфіку конструктивних об'єктів, розуміння математичних суджень.

Пункт перший описує собою першу абстрактність конструктивної математики – абстракцію потенційної здійсненності, коли при конструюванні відволікаються від практичних обмежень в просторі, часі та матеріалі. Іншими словами, розробник фокусується на «ідеальних розумових моделюваннях» (Непийвода), тобто не ставити за ціль, аби конструкція(або модель), буда бу повністю застосована на практиці, навіть більше, навіть не ставимо перед собою цілей, аби наша модель давала лиш конструкції, що практично реалізуються. Розробник проектуємо майже «ідеальні»(тобто ми «ігноруємо» деякі з змінних, даних, аби система могла бути реалізованою) ситуації для того, щоб результати мали більше ставлення до реальності, ніж ті, які з самого початку обмежували себе орієнтацією на безпосередню застосовність. Також є важлива для конструктивізму абстракція ототожнення, яку використовують, коли річ іде про двох в тому чи іншому сенсі однакових об'єктах, як про один і той же об'єкт.

Поняття конструктивного об'єкта представляється початковим. Визначальною рисою конструктивних об'єктів є та обставина, що вони конструюються за певними правилами з деяких елементарних об'єктів, нерозкладних в процесі цих побудов. Як приклади можна вказати на зведення будівель з цегли і блоків, формування поїздів, складання годин на конвеєрі і т.п. В нашому випадку, конструктивними об'єктами є потоки автомобілів в межах міста, які складаються з елементарних об'єктів(автомобілів).

Тепер перейдемо до методології створення конструктивної програми. Це створюється за допомогою конструктивно-продукційних структур, або КПС. Їх задача полягає в конструюванні множини конструкцій за допомогою операцій, які задані конструктивною аксіоматикою, такими як підстановка, виведення тощо.

Узагальненою конструктивно-продукційною структурою[33], або просто узагальненим конструктором, називають правила

$$C_G = \langle M, \Sigma, \Lambda \rangle ,$$

де M – неоднорідний розширюваний носій структур; Σ - сигнатура, яка складається з множин операцій пов'язування, підстановки та виведення, операцій над

атрибути і відношень підстановки; Λ - множина тверджень інформаційного забезпечення конструювання, або ІЗК, яке включає: онтологію, мету, правила, обмеження, та умови початку та завершення конструювання.

В M можна виділити підмножини: T - термінали, N - нетермінали(допоміжні, абстрактні елементи), з властивостями $T \cap N = \emptyset$, $\varepsilon \in T$, $\varepsilon \notin N$, где ε – пустий елемент.

Особливостями конструктивно-продукційного моделювання з використанням ε : атрибутивність елементів та операцій, розширюваний носій, модель виконавця в вигляді його базових алгоритмів, зв'язок операцій з алгоритмами їх використання.

Викладемо ту частину онтологія узагальненого конструктора в неформальному вигляді, яка нам необхідна для подальшого використання.

Сигнатура Σ складається з множини операцій: Ξ - пов'язування, Θ - підстановки та виведення, Φ - операцій над атрибутами. Сигнатура містить також відношення підстановки « \rightarrow ». І таким чином, сигнатура формально $\varepsilon \Sigma = \langle \Xi, \Theta, \Phi, \{\rightarrow\} \rangle$, з властивостями: $\Xi \cap \Theta = \emptyset$; $\Xi \cap \Phi = \emptyset$; $\Theta \cap \Phi = \emptyset$, $\varepsilon \in \Phi$. Сигнатура складається із імен операцій $\{\otimes_j\}$, що мають набір атрибутів w_i , представляється як $w \otimes \in \Sigma$.

Операції пов'язування елементів конструктора поєднують окремі елементи в конструкції, або їх частини(проміжні форми).

В класичних формальних граматиках, використовується одна бінарна операція пов'язування(конкатенації) над елементами термінального і нетермінального алфавітів, проте для спеціалізованих граматик можуть використовуватися різноманітні операції пов'язування: за умовою, багатомісні, графічних елементів тощо.

Під формою $w_l l$ з набором атрибутів w_l розуміють:

- $w_l l = w_0 \otimes (w_1 m_1, w_2 m_2, \dots, w_k m_k)$ для $\forall w_i m_i \in M$;
- $w_l l = w_j m_j$, якщо $l = w_0 \otimes (\varepsilon, \dots, \varepsilon, w_j m_j, \varepsilon, \dots, \varepsilon)$;
- $w_l l = w_0 \otimes (w_1 l_1, w_2 l_2, \dots, w_k l_k)$, якщо $w_1 l_1, w_2 l_2, \dots, w_k l_k$ – форми.

Таким чином, операція пов'язування застосовується як до елементів носія, так і до форм, що сконструйовані за її допомогою на основі елементів носія.

Відношення постановки – двомісне відношення з атрибутами $w_i l_i \rightarrow w_j l_j$.

Нехай $s = \langle w_1 l_1 \rightarrow w_2 l_2, w_3 l_3 \rightarrow w_4 l_4, w_m l_m \rightarrow w_{m+1} l_{m+1} \rangle$ – послідовність відносин підстановки або $s = \varepsilon$, і $g = \langle \otimes_1 (w_{1,1}, w_{2,1}, \dots, w_{k_1,1}), \otimes_2 (w_{1,2}, w_{2,2}, \dots, w_{k_2,2}), \dots, \otimes_n (w_{1,n}, w_{2,n}, \dots, w_{k_n,n}) \rangle$ – послідовність операцій над атрибутами. Назвемо правилом продукції $p: \langle s, g \rangle$. Тут \otimes – довільна операція над атрибутами ($\otimes \in \Phi$).

Множина правил продукцій будемо позначати $\Psi = \{ \psi_i : \langle s_i, g_i \rangle \}$.

Нехай задана форма $w_l l = \otimes (w_1 l_1, w_2 l_2, \dots, w_h l_h, \dots, w_k l_k)$ і відношення підстановки $w_h l_h \rightarrow w_q l_q$ таке, що $w_h l_h < w_l l$ (відношення $<$ – містить), тоді результатом $w_l^* l^*$ тримісної операції підстановки $\Rightarrow (w_h l_h, w_q l_q, w_l l)$ буде форма $w_l^* l^* = \otimes (w_1 l_1, w_2 l_2, \dots, w_q l_q, \dots, w_k l_k)$, де $\Rightarrow \in \Theta$.

Двомісна операція часткового виведення $\Delta_{w_l^* l^*} = \|\Rightarrow (\Psi, w_l l)$, де $w_l l \in \cup$.

Результуючі конструкції операцій повного виведення належать $\Omega(C_L)$.

Для того щоб сформулювати конструкції потрібно виконати ряд уточнюючих перетворень:

- Спеціалізація визначає предметну область: семантичну природу носія, кінцеву множину операцій та їх семантику, атрибутику операцій,

порядок їх виконання та обмеження на правила підстановки

$$C \mapsto {}_S C;$$

- Інтерпретація полягає в зв'язуванні операцій сигнатури C_A з алгоритмами виконання певної алгоритмічної структури. При інтерпретації виконується пов'язування інформаційної моделі засобів побудування конструкцій та моделі виконувача ${}_S C, C_{Al} \mapsto \langle {}_{S,l} C, C_A \rangle$, що утворює конструктивну систему;
- Конкретизація конструктора полягає в розширенні аксіоматики набором правил продукцій, заданні конкретних множин нетермінальних та термінальних символів з їх атрибутами та, при необхідності, значень атрибутів ${}_{S,l} C_K \mapsto {}_{S,l,K} C$;
- Реалізація конструктора полягає в формуванні конструкції із елементів носія конструктора шляхом виконання алгоритмів, пов'язаних з операціями сигнатури ${}_{S,l,K} C_R \mapsto \Omega$. Реалізація можлива тільки для попередньо спеціалізованого, інтерпретованого та конкретизованого конструктора.

Роздивимось ці операції більше детальноше.

Спеціалізацією конструктора є формування модифікованого конструктора

$$C = \langle M, \Sigma, \Lambda \rangle \mapsto {}_S C = \langle M_1, \Sigma_1, \Lambda_1 \rangle: \Lambda_1 = \Lambda_1 \cup \tilde{\Lambda},$$

при якому множиною тверджень інформаційного забезпечення конструювання $\tilde{\Lambda}$ задаються атрибути носія, що визначають семантику його елементів(а точніше їх природу), кінцеву множину імен операцій, атрибутику операцій, порядок їх виконання та обмеження на правила підстановки. Тут S – є атрибутом спеціалізації.

Інтерпретація конструктора полягає в розширенні аксіоматики: $\forall^\circ \in \Sigma$

задається $(A \left|_X^Y \Downarrow^\circ)$, тобто операції $^\circ$ присвоюється значення атрибуту в вигляді $A \left|_X^Y$ – алгоритму певної базової алгоритмічної структури C_A . Таким чином, операції із сигнатури Σ пов'язуються з алгоритмами виконання

$$\langle {}_s C = \langle M_1, \Sigma_1, \Lambda_1 \rangle, C_A = \langle M_A, V_A \Sigma_A, \Lambda_A \rangle \rangle \mapsto {}_{s,I,C_A} C = \langle M_1, \Sigma_1, \Lambda_2 \rangle: \Lambda_2 \\ = \Lambda_1 \cup \bar{\Lambda},$$

де $V_A = \left\{ A_i^0 \left|_{X_i}^{Y_i} \right. \right\}$ – множина утворюючих алгоритмів базової алгоритмічної структури (множина елементарних алгоритмів, що реалізуються певним виконувачем), X_i, Y_i – множина визначень та значень алгоритму $A_i^0 \left|_{X_i}^{Y_i}$, $M_A = \bigcup_{A_i^0 \in V_A} (X(A_i^0) \cup Y(A_i^0))$ – носій алгоритмічної структури, Σ_A – множина операцій пов'язування алгоритмів, Λ_A – аксіоматика (або множина тверджень ІЗК), $\bar{\Lambda} = \left\{ \left(A_i \left|_{X_i}^{Y_i} \Downarrow^\circ_i \right. \right) : \forall^\circ_i \in \Sigma, A_i \left|_{X_i}^{Y_i} \in \Omega(C_A) \right. \right\}, i = 1 \dots i_{end}$, де i_{end} – кількість операцій в Σ , $\Omega(C_A)$ – множина алгоритмів, що конструюються в C_A .

При проведенні процесу інтерпретації, потрібно пам'ятати наступне:

- якщо в узагальненому конструкторі частково інтерпретовані операції підстановки та виведення, то в інтерпретованому конструкторі повинні буди інтерпретовані абсолютно всі операції.
- можна проводити повторну інтерпретацію, щоб замінити одну алгоритмічну структуру на іншу. Цей процес називається переінтерпретація інтерпретованого конструктора, або просто переінтерпретацією.
- можна проводити інтерпретацію декількома алгоритмічними структурами. Цей процес називають множинною інтерпретацією. При цьому, для кожної операції сигнатури, ставлять у відповідність декілька алгоритмів, які притаманні різним виконувачам. Реалізація

таких конструкцій може приводити до створення взаємовідповідних конструкцій різної природи.

Конкретизація конструктора полягає в розширенні множини тверджень інформаційного забезпечення конструювання множиною конкретизованих правил продукцій та заданні конкретизованих множин $T_1 \subset M_1$ і $N_1 \subset M_1$:

$$C = \langle M, \Sigma, \Lambda \rangle \xrightarrow{K} {}_KC = \langle M_1, \Sigma, \Lambda_1 \rangle: \Lambda_1 = \Lambda \cup \check{\Lambda}, \check{\Lambda} = \{p_i: \langle s_i, g_i \rangle\}$$

Реалізація конструктора полягає власне в формуванні конструкції, або конструкцій, із елементів носія конструктора шляхом виконання алгоритмів, що пов'язані з операціями сигнатури, та відповідає аксіоматиці

$${}_{S,I,C_A,K}C = \langle M, \Sigma, \Lambda \rangle \xrightarrow{R} \bar{\Omega}({}_{S,I,C_A,K}C),$$

$$\text{де } \bar{\Omega}({}_{S,I,C_A,K}C) \subset \Omega({}_{S,I,C_A,K}C).$$

Але реалізація конструктора можлива тільки після того, як цей самий конструктор пройшов спеціалізацію, інтерпретацію та конкретизацію. Проте варто відмітити, що порядок цих трьох операцій може бути довільним.

В даній дипломній роботі для того щоб створити конструктор моделювання взаємопов'язаних автомобільних потоків, потрібно обрати певну конструвально-продукційну структуру, оскільки їх велика кількість і кожна задовольняє лиш певні потреби та задачі. Тут використовується графічна граматична структура, як аналог мови Picture Description Language (PDL), або граматика Шоу. Вона призначена для опису геометричних фігур, траєкторій руху тощо. Елементарними графічними образами являються любі фігури з приписаними їм властивостями головних та хвостових точок, побудовою траєкторії руху транспорту тощо.

Для того щоб розробити конструктор-аналог мови описання картинок (PDL), треба, власне, пояснити чим є ця мова, яка в свій час була розроблена Аланом Шоу.

В 1968-1969 роках, Алан Шоу опублікував роботи, в яких пояснював призначення та методологію описання зображень в власній мові, яку зараз називають PDL. Фактично, ця мова або, як він сам казав «формальна схема лінгвістичного описання», описує більшу частину зображень, що побудовані лінійно, проте й не обмежена лише ними.

Вся суть такої мови сходиться до того, що певна картинка, назовемо її кінцевою(кінцевим результатом), вона складається з менших картинок, так званих примітивних картинок,, або просто примітивів, якими і будується кінцева картинка. Примітив це фактично лінія(рисунок 4.2), з хвостовою точкою та головною(зазначте, що від слово голова(head), а не від слова головний). Власне тому PDL і називають лінійною строковою мовою.

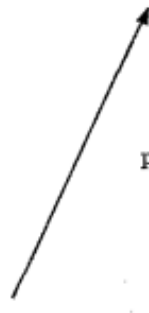


Рисунок 4.2 – абстрактний примітив

Примітиви поєднуються за допомогою виразів(expressions), вони забезпечують примітивне структурне описання кінцевого зображення. Вирази базуються на різних операціях, в тому числі бінарних конкатенаційних операціях $[+, -, \times, *]$. Значення цих операцій можна побачити описав певну картинку $\rho((S_1 \emptyset S_2))$:

$$\rho((S_1 + S_2)) = \{\alpha_1, \alpha_2 | head(\alpha_1) \text{ concat } tail(\alpha_2)\}$$

$$\rho((S_1 - S_2)) = \{\alpha_1, \alpha_2 | head(\alpha_1) \text{ concat } head(\alpha_2)\}$$

$$\rho((S_1 \times S_2)) = \{\alpha_1, \alpha_2 | tail(\alpha_1) \text{ concat } tail(\alpha_2)\}$$

$$\rho((S_1 + S_2)) = \left\{ \begin{array}{l} \alpha_1, \alpha_2 | \text{tail}(\alpha_1) \text{ concat } \text{tail}(\alpha_2) \wedge \\ (\text{head}(\alpha_1) \text{ concat } \text{head}(\alpha_2)) \end{array} \right\}$$

де α_1, α_2 – суб-картинки, такі що $\alpha_1 \in \rho(S_1), \alpha_2 \in \rho(S_2), S_1, S_2 \in \text{PDL}$, *tail* – хвостова точка, *head* – головна точка, concat – означає «об'єднані в». Кінцевий результат таких операцій можна побачити на рисунку 4.3

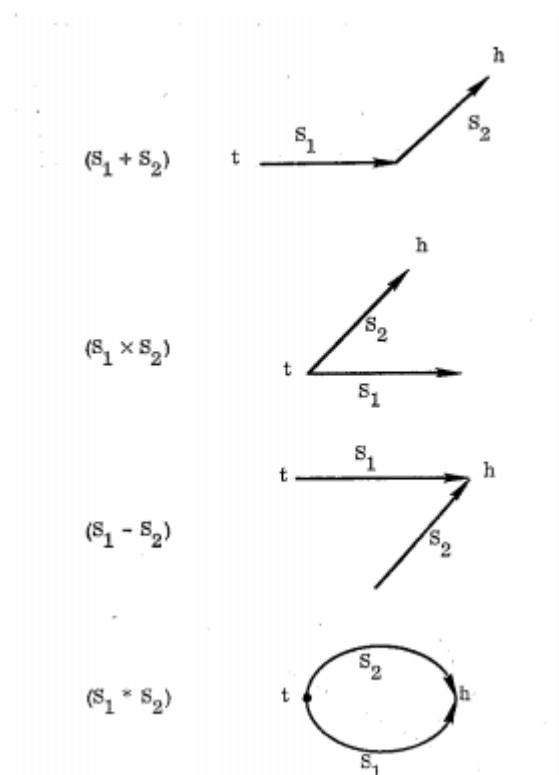


Рисунок 4.3 –діаграми бінарних конкатенацій

Сфера застосування пов'язана не тільки з описуючою здатністю, але й з аналізом зображень, таким чином, область застосувань охоплює не тільки комп'ютерну графіку, а й з розпізнанням образів. Прикладами застосувань є представлення траєкторій елементарних часток в детекторній камері, та прописних буквах англійської(і не тільки) мови. Приклад останнього можна побачити на рисунках 4.4 та 4.5.

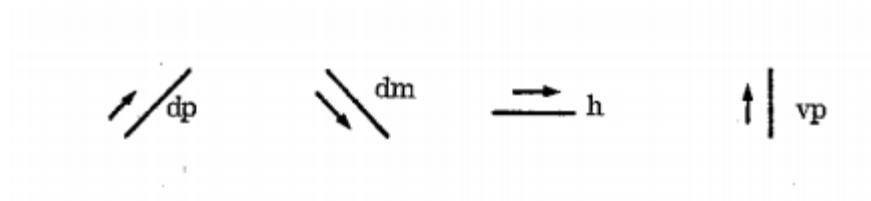


Рисунок 4.4 – Примітивні класи dp, dm, h, vp

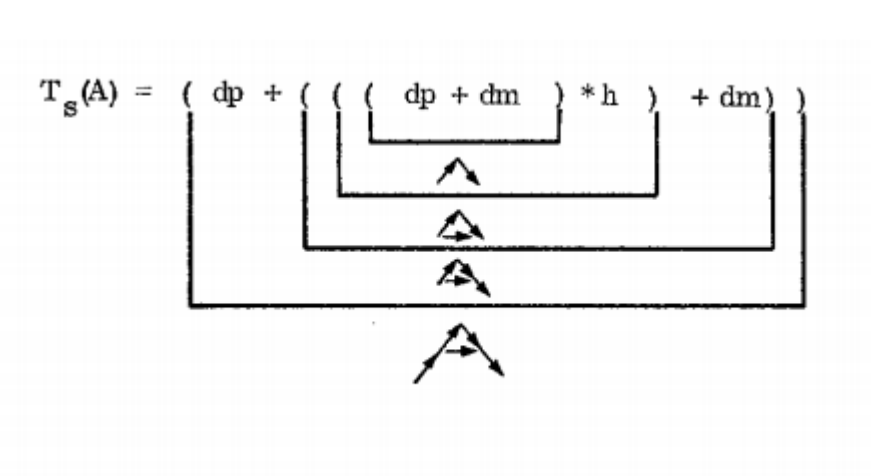


Рисунок 4.5 – Примітивне структурне описання букви «А»

Спеціалізація конструктора аналога PDL

Для того щоб визначити графічний конструктор алгоритмів моделювання потоків транспорту, виконаємо спеціалізацію

$$C = \langle M, \Sigma, \Lambda \rangle \xrightarrow{s} C_{PDL} = \langle M_{PDL}, \Sigma_{PDL}, \Lambda_{PDL} \rangle,$$

де $\Lambda_{PDL} = \Lambda \cup \Lambda_5 \cup \Lambda_6$, $\Lambda_5 = \{M_{PDL} \supset T \cup N, T = T_1, N = N_1, \Xi = \{+, \times, -, *, \sim, /, (,)\}, \Phi = \emptyset\}$.

Для інтерпретації структури C_{PDL} визначимо базову алгоритмічну структуру

$$C_{PDL} = \langle M_{A,PDL}, V_{A,PDL}, \Sigma_{A,PDL}, \Lambda_{A,PDL} \rangle,$$

де $M_{A,PDL} \supset T_1 \cup N_1$, $V_{A,PDL} = \left\{ A_1^0 \left| \begin{smallmatrix} A_i \cdot A_i \\ A_i, A_i \end{smallmatrix} \right. , A_2^0 \left| \begin{smallmatrix} : A_i \\ Z_1, Z_2, A_i \end{smallmatrix} \right. \right\}$, $\Sigma_{A,PDL} = \Sigma_{A,MS}$;

$\Lambda_{A,PDL} = \Lambda_{A,MS}$.

БАС визначає множину сконструйованих алгоритмів

$\left\{ A_k \left| \begin{matrix} \Delta^l_i \otimes_{k-2} \Delta^l_j \\ \Delta^l_i, \Delta^l_j \end{matrix} \right. \right\}, k = 3 \dots 8, A_k \left| \begin{matrix} b, e \Delta^l_i \otimes_{k-8} \Delta^l_j \\ \Delta^l_i, \Delta^l_j \end{matrix} \right. \right\}, k = 9 \dots 14, A_{15} \left| \begin{matrix} w_i l_i \\ w_i l_i \end{matrix} \right.,$
 $A_{16} \left| \begin{matrix} w_i l_i \\ w_i l_i \end{matrix} \right., A_{17} \left| \begin{matrix} w_h \\ w_h l_h, w_q l_q, w_l l \end{matrix} \right., A_{18} \left| \begin{matrix} f_j \\ f_i, \Psi \end{matrix} \right., A_{19} \left| \begin{matrix} f_j \\ f_i, \Psi \end{matrix} \right. \} \subset \Omega(C_{A,PDL}).$ Тут \otimes_k – одна з операцій зв'язування із списку $[+, \times, -, *, \sim, /]$.

$A_1^0 \left| \begin{matrix} A_i \cdot A_i \\ A_i, A_i \end{matrix} \right., A_2^0 \left| \begin{matrix} : A_i \\ Z_1, Z_2, A_i \end{matrix} \right.$ 0 такі ж, як і в мультисимвольних алгоритмічних структурах. Тепер розберемося, як специфікуються алгоритми $A_3 \dots A_{19}$.

- A_3, \dots, A_8 – алгоритми формування нової графічної конструкції і відображення її на фізичному носії інформації:
 - A_3 – алгоритм формування та відображення нової графічної конструкції таким чином, щоб хвостова точка конструкції Δ^l_j поєдналася з головною точкою Δ^l_i ;
 - A_4 – такий ж, як і A_3 , але поєднуються хвостові точки Δ^l_j і Δ^l_i ;
 - A_5 – такий ж, як і A_3 , але поєднуються головні точки Δ^l_j і Δ^l_i ;
 - A_6 – такий ж, як і A_3 , але поєднуються головні і хвостові точки Δ^l_j і Δ^l_i ;
 - A_7 – міняє місцями головну та хвостову точки Δ^l_i ;
 - A_8 – відображає Δ^l_j без прив'язки до Δ^l_i (в новому місці);
- A_9, \dots, A_{14} – визначають значення атрибутів b_i і e_i сформованої конструкції $\Delta^l_i \otimes \Delta^l_j$ при виконанні відповідних операцій пов'язування алгоритмами A_3, \dots, A_8 .
- A_{15} починає формування нової підформи.
- A_{16} закінчує формування підформи, представляючи її як новий

непозначений елемент конструювання.

- A_{17} аналогічний алгоритму A_4 алгоритмічної структури $C_{A,MS}$ з доповненнями: перед підстановкою виконуються усі операції пов'язування в порядку записи зліва направо, враховуючи дужки, заміна виконуються як в формі з іменами елементів, так і в зображенні.
- A_{18} і A_{19} аналогічні алгоритмам A_5 і A_6 алгоритмічної структури $C_{A,MS}$ (за специфікацією, але з другими формами)

Інтерпретація конструктора-аналогу PDL

Інтерпретація має вигляд

$$\langle\langle {}_SC_{PDL} = \langle M_{PDL}, \Sigma_{PDL}, \Lambda_{PDL} \rangle, C_{A,PDL} = \langle M_{A,PDL}, V_{A,PDL}, \Sigma_{A,PDL}, \Lambda_{A,PDL} \rangle \rangle \quad I \mapsto {}_{S,I,C_{A,PDL}} C_{PDL} = \langle M_{PDL}, \Sigma_{PDL}, \bar{\Lambda}_{A,PDL} \rangle \rangle,$$

де $\bar{\Lambda}_{A,PDL} = \Lambda_{PDL} \cap A_7$, $A_7 = \left\{ (\bar{A}_3^{\leftarrow} +), (\bar{A}_4^{\leftarrow} \times), (\bar{A}_5^{\leftarrow} -), (\bar{A}_6^{\leftarrow} *), \right.$

$$(\bar{A}_7^{\leftarrow} \sim), (\bar{A}_8^{\leftarrow} /), (A_{15}^{\leftarrow} ()), (A_{16}^{\leftarrow})), \left(A_{17} = \left| \begin{matrix} f_j \\ f_h, f_q, f_i \end{matrix} \right|^{\leftarrow} \Rightarrow \right), \left(A_{18} = \right.$$

$$\left| \begin{matrix} f_j \\ f_i, \Psi \end{matrix} \right|^{\leftarrow} \Rightarrow \right), \left(A_{19} = \left| \begin{matrix} f_j \\ f_i, \Psi \end{matrix} \right|^{\leftarrow} \parallel \Rightarrow \right) \Big\}, \tilde{A}_i = A_i \left| \begin{matrix} \Delta^{l_i} \otimes \Delta^{l_j} \\ \Delta^{l_i}, \Delta^{l_j} \end{matrix} \cdot A_{i+6} \right| \begin{matrix} (b, e)^{\leftarrow} (\Delta^{l_i} \otimes \Delta^{l_j}) \\ \Delta^{l_i}, \Delta^{l_j} \end{matrix}.$$

На основі розглянутого узагальненого, або точніше повного конструктора-аналога PDL, ми зможемо розробити конструктор на його базі, який буде спеціалізуватись на моделюванні взаємопов'язаних транспортних потоків.

1.3 Огляд моделей імітації транспортного руху

Відповідно до деталізації моделювання, моделі імітації транспортного руху найчастіше поділяються на три рівня. До першого рівня відносять макроскопічні моделі. Вони використовуються для представлення транспортного потоку як потоку частинок, що підлягають законам дії гідрогазодинаміки. Найбільш використовуваними моделями для імітації транспортного руху є мікроскопічні

моделі, які відносяться до другого рівня. Дані моделі зосереджені саме на індивідуальних транспортних засобах та їх поведінці. Використання макроскопічних моделей дозволяє моделювати більші транспортні мережі у порівнянні із мікроскопічними, так як потребує значно меншої обчислювальної потужності. Результати макроскопічних моделей не такі точні, як у мікроскопічних моделях. Мезоскопічні моделі відносять до третього рівня. Вони частково застосовують принципи, що покладені у основу як макроскопічних моделей, так і мікроскопічних. Мезоскопічні моделі використовують контролюючі макроскопічні зміни, які приводять в дію індивідуальні транспортні засоби.

Як правило, у найбільш відомих програмних продуктах моделювання транспортного руху відбувається на мікрорівні. Огляд даних моделей буде наведено у даному розділі.

1.4.1 Модель слідування за лідером

У моделі слідування за лідером всі автомобілі транспортного потоку нумеруються від 1 до n у відповідності до їх порядку розміщення на дорозі. В основу моделі покладено, що прискорення n -го транспортного засобу залежить від його положення на дорозі, від сусідніх автомобілів, їх швидкості, прискорення, розмірів тощо. При цьому найбільший вплив на поточний транспортний засіб має автомобіль, що йде безпосередньо попереду нього, тобто автомобіль $n-1$. Такий автомобіль називається лідером [10]. Однією із перших пропозицій даної моделі було те, що кожний водій транспортного засобу корегує свою швидкість в залежності від швидкості автомобіля-лідера:

$$\dot{v}_n(t) = \frac{1}{\tau} [v_{n-1}(t) - v_n(t)], \quad (2.1)$$

де τ – час адаптації.

Проте така проста модель не враховує виникнення заторів та непередбачуваність руху транспортних засобів як одних із основних показників потоку транспорту.

Згодом в одній із запропонованих модифікацій цієї моделі було запропоновано додати коефіцієнт затримки, який би характеризувався швидкістю реакції водія на зміну швидкості автомобіля, що йде попереду.

Одним із очевидних недоліків моделі слідування за лідером можна виділити те, що вона некоректно описує поведінку одного автомобіля на дорозі. Згідно даної моделі при відсутності лідера прискорення автомобіля буде дорівнювати нулю. Проте при реальних обставинах водій скоріше за все спробує збільшити або зменшити швидкість до бажаної [11].

1.4.2 Модель оптимальної швидкості

Модель Ньюелла була однією із перших моделей оптимальної швидкості. У цій та інших моделях, які належать даному класу, передбачається, що для кожного водія існує «безпечна» швидкість, яка аналогічно моделі слідування за лідером залежить від відстані до автомобіля, що йде попереду. Проте швидкість автомобіля корегується відносно оптимальної швидкості, а не швидкості автомобіля-лідера. Однак вплив лідера опосередковано виражено через залежність оптимальної швидкості від відстані до лідера.

Класична модель оптимальної швидкості також має деякі недоліки. Для прикладу, дана модель є досить чутливою до конкретного вибору функціональної залежності між оптимальною швидкістю та дистанцією до лідера. Також при великих значеннях часу адаптації в моделі починають відбуватися зіткнення автомобілів, а при дуже малих автомобілі починають швидко прискорюватися [12].

1.4.3 Модель розумного водія

Однією із найбільш вдалих моделей є модель розумного водія, розроблена Трайбером. Калібрування та експерименти із даною моделлю показали, що її властивості стійкі до зміни параметрів. Дана модель демонструє реалістичну поведінку при розгоні та гальмуванні транспортного засобу та відтворює основні спостережувані властивості транспортного потоку.

В моделі розумного водія вважається, що прискорення є безперервною функцією відстані до лідера і швидкості відносно нього. Також дана модель дає змогу враховувати індивідуальні характеристики водіїв та параметри для кожного автомобіля, такі як бажана швидкість, безпечний інтервал, максимальне прискорення, комфортне гальмування, показник чутливості при прискоренні, дистанція при заторі та довжина автомобіля [13].

1.4.4 Модель Нагеля-Шрекенберга

Модель була розроблена німецькими вченими Каєм Нагелем и Майклом Шрекенбергом. Дана модель використовує клітинні автомати для моделювання транспортного руху.

Формування вихідної моделі для руху транспортних засобів по одній смузі полягає у наступному: нехай існує одновірна сітка, кожна клітина якої може бути вільна або зайнята транспортним засобом. Розмір клітинки вважається рівним 7.5 м, що відповідає розміру, який займає автомобіль у нерухомому стані. Змінні n_i і v_i – координата та швидкість i -го автомобіля відповідно. Відстань до автомобіля-лідера:

$$g_i = n_{i+1} - l_i - n_i, \quad (2.2)$$

де l_i – довжина i -го автомобіля (у даній моделі приймається рівною одиниці).

Швидкість може приймати одне із доступних цілочисельних значень $v_i = 0, 1, 2, \dots, v_{max}$. На кожному часовому кроці t стан всіх автомобілів у системі змінюється у відповідності до наступних правил:

а) прискорення – якщо $v_i < v_{max}$, то швидкість i -го автомобіля збільшується на одиницю; якщо $v_i > v_{max}$, то швидкість не змінюється:

$$v_i(t) = (v_i(t-1) + 1, v_{max}) \quad (2.3)$$

б) гальмування – якщо нова швидкість рівна або більша за відстань до автомобіля-лідера $v_i \geq g_i$, то значення швидкості прирівнюється даній відстані:

$$v_i(t) = (v_i(t-1), g_i(t-1)), \quad (2.4)$$

в) випадковість – з заданою ймовірністю p водій зменшує швидкість:

$$\text{if } \xi(t) < p \text{ then } v_i(t) = (v_i(t) - 1, 0), \quad (2.5)$$

г) рух – кожен автомобіль просувається вперед по сітці автомата відповідно до обчисленої швидкості:

$$n_i(t) = n_i(t-1) + v_i(t). \quad (2.6)$$

Перше правило (2.3) відображає загальне прагнення всіх водіїв їхати із максимальною швидкістю. Друге (2.4) – гарантує відсутність зіткнення із автомобілем, що йде попереду. Елемент стохастичності, що враховує випадковості в поведінці водіїв та інші імовірнісні фактори, представлений третім правилом (2.5), де змінна $\xi(t) \in [0, 1)$ – випадкова величина, розподілена рівномірно. Четверте правило (2.6) визначає на скільки клітин просунеться транспортний засіб за одну ітерацію.

В роботі [14] продемонстровано, що використання дискретного підходу до моделювання транспортних потоків ефективно з точки зору обчислювальної швидкості.

1.4.5 Модель Відемана

Часто у популярних програмних продуктах, таких як PTV VISSIM, для моделювання транспортних потоків використовується модель Відемана. Дана модель дає можливість враховувати психофізичні особливості кожного водія у потоці. Модель Відемана передбачає, що водій може знаходитися у одному із 4 станів:

- а) *Вільний рух*. Кожний водій має бажану швидкість, яку він намагається досягнути і дотримуватися впродовж усього руху. Вплив інших транспортних засобів відсутній. В реальних умовах водій не може притримуватися постійної швидкості, тому швидкість коливається в межах бажаної швидкості.
- б) *Наближення*. Процес зближення транспортного засобу із транспортним засобом, що йде попереду. Водій автомобіля починає гальмування для того, щоб уникнути зіткнення із автомобілем попереду. Різниця швидкостей двох

автомобілів буде дорівнювати нулю, коли водій наблизиться до автомобіля попереду на безпечну для нього відстань.

в) *Слідування*. Водій слідує за транспортним засобом, що рухається попереду нього.

При цьому він не використовує прискорення чи гальмування, а притримується безпечної для себе відстані. Різниця швидкостей автомобілів коливається в межах нуля, але не дорівнює нулю через недосконалість органів керування.

г) *Гальмування*. Коли дистанція між автомобілями стає меншою, ніж безпечна відстань, водій застосовує середнє або сильне гальмування для збереження дистанції. Дана ситуація може статися, якщо третій автомобіль перелаштувався у смугу руху поточного водія або швидкість автомобіля, що йде попереду, різко змінилася.

Водій переходить із одного стану в інший у той момент, коли він досягає деякого бар'єру, який може бути описаний як комбінація різниць швидкості та відстані. Для прикладу, тільки на невеликих дистанціях між транспортними засобами допускається незначна різниця у швидкостях. Проте великі різниці швидкостей заставляють водіїв зближатися та реагувати швидше.

Основною ідеєю моделі Відемана є те, що кожен водій транспортного засобу має певний індивідуальний поріг сприйняття дистанції до транспортного засобу, що йде попереду. Досягнувши даний поріг водій починає гальмувати, якщо відстань між ним та транспортним засобом, що йде попереду, занадто мала. Оскільки водій не може точно оцінити швидкість передуючого транспортного засобу, то його швидкість буде зменшуватися до тих пір, поки він знову не почне прискорюватися після досягнення свого індивідуального порогу сприйняття, тобто коли відстань між ним та транспортним засобом, що йде попереду, буде занадто великою. Це призводить до легкого коливання прискорення та уповільнення. Із використанням функцій розподілу швидкості і дистанції симулюється різна поведінка водіїв [15].

1.4.6 Кінематична модель

В основі кінематичної моделі лежить використання елементарних кінематичних рівнянь. Дана модель визначає максимальне прискорення або сповільнення, яке необхідно застосувати до транспортного засобу, щоб уникнути зіткнення із іншими

транспортними засобами, що рухаються попереду даного автомобіля. На кожному часовому кроці знаходиться нове значення прискорення a_{n+1} , яке має бути високим для уникнення зіткнення в даному часовому проміжку.

Час зіткнення – t_c . Також на кожному кроці необхідно постійно обчислювати відстань Dx , щоб отримати певне оптимальне значення для наступного відрізка dx .

Швидкість транспортного засобу корегується таким чином, щоб уникнути перевищення максимальної швидкості та залишатися в межах $[0 \dots V_{max}]$:

$$a_{n+1} = a_n + (Dx - dx) \cdot \frac{2}{t_c^2} + dv \cdot \frac{2}{t_c}. \quad (2.7)$$

Дана модель спирається тільки на два параметра, тому не потребує значних зусиль для її калібрування. Проте і моделювання при цьому не досягне високої точності та правдоподібності. Кінематична модель має вкрай малу вагу у сучасному моделюванні транспортного руху і не рекомендована для використання з метою дослідження ширини проїзної частини магістралі. Дана модель включена в процес навчання у багатьох ВУЗах Європи з освітньою метою [15].

1.4.7 Імовірнісна модель BANDO

Бандо та його колегами у 1995 році була презентована так звана модель «оптимальна швидкісна модель» [16, 17]. Дана модель є детермінованою та являє собою швидкісну модель щільності, яка пов'язує швидкість транспортних засобів з макроскопічною щільністю транспортного потоку. Бандо було виведено оптимальну швидкість для транспортного засобу таким чином, щоб він намагався відповідати наступному відношенню:

$$a_{n+1} = \alpha (v_{opt}(dx) - v_n), \quad (2.8)$$

де a_{n+1} – прискорення для наступного відрізка часу;

α – фактор чутливості (значення, обернене до значення реакції водія);

v_{opt} – оптимальна швидкісна функція;

dx – зміна відстані до попереднього автомобіля;

v_n – поточна швидкість транспортного засобу.

Командою Бандо була запропонована оптимальна швидкісна функція, яка монотонно збільшується, з верхньою межею в v_{max} :

$$v_{opt}(dx) = v_{max} (\tanh \tanh (0.086 \cdot (dx - 25)) + 0.913) \leq v_{max}. \quad (2.9)$$

Згодом дана модель була модифікована ще декількома оптимальними швидкісними функціями. Для прикладу, використання різних функцій прискорення або диференціації між вільною швидкістю транспортного засобу і швидкістю на межі пропускної здатності.

1.4.8 Імовірнісна модель GAZIS

Дана модель, яка заснована на дослідженнях Gazis, Herman і Rothery, належить до класу слідування за лідером. Модель Gazis реалізує поведінку транспортного засобу, визначає відстань, розглядаючи при цьому час реакції водія на певні зовнішні фактори (різні швидкості автомобіля, що рухається попереду тощо) згідно формули:

$$a_{n+1} = a_0 \cdot \frac{n+1}{dx^l} \cdot dv, \quad (2.10)$$

де a_{n+1} – прискорення після часу реакції t_p ;

a_0 – фактор чутливості;

m, l – параметри калібрування;

dx – різниця швидкості з попереднім транспортним засобом.

Для німецьких магістралей значення параметрів m і l в дослідженнях Hoefs були встановлені для різних сценаріїв: віддалення або наближення автомобіля попереду, автомобіль з гальмівними сигналами або без них. Однак через стрімке

збільшення автомобілів на європейських магістралях в процесі розвитку пакета моделювання BABSIM була виконана перекалібровка еталонних параметрів, що призвело до отримання нових наборів параметрів і більш реалістичних результатів моделювання.

1.4.9 Імовірнісна модель зміни смуги руху Спарман

Спираючись на роботи Відемана, Спарман розробив алгоритм зміни смуги руху для дороги із декількома смугами руху. У даній моделі до уваги беруться всі шість сусідні транспортні засоби, а саме: кожний транспортний засіб спереду та ззаду на поточній смузі, а також по два на сусідніх смугах. Як тільки з'являється потреба в зміні смуги руху, здійснюється перевірка чи буде даний маневр безпечним для водія та сусідніх транспортних засобів. Якщо маневр є безпечним для всіх транспортних засобів, то починається процес зміни смуги руху. Одним із недоліків моделі Спармана є те, що у ній відсутній попереджувальний стратегічний підхід, а також те, що розглядаються тільки сусідні транспортні засоби, при цьому нехтуються потреби інших транспортних засобів.

1.4.10 Імовірнісна модель зміни смуги руху Тейс

Тейс модифікував модель Спармана та додав до неї стратегічний підхід. При зміні смуги руху транспортний засіб повинен для початку попередити сусідні автомобілі про маневр, який він збирається здійснити. І навпаки, транспортний засіб, який бере участь у взаємодії, повинен прийняти рішення чи прискоритися йому, чи сповільнитися, щоб створити інтервал для зміни смуги руху іншого транспортного засобу, чи самому змінити смугу руху, звільнивши цим місце для автомобіля, який здійснює маневр.

1.4.11 Модель Хелбінг-Шрекенберга

У підрозділі 1.4.4 розглянута модель Нагеля-Шрекенберга, яка зображує транспортний засіб як одну клітинку, якій умовно присвоюється певна довжина. Якщо використовувати дану модель для моделювання однорідного потоку, який складається, наприклад, тільки із легкових автомобілів, то дане обмеження не є суттєвим. Проте в реальних умовах потік транспортних засобів складається із автомобілів різного типу та розмірів. З цієї причини було розроблено модель, яка дає

змогу одному транспортному засобу займати більше однієї комірки.

Саме у роботі [18] запропонована модель дорожнього руху, транспортні засоби в якій можуть бути представлені декількома клітинки.

Правила оновлення моделі можна розглядати як дискретний різновид моделі оптимальної швидкості:

а) прискорення і гальмування:

$$v_i(t) = v_i(t-1) + \alpha(V(g_i(t-1)) - v_i(t-1)), \quad (2.11)$$

б) випадковість:

$$\text{if } \xi(t) < p \text{ then } v_i(t) = (v_i(t) - 1, 0), \quad (2.12)$$

в) рух:

$$n_i(t) = n_i(t-1) + v_i(t). \quad (2.13)$$

Функція $V(g_i)$ у (2.11) представляє собою дискретний варіант функції оптимальної швидкості, яка представлена у вигляді таблиці відповідностей, що містить значення швидкостей для кожного значення дистанції. Вираз (2.12) додає у модель деяку випадковість подій, а вираз (2.13) визначає нову позицію для автомобіля відповідно до обрахованих значень швидкості. Параметр α задає ступінь адаптації транспортного засобу до оптимальної швидкості, тобто чим більше значення даного параметру, тим швидше водій адаптує швидкість автомобіля до дистанції попереду. При деяких значеннях параметру α в процесі моделювання виникають зіткнення між автомобілями.

1.5 Розробка алгоритму імітації транспортного руху

Серед розглянутих вище методів для імітації транспортного руху найбільш широко застосованими є модель Відемана, яка використовується у найпопулярніших програмних засобах для моделювання тривимірного транспортного руху, таких як PTV VISSIM, та моделі на основі клітинних автоматів. Також широке застосування на практиці має модель для зміни смуги руху Спарман та її модифікація Тейс.

З урахуванням переваг та недоліків цих систем було розроблено алгоритм на

основі моделі Відемана. Розроблений алгоритм дає змогу здійснювати переміщення транспортних засобів, при цьому беручи до уваги дії сусідніх транспортних засобів та уникаючи зіткнення із ними. Даний алгоритм вміє взаємодіяти так із перехрестями без світлофорів(згідно з правилами руху), так із перехрестями із регулюючими сигналами світлофорів. тобто при забороненому сигналі транспортний засіб зупиняється та надає можливість руху іншим автомобілям, або пішоходам. Ще однією особливістю даного алгоритму є те, що він дає змогу враховувати дорожні знаки обмеження швидкості.

1.6 Огляд аналогів інструментарію для проведення досліджень

Оскільки в нашому світі, що стрімко розвивається, кількість автомобілів, особливо в межах міста, росте експоненціально, попит на системи транспортного моделювання є дуже великим . Це привело до створення дуже великої кількості програмних засобів, які задовольняють самі різні задачі транспортного моделювання:

- інструменти для ескізного планування(Better Decisions, HDM(Highway Design and Management), IDAS (ITS Deployment Analysis System): IMPACTS, iicroBENCOST, uickZone, CRITS (Screening for ITS), Sketch Methods, SMITE);
- інструменти для моделювання попиту на пересування(b-Node Model, CUBE/MINUTP, CUBE/TP+/Viper, CUBE/TRANPLAN (Transportation Planning), CUBE/TRIPS (Transport Improvement Planning System), EMME/2™, IDAS, MicroTRIMS, QRS II (Quick Response System II));
- аналітичні\детерміністичні інструменти (HCM методологія)(5-Leg Signalized Intersection Capacity, aaSIDRA, ARCADY (Assessment of Roundabout Capacity and Delay), ARTPLAN (Arterial Planning), CATS (Computer-Aided Transportation Software), CCG (Canadian Capacity Guide)/Calc2: CINCH, CIRCAP (Circle Capacity), DELAYE (Delay Enhanced), dQUEUE-TOLLSIM, FAZWEAVE, FREEPLAN (Freeway Planning): FREWAY (Freeway Delay Calculation Program));

- інструменти для оптимізації транспортних потоків (PASSER™ II-02, PASSER III-98, PASSER IV-96);
- макроскопічні симуляційні моделі (CONTRAM (Continuous Traffic Assignment Model), DYNAMIT-P, DYNAMIT-X, DYNASMART-P, DYNASMART-X, MesoTS);
- мікроскопічні симуляційні моделі (AIMSUN2 (Advanced Interactive Microscopic Simulator for Urban and Non-Urban Networks), ANATOLL, AUTOBAHN, CASIMIR, CORSIM/TSIS (Traffic Software Integrated System), DRACULA, FLEXSYT-II, HIPERTRANS (High-Performance Transport), HUTSIM (Helsinki University of Technology Simulator), INTEGRATION, MELROSE, MicroSim, MICSTRAN, MITSIM (Microscopic Traffic Simulator), MIXIC, NEMIS, PADSIM, PARAMICS, PHAROS, PLANSIM-T, ROADSIM (Rural Road Simulator), SHIVA, SIGSIM, SIMDAC, SIMNET, SimTraffic, SISTM (Simulation of Strategies for Traffic on Motorways), SITRA B+, SITRAS, SmartPATH, TEXAS (Texas Model for Intersection Traffic), TRANSIMS, TRARR, TWOPAS, VISSIM, WATSim));
- інтегровані інструменти для аналізу транспортних потоків (AAPEX (Arterial Analysis Package Executive), ITRAF, PROGO, UNITES).

1.6.1 Програма Emme-3

В програмному продукті реалізовано майже весь цикл моделювання транспортної мережі (від розрахунків транспортного попиту, до порівняння часових характеристик при рівному навантаженні доріг).

Функції:

- моделювання параметрів транспортного попиту;
- моделювання розподілу транспортних потоків транспортної мережі.

Переваги:

- відпрацьовані і перевірені алгоритми моделювання;
- широкі можливості графічного відображення результатів моделювання;
- оскільки велика кількість проектів реалізовані за допомогою цього продукту, є можливість знайти багато вихідних даних;
- більшість програм можуть обмінюватися даними з Emme.

Недоліки:

- класична чотирьохрівнева модель не підходить для конструювання багатомодальних поїздок та мур по структурізації дорожнього руху(система не здатна створити послідовні поїздки однієї машини, наприклад, сімейної);
- відсутність мікромоделювання поведінки окремих учасників руху.

1.6.2 Програма TRANSIMS

Програма створена за допомогою найбільш сучасних принципів транспортного моделювання.

Функції:

- моделювання транспортного попиту та мур по його регулюванню;
- можливості моделювання багатомодальних поїздок, аналізу ефективності маршрутної мережі;
- мікромоделювання руху автомобілів;
- імітаційне моделювання дозволяє отримувати інформацію як про властивості транспортних потоків, так і о кожній ділянці транспортної мережі(середня швидкість, щільність, інтенсивність в кожен момент часу).

Переваги:

- найбільш послідовний алгоритм мікромоделювання діяльності та поїздок

населення. Система побудована на принципі максимально точної імітаційної моделі населення, в результаті чого, моделювання деяких рішень жителів змінюється моделюванням добової діяльності населення. Цей принцип робить програму дуже комфортним інструментом моделювання;

- ефективний алгоритм маршрутизації поїздок з використанням різних видів транспорту. Можливість моделювання всіх можливих поїздок є принциповою умовою для розробки систем ефективного використання пропускної здатності дорожньої мережі;
- програма є модульною, а початковий код програми є в публічному доступі. Це дозволяє використовувати як деякі модулі окремо, так і всю систему в цілому, надаючи майже необмежені можливості дослідникам для модернізації та створенню власних моделей. Це також розширяє можливості застосування, оскільки тоді можна розширити і вхідні дані, та навіть поставлені задачі.

Недоліки

- моделювання руху автомобілів виконується методом кліткових автоматів(автомобілі пересуваються дискретно між «клітинами» довжиною від 1.5 метра). Хоч це і збільшує швидкість конструювання та зменшує ресурси комп'ютера, ця метода зменшує точність врахування геометричних характеристик ділянок дорожньої мережі;
- в безкоштовній версії програми з відкритим кодом відсутня можливість візуалізації руху автомобілів. Комерційна версія модуля візуалізації рівноцінна по вартості з конкурентними програмними пакетами, що робить її покупку недоцільним.

1.6.3 Програма PTV VISION (VISUM + VISSIM)

Програма складається з двох основних модулів, між якими і здійснюється обмін даними. VISUM – для моделювання транспортного попиту в розподілі поїздок

всіх типів транспорту, часу доби та маршрутизації, а VISSIM – для моделювання руху автомобілів.

Функції:

- реалізація повного циклу транспортного моделювання
- мікромделювання руху кожного автомобіля
- детальна інформація о функціюванні кожного сегменту транспортної мережі
- моделювання маневрів автомобілів на обмеженому просторі, наприклад, при заїзді на паркування

Переваги:

- можливість моделювати: ланцюг поїдок жителів, вибір виду транспорту
- модульна структура, що дозволяє розширити функціонал програми
- детальне моделювання геометрії дорожньої мережі, та траєкторій руху транспорту на перехрестях. Також є можливість точно моделювання правил проїзду на перехрестях, в тому числі і нерегульованих перехрестях рівноцінних доріг.
- можливість моделювання обгону транспортних засобів на полосі їх руху
- тривимірна візуалізація, що збільшує маркетингову цінність моделі.

Недоліки:

- ігнорування залежності максимальної швидкості автомобілів від геометричних характеристик(різкі повороти), тому користувач на таких, та аналогічних, ділянках повинен сам обмежувати швидкість транспорту.
- рішення учасників о зміні планів, а тобто і змінах маршруту може запускатись лише на певних ділянках.

1.6.4 Програма Omnitrans

Голландський засіб макромодельовання транспортних моделей.

Функції:

- модельовання транспортного попиту;
- маршрутизація: розподіл поїздок за часом, видам транспорту та ділянках дорожньої мережі;
- відновлення матриць транспортних кореспонденцій за даними спостереження.

Переваги:

- можливість модельовання транспортного попиту як похідний по відношенню до діяльності населення;
- можливість розробки та інтеграції в модель транспортного попиту нових алгоритмів та процедур з використанням вбудованої мови програмування;
- наявність модулів динамічного модельовання вибору виду транспорту та маршруту руху.

Недоліки:

- відсутність модуля мікромодельовання, а тому і не чіткі умови руху автомобілів.

1.6.5 Програма Cube

Cube – це програма для модельовання транспортних систем, що включає модулі для модельовання транспортного попиту, мікромодельовання руху автомобілів, також роботи громадського пасажирського та вантажного транспорту.

Функції:

- реалізація повного циклу транспортного модельовання;
- мікромодельовання руху кожного автомобіля. Отримання повної

інформації о дорожньому русі та умов проїзду його учасників;

- моделювання пасажирського транспорту за допомогою спеціалізованого модуля;
- моделювання вантажних перевезень.

Переваги:

- можливість моделювання транспортного попиту на основі моделювання діяльності населення;
- інтеграція з геоінформаційною системою ArchGIS;
- підтримка стандартного формату даних ГІС;
- сучасний модуль мікромоделювання дорожнього руху, що дозволяє моделювання невимушені перестроювання за допомогою функції привабливості;
- модульна структура, що дозволяє розширити функціонал програми.

Недоліки:

- неможливість моделювання нерегульованого перехрестя рівноцінних доріг
- математичне заниження достовірності результатів: при підвищеній щільності потоку блокується ділянка дорожньої мережі, чого в дійсності не відбувається.

1.6.6 Програма AIMSUN

В програмному продукті реалізовано повний цикл моделювання транспортної мережі

Функції:

- математична чотирьохрівнева модель;

- моделювання на мезорівні, тобто детальне моделювання руху автомобілів з спрощеним алгоритмом для підвищення ефективності;
- мікромоделювання руху автомобілів з можливістю отримувати інформацію як про властивості транспортних потоків, так і о кожній ділянці транспортної мережі.

Переваги:

- можливість використовувати спрощений алгоритм моделювання руху автомобіля для підвищення швидкості розрахунків;
- динамічна маршрутизація, що дозволяє моделювати рішення учасників руху безпосередньо в процесі поїздки в залежності від дорожніх обставин;
- можливість точного налаштування умов проїзду на перехрестях;
- наявність вбудованої середі програмування, яка надає можливість розробляти, та інтегрувати в програму власні модулі, які розширюють можливості моделі.

Недоліки:

- Класична чотирьохрівнева модель не підходить для конструювання багатомодальних поїздок та майже по структурі дорожнього руху(система не здатна створити послідовні поїздки однієї машини, наприклад, сімейної);
- недостатня детальність моделювання геометрії перехресть.

1.7 Постановка задачі

Більшість наведених прикладів призначені більше для проектування та конструювання транспортних ліній і потоків, та створення приближених до реальності транспортних ліній. Вони не призначені для вивчення адаптивних, альтернативних рішень в рамках однієї системи, оскільки навіть ті системи, що розраховані на дослідження та моделювання транспортних потоків, а не транспортів

в окремість, орієнтовані на автобани. Система, що розробляється, буде орієнтована на дослідження та моделювання потоків в межах міста.

Питання адаптивної системи полягає в тому, що система має бути приближеною до ідеальної з не ідеальними факторами. Але питання конструктивного моделювання полягає майже в протилежному: ми конструємо систему, яка може бути реалізована в принципі. Деякі з умов ігноруються, що робить систему з ідеальними факторами, або «ідеальною» і таким чином, орієнтуючись на ідеальні умови та реалізацію, ми отримуємо дані, які мають сильніший вплив на реальність, аніж класичне моделювання з орієнтацією на результат. Після того як система стала «ідеальною», її дослідження може привести до спостережень, на які варто звернути увагу. Або ж, ми можемо отримати, наприклад, модель, яка в даній дорожній мережі, з даними дорожніми умовами, з даною кількістю транспортних засобів, буде найоптимальнішим варіантом. І тоді концептуальна модель, що розробляється, може бути покращена і бути ближчою до ідеальної реалістичної моделі. В цьому і полягає завдання конструктивного моделювання. В цьому і є різниця між переглянутими аналогами та програмним продуктом що розроблюється. Дане програмне забезпечення повинно виконувати наступні функції:

- виконувати рух автомобільних потоків згідно з правилами дорожнього руху та роботою світлофорів;
- виконувати часові заміри загального виконання алгоритму;
- надавати розробнику можливість регулювання терміну дій обраного світлофора;
- відображати результати роботи алгоритмів у вигляді беззупиної системи автомобільних потоків.

1.8 Призначення та область застосування

Сфера використання даної роботи – дослідницькі центри, університети, тощо. Область застосування – розробка оптимізаційних рішень для таких задач, які використовують транспортні алгоритми: автомобілі, , не автомобільні системи, контроль безпілотних машин, вирішення складних інженерних задач, а також сфера розробок AutoAL, одним з прикладів є TPOT – пакет для бібліотеки Scikit-learn, який

оптимізує пайплайни машинного навчання, використовуючи транспортний алгоритм.

Функціональне призначення розробленого інструментарію – виконання конструктивного моделювання взаємопов'язаних автомобільних потоків, виміри часової ефективності, відображення результатів роботи транспортної системи.

Експлуатаційне призначення – надання можливості тестувати роботу розроблених алгоритмів та отримувати значення часової ефективності алгоритмів із конструктивним моделюванням.

Висновки до розділу 1.

Жодна із даних моделей не враховує людинний фактор водіїв, а тільки рух пішоходів та регулюючі сигнали світлофору, а також в них відсутні можливості для здійснення обгону транспортних засобів. Без врахування наведених вище умов моделі не є достатньо детальними, щоб моделювати транспортний рух максимально точно до реальних умов, та не задовольняють сучасні вимоги моделювання транспортного руху.

Також необхідно створити програмне забезпечення для проведення досліджень.

2 ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕФЕКТИВНОСТІ АЛГОРИТМІВ КОНСТРУКТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ПОТОКІВ

Серед розглянутих вище методів для імітації транспортного руху найбільш широко застосованими є модель Відемана, яка використовується у найпопулярніших програмних засобах для моделювання тривимірного транспортного руху, таких як PTV VISSIM, та моделі на основі клітинних автоматів. Також широке застосування на практиці має модель для зміни смуги руху Спарман та її модифікація Тейс. Проте жодна із даних моделей не враховує вплив на транспортний рух таких факторів як погодні умови, час доби, рух пішоходів та регулюючі сигнали світлофору, а також в них відсутні можливості для здійснення обгону транспортних засобів. Без врахування наведених вище умов моделі не є достатньо детальними, щоб моделювати транспортний рух максимально точно до реальних умов, та не задовольняють сучасні вимоги моделювання транспортного руху.

Детальний опис алгоритму імітації тривимірного транспортного руху, що оснований на моделі Відемана та Спармана, наведено нижче.

На початку алгоритму для i -го автомобіля визначається прискорення a_i , де $a_i \in [a_{min} \dots a_{max}]$.

Для зручності опису алгоритму введемо наступні позначення:

v_i – швидкість i -го автомобіля;

s_j – максимальна допустима швидкість на j -тій ділянці дороги;

d – маркер часу доби: якщо 0 – день, 1 – ніч;

w – стан погоди: 0 – сонячна погода, 1 – дощова погода, 2 – сніжна погода;

p – задана імовірність;

k – коефіцієнт збільшення часу реакції водія;

g – коефіцієнт збільшення часу гальмування;

$\xi(t)$ – випадкова величина, розподілена рівномірно, де $\xi(t) \in [0, 1)$.

Алгоритм імітації тривимірного транспортного руху представлений наступними кроками:

Крок 1. Визначаємо чи є попереду водія транспортний засіб.

Крок 1.1. Якщо попереду знаходиться транспортний засіб і виконується умова $\xi(t) < p$, то виконуємо обгін транспортного засобу та переходимо до кроку 2.

Крок 1.2. Якщо $\xi(t) > p$, зменшуємо швидкість транспортного засобу, щоб уникнути зіткнення.

Крок 2. Якщо транспортний засіб знаходиться у зоні дії світлофору, то переходимо до наступного кроку 2.1. В іншому випадку переходимо на крок 3.

Крок 2.1. Якщо сигнал світлофору забороняє рух, зменшуємо швидкість до повної зупинки авто. При сигналі, який дозволяє рух, переходимо до кроку 2.3.

Крок 2.2. Чекаємо на зміну регулюючого сигналу, який дозволить продовжити рух.

Крок 2.3. Коли сигнал дозволяє рух, продовжуємо рух та збільшуємо швидкість.

Крок 3. Визначаємо наявність пішохідного переходу попереду транспортного засобу.

Крок 3.1. Якщо попереду знаходиться пішохідний перехід та є необхідність надати перевагу для пішоходів, то зупиняємо транспортний засіб.

Крок 3.2. Після завершення маневру продовжуємо рух.

Крок 4. Корегуємо швидкість транспортного засобу.

Крок 4.1. Якщо $v_i > v_{max}$, то корегуємо швидкість наступним чином

$$v_i = v_{max}.$$

Крок 4.2. Якщо $\xi(t) < p$ і поточна швидкість не перевищує обмеження швидкості на даній ділянці транспортної системи $v_i < s_j$, то збільшуємо швидкість автомобіля на одиницю та переходимо до кроку 5.

Крок 4.3. Якщо $\xi(t) < p$, зменшуємо швидкість транспортного засобу на одиницю.

Структурну схему алгоритму імітації тривимірного транспортного руху наведено на рисунку А.1.

2.1 Критерії оцінки якості параметрів дорожнього руху

Кожна функціональна система задля визначення ефективності її реалізації та відповідності поставленим цілям має піддаватися оцінці. Критерій – це ознака, на основі якої здійснюється оцінка.

Критерій середньої довжини черги:

$$L_c = \frac{\sum_{i=0}^n L_i}{n}, \quad (2.14)$$

де L_i – довжина черги на i -тій ділянці транспортної мережі;

n – кількість дорожніх ділянок.

Проте в реальних умовах даний критерій не дає якісної оцінки транспортної мережі, так як одна ділянка транспортної мережі може бути перевантажена, а інша вільна, що в результаті дасть хорошу оцінку критерію.

Критерій максимальної довжини черги:

$$L_{max} = \{L_0 \dots L_i\}. \quad (2.15)$$

Даний критерій дає більш якісну оцінку завантаженості транспортної мережі у порівнянні із критерієм середньої довжини, тому він був обраний для оцінки ефективності розробленого алгоритму.

2.2 Верифікація алгоритму

Для дослідження ефективності розробленого алгоритму було проведено моделювання Т-подібного перехрестя.

Для моделювання транспортного руху на обраній ділянці транспортної мережі були використанні наступні параметри:

l – кількість смуг руху у одному напрямку;

d – затримка між додаванням автомобілів (с);

c – кількість машин;

t – тривалість довжини фази зеленого світла (с);

L_{max} – максимальна довжина черги, вихідний параметр.

Було проведено експерименти із різними значеннями наведених вище параметрів та визначено вплив кожного параметру на максимальну довжину черги. Результати проведених експериментів наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати проведених експериментів

№ експерименту	l	d	c	t	L_{max}
1	1	2 с	10	3 с	3
2	1	2 с	15	3 с	4
3	1	2 с	20	3 с	7
4	2	2 с	10	3 с	0
5	2	2 с	15	3 с	2
6	2	2 с	20	3 с	3
7	2	2 с	30	1 с	5
8	2	2 с	30	1.5 с	3
9	2	2 с	30	2 с	1
10	2	2 с	30	2.5 с	3
11	1	1 с	20	2 с	10
12	1	1.5 с	20	2 с	8
13	1	2.5 с	25	2 с	5
14	1	3 с	25	2 с	2
15	2	1 с	20	2 с	6
16	2	1.5 с	20	2 с	4
17	2	2.5 с	25	2 с	2
18	2	3 с	25	2 с	0

Проаналізувавши результати експериментів, наведених у таблиці 2.1, можна відслідкувати чітку залежність довжини черги від параметрів транспортної мережі. Графік залежності середньої довжини черги від кількості транспортних засобів представлено на рисунку А.2. Залежність середньої довжини черги від тривалості фази зеленого світла зображено на рисунку А.3. Із проведених досліджень було виявлено залежність максимальної довжини черги від інтенсивності надходження транспортних засобів (рисунок А.4) та від тривалості довжини фази світлофору, що представлено у вигляді графіку залежності на рисунку А.5. На отриманих графіках можна чітко прослідкувати залежність довжини черги, яка утворюється на проїжджій частині, від різних параметрів та факторів впливу. Виходячи із отриманих результатів можна зробити висновок про те, що система адекватно реагує на зміну вхідних параметрів.

Висновки до розділу 2

Основною задачею системи моделювання тривимірнього транспортного руху є виявлення та вирішення транспортних проблем. У рамках даного розділу було розглянуто імітаційну модель системи та обґрунтовано використання імітаційної моделі для моделювання транспортного руху. Вона надає можливість представити моделюючу систему у більш наочному та зрозумілому вигляді, ніж це можна було б зробити за допомогою математичної моделі. Також у розділі розглянуто існуючі імітаційні моделі для симуляції дорожнього руху. Розроблено алгоритм імітації руху транспортного засобу, який базується на моделі слідування за транспортним засобом, що вперше була сформульована Вайдеманном, та на імовірнісній моделі зміни смуги руху Спармана. Даний алгоритм деталізує модель імітації руху транспортного засобу та дає змогу враховувати такі параметри, як регулюючі сигнали світлофору, погодні умови, час доби, обмеження швидкості, взаємодію із пішоходами та іншими транспортними засобами. Також у розробленому алгоритмі було вдосконалено модель зміни смуги руху з метою надання автомобілям можливості здійснювати обгін передуючих транспортних засобів та змінювати смуги руху, враховуючи при цьому дії інших транспортних засобів, які знаходяться поблизу.

Проведено результати досліджень та зроблено висновки щодо ефективності

використання даної системи при плануванні транспортних мереж. Експерименти з системою проводилися при різному налаштуванні початкових даних, а саме: кількості смуг руху у одному напрямку, затримки між додаванням автомобілів, кількості машин, тривалостей довжини фази зеленого світла, максимальної довжини черги. На їх основі зроблено висновок про доцільність застосування даної системи як інструменту моделювання транспортного руху, який може мати широке практичне застосування та дозволить покращити процеси проектування транспортної мережі.

3 ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРОБКА ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОПОВ'ЯЗАНИХ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ

3.1 Зовнішнє проектування

3.1.1 Вхідні дані

Вхідними даними даної системи є:

- кількість автомобілів що буде присутня на карті постійно;
- кількість пріоритетних автомобілів;
- кількість аварійних автомобілів;

Вхідні параметри мають пройти валідацію.

3.1.2 Вихідні дані

Вихідними даними програмного застосунку є відображення системи автомобільних потоків в режимі реального часу та повідомлення системи.

Повідомлення містять наступну інформацію:

- загальний час витрачений на роботу системи;
- час витрачений на однієї машини;
- часові змінення роботи світлофорів, що були змінені для адаптивності системи.

3.2 Внутрішнє проектування

3.2.1 Засоби розробки

Для розробки програмного забезпечення було обрано інструмент для створення тривимірних ігор та додатків Unity3D [19], тому що він є безкоштовним для використання у некомерційних цілях та підтримує найбільш популярні операційні системи, такі як macOS, Windows, Linux, iOS, Android. Він простий у використанні, так як має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

Мовою програмування було обрано C#, так як нові версії Unity3D підтримують тільки дану мову. C# є об'єктно-орієнтованою мовою програмування із строгою типізацією та підтримкою багатопоточності.

Для створення моделей доріг та транспортних засобів було обрано пакет для створення тривимірної графіки Blender [20], тому що він є безкоштовним, має великий функціонал для роботи із 3D графікою та сумісний із Unity3D.

Середою розробки було обрано IDE Visual Studio, яка розробляється компанією Microsoft, оскільки вона є найбільш популярним засобом для розробки на мові C# та підтримує останні версії даної мови, які мають багато покращень та новий функціонал. У Visual Studio вбудований IntelliSense, що допомагає розробляти програмні продукти швидше, а також має інтегровану роботу із системами контролю версій, що допомагає економити час, так як все можна робити в межах одного середовища. Visual Studio має чудову сумісність із проектами Unity3D та підтримує режим налагодження коду, що є зручним при знаходженні та вирішенні помилок, які трапляються під час виконання програми.

Системою контролю версій обрано Git. Він дозволяє керувати всіма змінами у проекті та є швидким у використанні як локально, так і онлайн. Всі зміни проекту є логічно згрупованими. Завдяки Git можна тримати у репозиторії декілька гілок із різними версіями проекту, для прикладу одну із робочою версією, а іншу із версією у процесі розробки. Також завжди є можливість повернутися до будь-яких змін, зроблених раніше.

3.2.2 Архітектура програмного забезпечення

3.2.2.1 Структура компонентів програмного забезпечення

Система моделювання тривимірного транспортного руху складається із двох підсистем. Підсистема транспортного руху, ядром логіки якої є клас TrafficSystem, друга – пішохідна підсистема, основою якої є клас PedestrianSystem. Підсистема TrafficSystem дає можливість побудувати транспортну систему, зв'язати необхідні

вузли транспортної мережі, створити транспортні засоби та керувати ними, змінювати погодні умови та час доби.

Взаємодія між даними системами відбувається за допомогою тригерів, які мають реалізовані методи `OnTriggerEnter`, `OnTriggerStay`, `OnTriggerExit` та викликаються відповідно при потраплянні, перебуванні і покиданні об'єктом моделювання зони дії певної підсистеми, а також із використанням вбудованої у Unity 3D системи `Entity Component`, що дає змогу отримати доступ до будь-якого компоненту моделюючої системи.

Даний програмний продукт розроблений із збереженням принципу модульності, що дає змогу використовувати потрібну підсистему тільки при необхідності.

3.2.2.2 Структура класів програмного забезпечення

Ядром логіки системи моделювання тривимірного транспортного руху є клас `CarController`. Даний клас відповідає за взаємодію між вузлами транспортної системи, управління ними. Також у ньому реалізовано встановлення параметрів моделюючої системи, таких як максимальна швидкість, кількість транспортних засобів, час доби (день, ніч). Він є контейнером для вузлів, перехресть та ділянок із рухом по колу. Метод `Update` викликається щонайменше 60 разів в секунду, що дає змогу відображати транспортний рух максимально точно до реальних умов.

Клас `CameraController` є уособлює клас що дозволяє керувати камерою в режимі польоту. Або на вибір, камера прив'язується до випадкової машини.

Додаванням, контролем, та видаленням автомобілів на сцені займається клас `CarUpdater`.

`MoveController` відповідає на надання, або відбирання у певної машини права на рух. Це пов'язано саме з безпосередньою взаємодією між машинами (зіткненням)

3.2.3 Специфікація функцій

Усі класи, функції яких представлені у таблиці 3.1, наслідують базовий клас `Unity – MonoBehaviour` [21]. `MonoBehaviour` реалізує метод `Start`, який використовується для ініціалізації початкових параметрів та об'єктів системи, та

метод Update, який викликається 60 разів в секунду та використовується для контролю параметрів, оновлення інформації у системі, керування транспортними засобами, світлофорами та пішоходами транспортної системи.

У таблиці 3.1 даного розділу наведено специфікацію основних функцій системи моделювання тривимірного транспортного руху.

Таблиця 3.1 – Специфікація функцій системи моделювання тривимірного транспортного руху

Клас	Назва методу	Вхідні параметри	Опис методу
CarController	Start	—	Встановлює початкові параметри
	FixedUpdate	—	виконує рух автомобіля якщо всі вимоги були виконані(немає зіткнень, зелене світло)
	Turn	—	відповідає за перемикання світлофорів
	Move		відповідає за рух автомобіля
CameraController	FixedUpdate		відповідає за рух камери за рахунок керування клавіатурою

– Продовження таблиці 3.1

Клас	Назва методу	Вхідні параметри	Опис методу
CarUpdater	Update	–	Керує додаванням, видаленням, контролює кількість машин(не більше 100) на сцені
MoveController	OnCollisionEnter	-	Встановлює відповідну фазу світлофору та при необхідності вмикає додаткову стрілку світлофору

3.3.2 Можливості дослідження часу

Для виконання операцій пов'язаних із вимірами виконаного часу в межах певного коду було обрано класи типу Stopwatch. Даний клас має набір методів та властивостей для виконання точних вимірів витраченого на виконання часу.

Для того аби виконати виміри часу за певний проміжок часу необхідно створити об'єкт класу Stopwatch, для початку вимірювання часу необхідно скористатись методом Start(), а для зупинки – методом Stop(). Для того аби отримати значення того, скільки часу було затрачено на виконання необхідно звернутись до властивості Elapsed даного об'єкта. Для того аби виконати скидання часу, яке було отримано в межах певного інтервалу, не потрібно створювати новий об'єкт даного типу, необхідно лише викликати метод Restart().

Для того аби отримати інформацію про точність і розподільну здатність реалізації часу необхідно отримати значення з властивостей IsHighResolution та Frequency. IsHighResolution – це властивість, яка вказує на те, чи буде застосовуватись лічильник високої розподільної здатності для вимірювання витраченого часу. Frequency – дана властивість відображає частоту лічильника у вигляді кількості тактів за секунду.

Щоб отримати значення загального витраченого часу необхідно звернутись до властивостей сімейства Elapsed:

- Elapsed – представляє собою об’єкт типу TimeSpan, який може представити вимірний час в днях, годинах, секундах чи долях секунд;
- ElapsedMilliseconds – значення витраченого часу представлене в мілісекундах; дана властивість має тип long;
- ElapsedTicks – значення витраченого часу представлене в тактах таймеру;

Отже, для того аби виконати вимір витраченого часу на певному проміжку використовуємо наступну структуру побудови методу:

```
public void SomeMethod()
{
    stopwatch.Start();

    // Текст методу, час роботи якого
    // необхідно виміряти

    stopwatch.Stop();
    long ticks = stopwatch.ElapsedTicks;
    long milliseconds = stopwatch.ElapsedMilliseconds;
}
```

3.3.3 Зменшення впливу кешу

Так як заміри часу роботи алгоритму проводяться багаторазово для одних і тих конфігурацій необхідно враховувати вплив кешу центрального процесору.

Пам’ять кешу – це високошвидкісна пам’ять, яка є частиною центрального процесору. Дана пам’ять надає можливість пришвидшити доступ до оперативної пам’яті шляхом збереження даних, які часто використовуються, в пам’яті кешу.

Багаторазове виконання одного і того самого функціоналу може призвести до такого випадку, коли часові показники отримані під час проведення перших виконань будуть нижчими ніж часові показники подальших виконань.

На сьогоднішній день, у зв’язку з використанням більш складної будови операційних систем, не має простого рішення з очистки кешу. Таким чином було застосовано примітивний спосіб «засмічення» кешу. Нижче наведено фрагмент

такого «засмічення» написаного на мові C#.

```
private void AddGarbage()
{
    var random = new Random();
    for(long i = 0; i < 1000000000; i++)
    {
        random.Next();
    }
}
```

4 ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУЮВАННЯ ВЗАЄМОПОВ'ЯЗАНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПОТОКІВ

4.1 Визначення понять

Перш ніж почати дослідження конструктивної моделі потрібно встановити властивості які ми будемо досліджувати, та за якими будемо оцінювати ефективність роботи. Оскільки дослідження буде проводитись на певному перехресті, найкращим показником буде порівнювати за скільки світлофорних ротацій машини будуть проходити це перехрестя та середній час затримки на світлофорі.

Особливу увагу необхідно приділити не часу затримки на перехресті, а кількості ротацій світлофорів за сей час. Під ротацією розуміється час за який один із світлофорів зміниться з зеленого знову на зелений. Адже в на світлофорах рідко буває таке, що час ротації кожного світлофора однаковий(особливо це помітно на перехресті односмугових та двосмугових доріг, тоді в середньому на двосмугових десь 60 секунд зеленого світла, а на односмугових 30). І лише потім треба порівняти час затримки на світлофорі.

В першу чергу необхідно відмітити той факт, що створення та апробація результатів роботи хоча б однієї транспортної мережі потребує великого обсягу дослідницької роботи, тому в якості моделі була обрана модель Відемана.

Порівнюватись результати роботи системи побудованої на моделі Відемана будуть, в рамках тієї ж дорожньої розв'язки, з результатами системи побудованої на моделі слідування за лідером.

В ході дослідження також була помічена суттєва різниця аварійних ситуацій, тому було вирішено порівняти також кількість аварійних ситуацій в рамках обраного перехрестя, а також в рамках міста в цілому.

4.2. Опис вибраної дорожньої системи.

Обрана дорожня система є дорожньою системою в місті Рейк'явік, Ісландія. Це місто, а точніше південно-західний район міста, було обрано за наявність дуже великого різноманіття дорожніх розв'язок: від однолінійних хрестових, «Т»-подібних, кільцевих, тупикових, до таких же дво-, або навіть трилінійних, але самим цікавим є перехрестя дво- та три лінійних доріг.



Рисунок 4.1 – знімок обраного району, зроблений за допомогою спутника “Google”

Система, що розроблюється, була створена за допомогою середовища для розробки програм Unity 2019. Завдяки цій програмі, була перенесена карта місцевості туди та був створений 4-звязковий список, або граф, який відповідає за пов’язування системи проїзду. Іншими словами, кожен елемент цього графу – є точкою, куди може добиратись водій. Таким чином, завдяки цим точкам, як можна побачити нижче, граф нараховує 461 елемент.

4.3 Опис апаратного середовища на якому проводяться експерименти.

Для проведення експериментів використовується наступна конфігурація апаратного середовища:

- процесор Intel Zeon 3-3300;
- 16 Гб оперативної пам’яті типу DDR3.
- накопичувач типу SSD 240 GB

Програмне середовище представлене наступним чином:

- операційна система Windows 10 версії 1903;
- .Net Framework;
- MSBuild 16.0;

– Unity 2019.3.3f1.



Рисунок 4.2 – візуальний вигляд дорожнього графу на фоні карти

4.4 Спеціалізація, інтерпретація, конкретизація конструктора, що розроблюється

4.4.1. Спеціалізація конструктора алгоритмів моделювання потоків

Для того щоб визначити графічний конструктор алгоритмів моделювання потоків транспорту, виконаємо спеціалізацію

$$C = \langle M, \Sigma, \Lambda \rangle \xrightarrow{s} C_{TPDL} = \langle M_{TPDL}, \Sigma_{TPDL}, \Lambda_{TPDL} \rangle,$$

де $\Lambda_{PDL} = \Lambda \cup \Lambda_5 \cup \Lambda_6$, $\Lambda_5 = \{M_{TPDL} \supset T \cup N, T = T_1, N = N_1, \Xi = \{+, \sim, /, (,)\}, \Phi = \emptyset\}$.

Для інтерпретації структури C_{PDL} визначимо базову алгоритмічну структуру

$$C_{TPDL} = \langle M_{A,TPDL}, V_{A,TPDL}, \Sigma_{A,TPDL}, \Lambda_{A,TPDL} \rangle,$$

де $M_{A,TPDL} \supset T_1 \cup N_1$, $V_{A,TPDL} = \left\{ A_1^0 \left| \begin{smallmatrix} A_i \cdot A_i \\ A_i, A_i \end{smallmatrix} \right., A_2^0 \left| \begin{smallmatrix} :A_i \\ Z_1, Z_2, A_i \end{smallmatrix} \right. \right\}$, $\Sigma_{A,TPDL} = \Sigma_{A,MS}$;

$$\Lambda_{A,TPDL} = \Lambda_{A,MS}.$$

БАС визначає множину сконструйованих алгоритмів

$$\left\{ A_k \left| \begin{smallmatrix} \epsilon(\Delta l_i \otimes_{k-2} \Delta l_j) \\ \Delta l_i, \Delta l_j \end{smallmatrix} \right., k = 3 \dots 5, A_k \left| \begin{smallmatrix} b, e\epsilon(\Delta l_i \otimes_{k-5} \Delta l_j) \\ \Delta l_i, \Delta l_j \end{smallmatrix} \right., k = 6 \dots 8, A_9 \left| \begin{smallmatrix} n \\ c_f \end{smallmatrix} \right., A_{10} \left| \begin{smallmatrix} t_s \\ t_{c_n} \end{smallmatrix} \right., A_{11} \left| \begin{smallmatrix} v_{c_{q-1}} \\ v_{c_q} \end{smallmatrix} \right., A_{12} \left| \begin{smallmatrix} v_{max}, T_{col}, \alpha, \beta \\ v_{c_q} \end{smallmatrix} \right. \right\} \subset \Omega(C_{A,PDL}).$$

Тут \otimes_k – одна з операцій зв'язування із списку $[+, \sim, /]$, n – кількість автомобілів, c_q – створений автомобіль з індексом $f(f=0 \dots n)$, t_s – час ротації світлофорів, t_{c_f} – час затримки машини c_q на світлофорі, v_{c_q} – швидкість автомобіля, v_{max} – максимально припустима швидкість, T_{col} – час зіткнення з машиною попереду, α – пришвидшення, β – гальмування

$A_1^0 \left| \begin{smallmatrix} A_i \cdot A_i \\ A_i, A_i \end{smallmatrix} \right., A_2^0 \left| \begin{smallmatrix} :A_i \\ Z_1, Z_2, A_i \end{smallmatrix} \right.$ 0 такі ж, як і в мультисимвольних алгоритмічних структурах. Тепер розберемося, як специфікуються алгоритми $A_3 \dots A_{11}$.

- A_3, \dots, A_5 – алгоритми формування нової траєкторії руху автомобіля:
 - A_3 – алгоритм формування та відображення нової графічної конструкції таким чином, щоб хвостова точка конструкції Δl_j поєдналася з головною точкою Δl_i ;
 - A_4 – міняє місцями головну та хвостову точки Δl_i ;

- A_5 - відображає Δl_j без прив'язки до Δl_i (в новому місці);
- A_6, \dots, A_8 - визначають значення атрибутів b_i і e_i (значення точок до яких треба переміщатись) сформованої конструкції $\Delta l_i \otimes \Delta l_j$ при виконанні відповідних операцій пов'язування алгоритмами A_3, \dots, A_5 .
- A_9 забезпечує множинність всіх автомобілів в рамках всього міста.
- A_{10} відповідає за правила дорожнього руху, коректну взаємодію з світлофорами, а також рахує час затримки на світлофорі.
- A_{11} відповідає за систему транспортної взаємодії згідно з моделлю «Слідкування за лідером».
- A_{12} відповідає за систему транспортної взаємодії згідно з моделлю Відемана.

4.4.2. Інтерпретація конструктора моделювання транспортних потоків

Інтерпретація має вигляд

$$\begin{aligned} \langle \langle {}_S C_{TPDL} = \langle M_{TPDL}, \sum_{TPDL} \Lambda_{TPDL} \rangle, C_{A,TPDL} \rangle \\ = \langle M_{A,TPDL}, V_{A,TPDL}, \sum_{A,TPDL} \Lambda_{A,TPDL} \rangle \rangle \quad I \mapsto {}_{S,I,C_{A,TPDL}} C_{TPDL} \end{aligned}$$

$$I \mapsto {}_{S,I,C_{A,TPDL}} C_{TPDL} = \langle M_{TPDL}, \Sigma_{TPDL}, \bar{\Lambda}_{A,TPDL} \rangle$$

$$\text{де } \bar{\Lambda}_{A,TPDL} = \Lambda_{PDL} \cap A_7, A_7 = \{(\bar{A}_3 \leftarrow +), (\bar{A}_4 \leftarrow \sim), (\bar{A}_5 \leftarrow /),$$

$$A_9 \left| \begin{smallmatrix} n \\ f_{c_q} \end{smallmatrix} \right., A_{10} \left| \begin{smallmatrix} t_s \\ f_{t_{c_q}} \end{smallmatrix} \right., \Psi, A_{11} \left| \begin{smallmatrix} v_{c_{q-1}} \\ v_{c_q} \end{smallmatrix} \right., A_{12} \left| \begin{smallmatrix} v_{max}, T_{col}, \alpha, \beta \\ v_{c_q} \end{smallmatrix} \right. \}, \tilde{A}_i = A_i \left| \begin{smallmatrix} \Delta l_i \otimes \Delta l_j \\ \Delta l_i, \Delta l_j \end{smallmatrix} \right.$$

$$A_{i+3} \left| \begin{smallmatrix} (b, e) \leftarrow (\Delta l_i \otimes \Delta l_j) \\ \Delta l_i, \Delta l_j \end{smallmatrix} \right.$$

4.4.3. Конкретизація конструктора моделювання транспортних потоків

$${}_{S,I,C_{A,TPDL}} C_{TPDL} \quad K \mapsto {}_{S,I,C_{A,TPDL}} C_{TPDL} = \langle M_{TPDL}, \Sigma_{TPDL}, \Lambda_{KTPDL} \rangle,$$

$$\text{де } \Lambda_{KTPDL} = \Lambda_{TPDL} \cup \{T = \{t_i, b_i, e_i\}, N = \{\beta_i, b_i, e_i\}\}$$

Тут термінали є елементарними зображеннями з головною(b_i) та хвостовою точками(e_i), а нетермінали складовими зображеннями з головною(b_i) та хвостовою(e_i) точками. Правила продукцій задані в вигляді $\Psi_r: \langle s_r, \varepsilon \rangle \in \Psi$.

4.5 Проведення експерименту

Для проведення експериментів було застосовано розроблене програмне забезпечення, в якому задаються параметри: тип функції, параметри функції, швидкість автомобілів, час на одну ротацію.

Також під час проведення результатів використовуються засоби моніторингу таких ресурсів як оперативна пам'ять та ресурси центрального процесору на певних етапах виконання алгоритму. Дані засоби надаються середовище розробки та від налагодження у Visual Studio 2019, та у Unity 2019.3.3f1.

Для проведення замірів часу використовується об'єкт класу Stopwatch платформи C# – даний об'єкт дозволяє відобразити виміряний час як в мілісекундах так і в тіках. Детальну інформацію про даний клас було наведено в розділі 3.3.2.

4.5.1 Проведення експерименту на моделі «Слідкування за лідером»

Вхідні параметри експерименту:

- 1) Кількість знаків після коми: 2
- 2) Обмеження швидкості автомобілів: 40;
- 3) Кількість автомобілів: 20;
- 4) Час ротації: 30.

Результати проведених експериментів наведено в таблиці 4.1.

Підрахуємо середній результат, отриманий при використанні моделі «Слідкування за лідером» при обраних вхідних параметрах:

Середній час затримки на світлофорі становить 12,561.

Аварійних ситуацій не спостерігається.

Таблиця 4.1 – результати тестування моделі «Слідкування за лідером» з 20 машинами

Транспортна модель		Модель «Слідкування за лідером»	
Номер автомобіля	Ротація	Час затримки на світлофорі	Аварійних ситуацій
1	1	1	1
2	1	8,12	-
3	1	8,41	-
4	1	8,83	-
5	1	9,32	-
6	1	9,98	-
7	1	10,37	-
8	1	10,88	-
9	1	11,44	-
10	1	12,11	-
11	1	12,42	-
12	1	12,76	-
13	1	13,24	-
14	1	13,73	-
15	1	14,26	-
16	1	14,67	-
17	1	14,8	-
18	1	19,3	-
19	1	19,57	-
20	1	19,87	-

Проведемо дослідження на тій же моделі, але вже з 40 автомобілями(інші дані залишаються такими ж).

Таблиця 4.2 – результати тестування моделі «Слідкування за лідером» з 40 машинами

Транспортна модель		Модель «Слідкування за лідером»	
Номер автомобіля	Ротація	Час затримки на світлофорі	Аварійних ситуацій
1	1	7,87	-
2	1	8,01	-
3	1	8,71	-
4	1	10,01	-
5	1	10,13	-
6	1	10,46	-
7	1	10,97	-
8	1	11,28	-
9	1	11,78	-
10	1	12,4	-
11	1	12,56	-
12	1	12, 89	-
13	1	13,24	-
14	1	13,68	-
15	1	14,26	-
16	1	14,72	-
17	1	15,12	-
18	1	15,3	-
19	1	21,89	-
20	1	22,22	-
21	1	22,41	-
22	1	22,73	-
23	1	23,21	-
24	1	23,41	-
25	1	23,74	-

Продовження таблиці 4.2

Транспортна модель		Модель «Слідкування за лідером»	
Номер автомобіля	Ротація	Час затримки на світлофорі	Аварійних ситуацій
26	1	23,96	-
27	1	24,4	-
28	1	24,95	-
29	1	25,42	-
30	1	25,71	-
31	1	26,23	-
32	1	26,55	-
33	1	26,88	-
34	1	27,43	-
35	1	27,87	-
36	1	28,54	-
37	1	28,87	-
38	1	29,23	-
39	1	29,67	-
40	2	36,2	-

Підрахуємо середній результат, отриманий при використанні моделі «Слідкування за лідером» при обраних вхідних параметрах:

Середній результат становить 21,13.

З аварійними ситуаціями інший випадок. Під час симуляції двічі відбувалась аварія, яка приводила до неможливого подальшого аналізу.

Проведемо експеримент с 60 автомобілями.

Таблиця 4.3 – результати тестування моделі «Слідкування за лідером» з 60 машинами

Транспортна модель	Модель «Слідкування за лідером»		
Номер автомобіля	Ротація	Час затримки на світлофорі	Аварійних ситуацій
1	1	8,18	-
2	1	8,33	-
3	1	8,8	-
4	1	9,21	-
5	1	9,53	-
6	1	10,65	-
7	1	11,1	-
8	1	11,36	-
9	1	11,82	-
10	1	12,45	-
11	1	12,69	-
12	1	13,67	-
13	1	13,74	-
14	1	14,22	-
15	1	14,57	-
16	1	14,91	-
17	1	15,29	-
18	1	15,42	-
19	1	22,02	-
20	1	22,41	-
21	1	22,7	-
22	1	22,98	-
23	1	23,43	-
24	1	23,7	-
25	1	24,02	-

Продовження таблиці 4.3

Транспортна модель		Модель «Слідкування за лідером»	
Номер автомобіля	Ротація	Час затримки на світлофорі	Аварійних ситуацій
26	1	24,19	-
27	1	24,51	-
28	1	24,86	-
29	1	25,43	-
30	1	25,71	-
31	1	26,33	-
32	1	26,59	-
33	1	27,11	-
34	1	27,49	-
35	1	27,9	-
36	1	28,44	-
37	1	28,97	-
38	1	29,33	-
39	1	29,47	-
40	1	29,7	-
41	2	38,2	-
42	2	38,46	-
43	2	38,71	-
44	2	39,27	-
45	2	39,72	-
46	2	40,29	-
47	2	40,97	-
48	2	41,33	-
49	2	41,51	-
50	2	41,76	-
51	2	42,03	-

Продовження таблиці 4.3

Транспортна модель		Модель «Слідкування за лідером»	
Номер автомобіля	Ротація	Час затримки на світлофорі	Аварійних ситуацій
52	2	42,4	-
53	2	43,88	-
54	2	44,2	-
55	2	44,62	-
56	2	44,98	-
57	2	49,7	-
58	2	50,31	-
59	2	50,47	-
60	2	50,68	-

Підрахуємо середній результат, отриманий при використанні моделі «Слідкування за лідером» при обраних вхідних параметрах:

Середній результат становить 27,445.

Аварійних ситуацій не спостерігається.

Тепер проведемо ідентичний експеримент вже з використанням моделі Відемана.

4.5.2 Проведення експерименту на моделі Відемана

Вхідні параметри експерименту:

- 1) Кількість знаків після коми: 2
- 2) Обмеження швидкості автомобілів: 40;
- 3) Кількість автомобілів: 20;
- 4) Час ротації: 30.

Таблиця 4.4 – результати тестування моделі Відемана з 20 машинами

Транспортна модель	Модель Відемана		
Номер автомобіля	Ротація	Час затримки на світлофорі	Аварійних ситуацій
1	1	7,95	-
2	1	8,22	-
3	1	8,43	-
4	1	8,2	-
5	1	8,81	-
6	1	9,53	-
7	1	9,97	-
8	1	10,78	-
9	1	10,93	-
10	1	12,15	-
11	1	12,49	-
12	1	13,36	-
13	1	13,69	-
14	1	13,87	-
15	1	14,3	-
16	1	14,61	-
17	1	14,72	-
18	1	18,81	-
19	1	19,1	-
20	1	19,49	-

Підрахуємо середній результат, отриманий при використанні моделі Відемана при обраних вхідних параметрах:

Середній результат становить 12,51

Аварійних ситуацій не спостерігається.

Як бачимо, різниці в показниках не велика. Проведемо тепер експеримент з 40 автомобілями.

Таблиця 4.5 – результати тестування моделі Відемана з 40 машинами

Транспортна модель	Модель Відемана		
Номер автомобіля	Ротація	Час затримки на світлофорі	Аварійних ситуацій
1	1	7,81	-
2	1	8,2	-
3	1	8,83	-
4	1	9,63	-
5	1	10,23	-
6	1	10,56	-
7	1	11,38	-
8	1	11,7	-
9	1	12,22	-
10	1	12,56	-
11	1	12,87	-
12	1	13,18	-
13	1	13,5	-
14	1	13,82	-
15	1	14,32	-
16	1	14,8	-
17	1	15,22	-
18	1	15,4	-
19	1	22,16	-
20	1	22,5	-
21	1	22,72	-
22	1	22,93	-
23	1	23,43	-
24	1	23,76	-
25	1	23,97	-
26	1	24,34	-

Продовження таблиці 4.5

Транспортна модель		Модель Відемана	
Номер автомобіля	Ротація	Час затримки на світлофорі	Аварійних ситуацій
27	1	24,65	-
28	1	24,92	-
29	1	25,22	-
30	1	25,8	-
31	1	26,33	-
32	1	26,61	-
33	1	26,92	-
34	1	27,51	-
35	1	27,85	-
36	1	28,64	-
37	1	28,94	-
38	1	29,41	-
39	1	29,77	-
40	2	35,93	-

Підрахуємо середній результат, отриманий при використанні моделі Відемана при обраних вхідних параметрах:

Середній результат становить 19,764

Аварійних ситуацій не спостерігається, на відміну від моделі «Слідкування за лідером».

Після отримання даних результатів вже можна побачити суттєву різницю між експериментами. Проведемо експеримент з 60 автомобілями.

Таблиця 4.6 – результати тестування моделі Відемана з 60 машинами

Транспортна модель	Модель Відемана		
	Ротація	Час затримки на світлофорі	Аварійних ситуацій
1	1	8,02	-
2	1	8,14	-
3	1	8,6	-
4	1	9,1	-
5	1	9,41	-
6	1	9,98	-
7	1	10,44	-
8	1	10,29	-
9	1	10,67	-
10	1	11,25	-
11	1	12,9	-
12	1	13,37	-
13	1	13,51	-
14	1	13,84	-
15	1	14,21	-
16	1	14,59	-
17	1	14,99	-
18	1	15,3	-
19	1	21,65	-
20	1	22,23	-
21	1	22,56	-
22	1	22,69	-
23	1	23,13	-
24	1	23,57	-
25	1	23,2	-
26	1	23,43	-

Продовження таблиці 4.6

Транспортна модель	Модель Відемана		
	Ротація	Час затримки на світлофорі	Аварійних ситуацій
27	1	23,7	-
28	1	23,92	-
29	1	24,13	-
30	1	24,29	-
31	1	24,87	-
32	1	25,1	-
33	1	25,43	-
34	1	25,66	-
35	1	26,01	-
36	1	26,39	-
37	1	26,88	-
38	1	27,17	-
39	1	27,49	-
40	1	27,81	-
41	1	28,26	-
42	1	28,62	-
43	1	29,11	-
44	1	29,94	-
45	2	37,22	-
46	2	37,61	-
47	2	38,92	-
48	2	39,49	-
49	2	39,91	-
50	2	40,72	-
51	2	41,14	-
52	2	41,67	-

Продовження таблиці 4.6

Транспортна модель	Модель Відемана		
	Ротація	Час затримки на світлофорі	Аварійних ситуацій
53	2	42,03	-
54	2	42,52	-
55	2	42,79	-
56	2	43,19	-
57	2	44,01	-
58	2	44,89	-
59	2	51,02	-
60	2	51,16	-

Підрахуємо середній результат, отриманий при використанні моделі Відемана при обраних вхідних параметрах:

Середній результат становить 25,736

Аварійних ситуацій не спостерігається.

Після дослідження, було встановлено, що використання конструктивної моделі Відемана, приводило до зменшеного часу затримки на перехресті, але тільки при навантаженні перехрестя. Чим більше кількість автомобілів, тим більш оптимальним варіантом стає модель Відемана. При мінімальній кількості автомобілів, різниця не суттєва. Проте, треба відмітити той факт, що при ідентичних експериментах, які відрізнялись лише алгоритмами моделей, були автомобілі-винятки із моделі «Слідкування за лідером», які проїжджали швидше, ніж їх аналоги в моделі Відемана. Кількість не суттєва(серед 120 машин в обох моделях, 7 приїхали швидше в моделі «Слідкування за лідером»), а тому на остаточний висновок майже не впливає.

Діаграму результаті досліджень можна побачити на рисунках 4.5.2.1, 4.5.2.2, 4.5.2.3

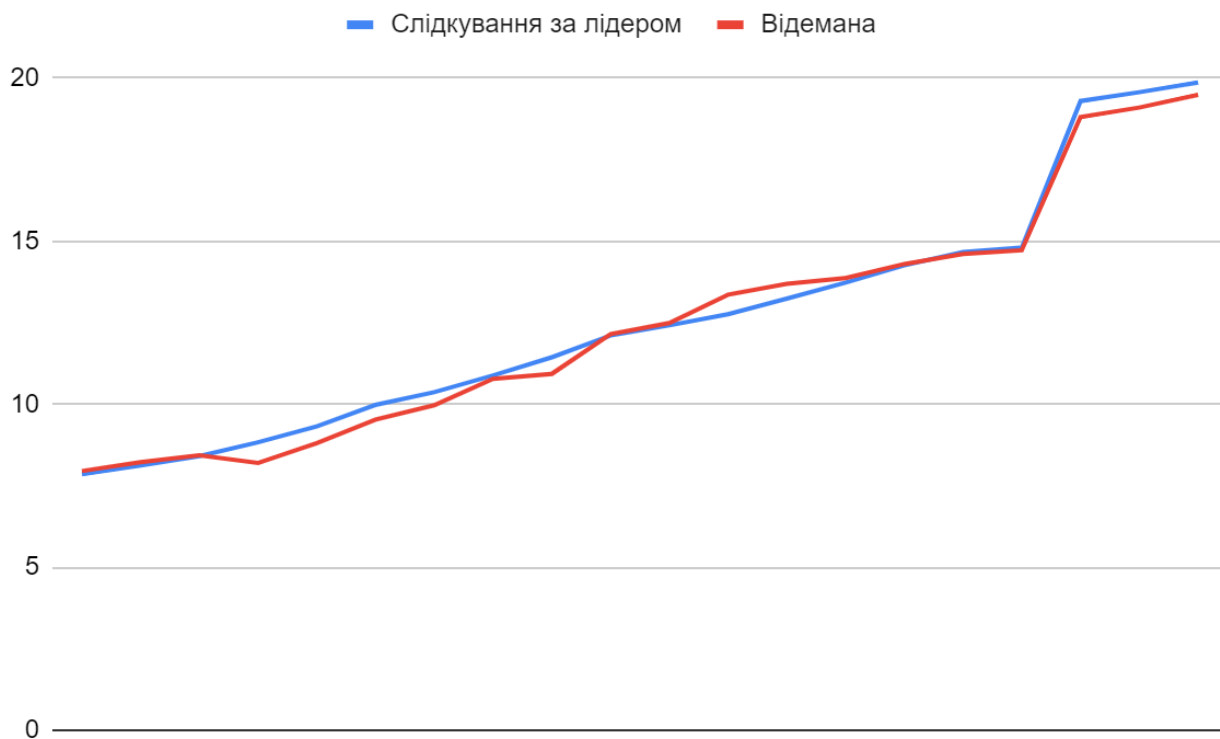


Рисунок 4.5.2.1 – порівняльна діаграма моделей з кількістю в 20 автомобілів



Рисунок 4.5.2.2 – порівняльна діаграма моделей з кількістю в 40 автомобілів



Рисунок 4.5.2.3 – порівняльна діаграма моделей з кількістю в 60 автомобілів

Як було помічено раніше, в рамках дослідження всього міста, є суттєва різниця між кількістю аварійних ситуацій у моделі «Слідкування за лідером» та моделі Відемана. Проведемо експеримент вже в рамках всього міста, щоб встановити точні дані. Оскільки система існує за принципом «якщо машина доїхала, нова машина поїде десь в межах міста», вона може робити теоретично вічно. А тому на обраний експеримент встановимо час, який буде дорівнювати 5 хвилинам.

Таблиця 4.6 – результати тестування кількості аварійних ситуацій

Тип моделі	«Слідкування за лідером»	Відемана
Кількість автомобілей в межах міста	Кількість аварійних ситуацій	
300	20	8
400	24	18
500	38	22

Після проведення експерименту було встановлено, що суттєва різниця між кількістю аварійних ситуацій існує на користь конструктивної моделі Відемана. Проте,

залежність встановити важко, оскільки з збільшенням кількості автомобілів, різниця між аварійними ситуаціями не обов'язково також зростає. Проте кількість зростає в обох випадках.

Висновки до розділу 4

В розділі розглянуто процес досліджень транспортних моделей, а саме моделей «Слідкування за лідером», та моделі Відемана, та результати які було отримано після проведення експериментів.

Отримані дані свідчать про наступні факти:

- розроблений конструктор підходить для формування певного числа описаних конструктивних процесів, в нашому випадку, рух автомобілів, що потім поєднується в потоки.
- є суттєва різниця між кількістю аварійних ситуацій в межах міста, та навіть були випадки в обраному перехресті. Це свідчить про потенційно безпечнішу модель Відемана, особливо з більшою кількістю автомобілів;
- використання моделі Відемана має відчутну різницю від моделі «Слідкування за лідером», якщо кількість автомобілів велика. При мінімальній кількості автомобілів, різниця є не суттєвою, тому, пропонується зробити систему, що може перемикатися між моделями, в залежності від ситуації;
- існують винятки, навіть попри встановлену ефективність конструктивної моделі Відемана, які рухались швидше із системою «слідкування за лідером», але їх кількість не суттєва.
- дану роботу можна використати для подальшого розвитку та вивчення транспортної мережі.
- конструктивний підхід дозволив екстраполювати конструктор для виведення та аналізу зображень. Саме за правилами конструктивізму, ми створили конструкції на базі тих конструкцій, що були створені раніше.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Для того аби кожна людина мала змогу працювати на належному рівні необхідно щоб робоче середовище відповідало певним нормам безпеки, а також щоб власне робітники дотримувались певних правил роботи. На сьогоднішній день це питання регулюється групою нормативно-правових актів з охорони праці (далі скорочено НПАОП) та державними санітарними правилами і нормами роботи (далі скорочено ДСанПіН).

Так як розробка програмного забезпечення, насамперед, пов'язана із роботою із комп'ютерною технікою необхідно розглянути відповідні ДСанПіН та НПАОП, які власне стосуються роботи із відповідною технікою в належних для цього приміщеннях

5.1 Вимоги безпеки при виконанні робіт на робочому місці

При створенні певного програмного забезпечення виникає безпосередня необхідність роботи із ЕОМ. При роботі з ЕОМ необхідно, щоб робоче місце відповідало наступному переліку вимог до НПАОП 0.00-4.12-05 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроям». [26]:

- робоче місце мають бути такими – що надають працівнику можливість вільно змінювати власне робоче положення та надають вільний простір для рухів.
- усі випромінювання від електронних пристроїв мають бути зведені до граничного допустимого рівня з боку безпеки та охорони здоров'я показників. Під випромінюванням також розуміється вплив шуму, вібрації, забруднювачів, а також температури;

- усі розташування робочих елементів мають бути ергономічними, відповідати антропологічним особливостям, а також психофізіологічним вимогам, а також характеру виконуваних робіт;
- освітлення робочого місця має забезпечувати відповідний контраст між екраном та навколишнім середовищем із відповідністю вимог до ДСанПІН 3.3.2.007-98 «Державні санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин». [27];
- мікроклімат виробничих приміщень з робочими місцями працівників з екранним пристроями має підтримуватись на постійному рівні та відповідати вимогами Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99 (далі скорочено ДСН 3.3.6.042-99) [28];
- розміри робочого столу чи поверхні мають бути достатнього розміру та мати поверхню, яка забезпечує низьку відбивну здатність, допускає гнучкість під час розміщення екрана, клавіатури, документів і відповідного устаткування;
- робоче крісло має бути стійким та дозволяти працівнику легко рухатись і займати зручне положення. Крісло також повинно мати можливість регулювати висоту та кут нахилу.

Для того аби робота з ЕОМ була безпечною необхідно дотримуватись мінімальних вимог безпеки під час роботи:

- кожного дня екранні пристрої мають бути очищеними від пилу та інших забруднень;
- після роботи пристрої необхідно відключити від електронної мережі;
- у разі виникнення аварійної ситуації необхідно негайно відключити екранний пристрій від електронної мережі;
- забороняється:

- виконувати технічне обслуговування, ремонт, налагодження електронних пристроїв безпосередньо на робочому місці під час роботи;
- відключати захисні пристрої, а також самочинно проводити зміни в конструкції, технічне налагодження;
- продовжувати роботу з пристроями, коли спостерігаються нетипові сигнали, нестабільні зображення, тощо.

Також, слід зауважити, що робота з екранним пристроями повинна відповідати наступним вимогам:

- усі випромінювання повинні бути зведеними до незначного рівня та не становити загрози життю людини;
- символи зображені на екранних пристроях мають бути чіткими та відповідного розміру. Також необхідно, щоб між символами і рядками була належна відстань;
- зображення мають бути стабільними, не миготіти також не повинно бути інших типів нестабільності;
- контрастність та яскравість повинні мати налаштування з боку працівника;
- при виборі екранних пристроїв необхідно надавати перевагу тим, які легко та вільно можуть змінювати кути нахилу та повертатись відповідно до потреби користувача;
- клавіатура, бажано, повинна бути окремою від екрану, щоб працівник міг обирати робочу позу;
- якщо висота, на якій знаходиться екранний пристрій, недостатня для комфортного користування, необхідно забезпечити працівника додатковою підставкою або регульованим столом;

- екран повинен мати матове покриття дисплею або ж таке, яке не відблискує та не відбиває світло;
- клавіатура не повинна відбивати світло, зображення на клавішах повинні бути чіткими та контрастними;
- слід контролювати кількість тепла, яке виділяється з устаткування аби не було надлишкового.

5.2 Шкідливі виробничі фактори на підприємстві

5.2.1 Мікроклімат на робочому місці

Для забезпечення належних умов роботи певного працівника необхідно щоб дотримувались певні норми мікроклімату.

Мікроклімат – це клімат внутрішнього середовища приміщення, який визначається наступними показниками:

- температура повітря;
- відносна вологість повітря;
- швидкість руху повітря;
- інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення;
- температура поверхні.

Наведені вище показники повинні відповідати до ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норм мікроклімату виробничих приміщень». [28]. Так, як робота програміста відноситься до легких робіт категорії Іа, Іб, наведемо відповідні показники мікроклімату згідно визначеної категорії:

- температура повітря в холодний період року може коливатись в межах від 21 до 24 градусів за Цельсієм, в теплий період року – 22 – 25 °С.
- відносна вологість повітря має коливатись в межах від 40 % до 60 % в теплий та холодний період року.
- швидкість руху повітря має бути від не більше 0.2 м/сек в холодний період та бути в межах від 0,1 до 0.3 м/сек.

- інтенсивність теплового опромінення не повинна перевищувати 35.0 Вт/м² при опроміненні 50% тіла. 70 Вт/м² – 25% тіла

5.2.2 Освітлення робочого місця

Така як зорова робота при роботі з екранними пристроями, зокрема текстом, відноситься до категорії середньої точності при якому контраст об'єктів та фон може бути встановленим користувачем, маємо, що за Державними будівельними нормами України (далі скорочено ДБН) В.2.5.-28:2018 «Природне і штучне освітлення» [29]:

- штучне освітлення при системі комбінованого освітлення всього може коливатись 750 – 400лк, в тому числі від загального – 200лк;
- при системі загального освітлення – від 200 до 300 лк;
- сукупність нормованих величин показника засліпленості і коефіцієнта пульсації: 40 та 10% відповідно;
- коефіцієнт природної освітленості (далі КПО) природного освітлення має бути в межах 1.5 – 4, а для суміщеного – 0.9 – 2.4.

5.2.3 Вплив шуму

Шум – це сукупність звуків різноманітної інтенсивності, що виникають в результаті роботи певних елементів, також шумом називають небажаний для людини звук. Необхідно підтримувати певний, допустимий рівень шуму, адже шум завдає як специфічної так і неспецифічної шкоди. Специфічна шкода виникає в тому випадку, коли присутній негативний вплив на органи слуху, в тому випадку, коли вплив на інші органи і системи – неспецифічний.

За [27] допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови, маємо, що для робочих приміщень і кабінетів науково-дослідних і проектно-конструкторських організацій цілодобового рівень шуму не повинен перевищувати 40 дБА.

5.3 Дії працівників в аварійних ситуаціях

5.3.1 Пожежна безпека

З точки зору пожежонебезпечності, приміщення, в яких проводяться дослідження часової ефективності та роботи із комп'ютером, можна віднести до малопожежонебезпечних, адже в приміщенні присутня документація, електрика – ті елементи, які можуть горіти без вибуху.

Також задля запобігання пожеж необхідно дотримуватись правил пожежної безпеки встановленими НАПАБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні» [30]:

З боку пожежної безпеки яка стосується приміщень, споруд, тощо, необхідно, щоб:

- на робочих територіях не створювались звалища з горючими речовинами;
- усі під'їзди та проходи до пожежного спорядження, пожежних драбин, евакуаційних виходів мають бути вільними, в належному стані та із освітленням;
- заборонено залишати авто чи інші об'єкти, які заважають наскрізним проїздам до будівлі;
- для куріння мають бути створені окремі ділянки;
- для приміщень мають бути створені та розміщені плани чи схеми евакуації на випадок пожежі.

Для засобів протипожежного захисту (далі СПЗ) мають бути виконані такі вимоги:

- усі СПЗ мають бути справними, та бути в готовому до виконанні роботи стані;
- пожежні гідранти та резервуари повинні бути справними і утримуватись таким чином, щоб пожежні автомобілі могли безперешкодно виконувати забір води;

- пожежні резервуари мають бути захищеними від замерзання води.

Порядок дій у разі пожежі

У разі виявлення ознак пожежі необхідно дотримуватись наступних правил:

- повідомити за телефоном 101 про пожежу;
- припинити роботу в приміщенні;
- якщо є можливість вжити заходів ліквідації вогню за допомогою вогнегасника;
- вжити заходи евакуації;
- якщо є керівник – повідомити його про пожежу;
- в разі необхідності вимкнути електроприлади та відключити електропостачання за винятком протипожежного захисту.

5.3.2 Загальні заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях

Згідно з Кодексом цивільного захисту України НАПАБ А.01.001-2014

«Правила пожежної безпеки в Україні» [31] система заходів для захисту працівників включає наступні пункти:

- розробка планів локалізації та ліквідації аварій з подальшим погодження з відповідною службою України з надзвичайних ситуацій;
- створення та оснащення певними системи, які забезпечують попередження аварійних ситуацій, а також системи для ліквідації аварійних ситуацій;
- на підприємствах передбачається створення планів реагування на надзвичайні ситуації;
- також необхідне створення основних заходів цивільного захисту України на рік;
- необхідне затвердження планів цивільного захисту функціональних і територіальних підсистем;

- повинен бути затверджений план проведення цільової мобілізації для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;

Нижче наведено приклад основних пунктів необхідних для виконання працівником у разі виникнення аварійної ситуації згідно з Інструкції для навчальних закладів України «Інструкція з охорони праці при роботі з комп'ютером, принтером, ксероксом та іншою оргтехнікою». [32]:

- у разі виникнення аварійної ситуації працівники повинні діяти тверезо та спокійно та слідувати вказівкам керівництва підприємства, осіб, відповідальних за цивільний захист, протипожежну безпеку, охорону праці, а також представників аварійно-рятувальних, та газорятувальних, пожежних, медичних підрозділів;
- необхідно припинити роботу;
- сповістити про аварію керівника та відповідальну особу;
- якщо можливо – приступити до ліквідації чи локалізації аварії можливим засобами аварії наявними засобами;
- у разі появи незвичного звуку, запаху паленого, відключення комп'ютера та оргтехніки, необхідно негайно припинити роботу і повідомити керівника;
- викликати інші аварійно-рятувальні служби;
- у разі виникнення аварійної ситуації через електропостачання необхідно від'єднати електричні прилади від мережі;
- у разі наявності потерпілого необхідно звільнити його від травмуючого фактору, звернутись до медпункту;
- якщо виявлено обрив електропроводів – не варто їх торкатись, а також необхідно сповістити про це безпосереднього керівника.

Висновки до розділу 5

У даному розділі було оглянуто основні питання, які стосуються охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях на підприємствах згідно з нормативним актами та санітарними нормами. Зокрема було розглянуто наступні пункти:

- вимоги виконання безпеки на робочому місці;
- шкідливі виробничі фактори на робочому місці;
- дії працівників в аварійних ситуаціях.

ВИСНОВКИ

Магістерська дисертація присвячена конструктивному моделюванню транспортного руху. Метою дослідження є підвищення якості та ефективності виконання процесів побудови дорожньої мережі, її нових частин та вдосконалення вже функціонуючої у реальному житті мережі, а також зменшення збитковості цих процесів за рахунок виявлення неефективних проектних рішень та вузьких місць транспортної мережі ще на етапі моделювання за допомогою створеного конструктора. Серед завдань, що були сформульовані для реалізації мети, можна виокремити три головних, а саме: виявити необхідний функціонал для повноцінного конструктивного моделювання, проаналізувати існуючі моделі, які імітують поведінку транспортного засобу на дорозі, розробити програмне забезпечення.

У першому розділі дисертації наведено всю значущу інформацію щодо розроблюваної системи моделювання тривимірного транспортного руху та особливостей галузі, в якій вона повинна застосовуватися. Також було виокремлено основні групи користувачів, для яких призначена система, та описано функції, які вони можуть у ній виконувати. На основі проаналізованої інформації було сформульовано призначення системи та мету її створення, а також задачі, які необхідно вирішити під час проведення дослідження. У даному розділі міститься інформація стосовно структури ключових об'єктів, що використовуються у системі для збереження вхідних та вихідних даних. Також була детально описана методологія створення конструктора, способи переадаптацій конструкторів, їх сильні сторони

Другий розділ, що стосується моделей та методів моделювання, охоплює аналіз моделей імітації транспортного руху з зазначеними перевагами та недоліками кожної з них. До переліку таких моделей увійшли модель слідування за лідером, модель оптимальної швидкості, модель розумного водія, модель Нагеля-Шрекенберга, модель Відемана, кінематична модель, імовірнісна модель Бандо, імовірнісна модель GAZIS, імовірнісна модель зміни смуги руху Спарман та імовірнісна модель зміни смуги руху Тейс. Було описано змістовну постановку задачі та відповідну їй імітаційну модель для кращого наочного та зрозумілого представлення системи моделювання тривимірного транспортного руху. Найбільшу увагу було приділено

розгляду моделі Відемана та моделі «Слідкування за лідером», які в подальшому були взяті за основу для розробки власного алгоритму моделювання руху транспортних засобів. Особливістю розробленого алгоритму є те, що він деталізує модель імітації руху транспортних засобів та дає змогу враховувати різні параметри моделювання (наприклад, сигнали світлофору, обмеження швидкості та ін.). Також у алгоритмі було вдосконалено процес перебудови транспортних засобів з однієї смуги руху до іншої таким чином, щоб при цьому враховувати дії інших найближчих автомобілів, а також безпосередньо здійснювати обгін передуючого транспорту. У даному розділі міститься опис проведення експериментів з використанням системи моделювання тривимірного транспортного руху при різних початкових параметрах та аналіз отриманих результатів.

У третьому розділі наведено опис програмного та технічного забезпечення системи, що необхідно для практичної реалізації запропонованого алгоритму. Основними програмними засобами розробки, що використовуються для тривимірного моделювання, було обрано сучасний кросплатформений ігровий рушій Unity3D, мову програмування C# та програмне забезпечення Blender для створення 3D моделей, що використовується у системі для побудови частин дорожньої мережі. Unity3D надає весь необхідний функціонал для реалізації високоякісного тривимірного моделювання, оскільки має великий набір вбудованих інструментів для відтворення механіки руху транспортних засобів, навколишнього середовища, а також має можливість розробки власних механік та скриптів на основі мови C#. Оскільки мікромоделювання є ресурсомісткою задачею, то у запропонованому програмному засобі реалізовано багатопоточність. Було наведено архітектуру програмного забезпечення, а точніше структуру компонентів та структуру класів програмного продукту. У розділі міститься детальна специфікація функцій системи моделювання тривимірного транспортного руху із вхідними параметрами та описом їх призначення. Також було розроблено інструкцію користувача для того, щоб зрозуміло пояснити користувачам як саме використовувати систему.

Четвертий розділ пов'язаний дослідженням та детальним описанням розробленого конструктора. Використовуючи схожу з методологією роботи з

точками та графами так звану «Граматiku» Шоу, було створено конструктор, що дозволяє імітувати роботи транспортної мережі з двома транспортними моделями: Відемана та «Слідування за лідером». Також була створена можливість коригувати параметри порівняння робіт моделей за рахунку зміни деяких параметрів (ротація світлофорів, максимальна швидкість, максимальна кількість автомобілів).

Виходячи з продемонстрованих результатів виконаної роботи, що наведені вище, можна зробити висновок про те, що під час роботи над магістерською дисертацією було реалізовано поставлені завдання та досягнуто мети дослідження. Система моделювання тривимірного транспортного руху поєднує у собі всі необхідні функції для повноцінного моделювання дорожньої мережі та транспортних потоків, а також надає можливість аналізувати, вдосконалювати та знаходити ефективні рішення для вирішення тих чи інших транспортних проблем, тому є доцільним використовувати дану систему як інструмент моделювання транспортного руху, що може мати широке практичне застосування та дозволить покращити процеси проектування транспортних мереж.

В результаті роботи над магістерською дисертацією було опубліковано тези «Аналіз дорожнього руху з використанням Unity 3D» на всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених та студентів «Інформаційні системи та технології управління» (ІСТУ-2018) [22] та буде опублікована стаття «Конструктивне моделювання взаємопов'язаних транспортних потоків» у науково-технічному журналі «Математичні машини і системи».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шинкаренко В.І., Ільман В.М., Конструктивно-продукційні структури та їх граматичні інтерпретації. І. Узагальнена формальна конструктивно продукційна структура, Кібернетика та системний аналіз, 2014, том 50, 8 с. – 16с.
2. Шинкаренко В.І., Куроп'ятник О.С, Забула Г.В, Петін Д.О., Лукін Є.В. Якість програмного забезпечення та тестування [Текст]: методичні вказівки до лабораторних / уклад.: В.І. Шинкаренко, О.С. Куроп'ятник, Г.В. Забула, Д.О. Петін, Є.В. Лукін, Дніпропетр, нац. ун-т. залізн. трасоп. ім. акад. В. Лазаряна. Д.: Вид-во ПФ «Стандарт-Сервіс», 2018. – 30 с. – 43с.
3. Шинкаренко В.І., Литвиненко К.В., Чигір Р.Р., Жадан А.А., Варіативність уточнюючих перетворень конструктивно-продукційного моделювання, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. ак. В.Лазаряна, Дніпро, Україна, 225 с. – 230 с.
4. НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроям». Прийняття від 14.02.2018.
5. ДСанПІН 3.3.2.007-98 «Державні санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин». Прийняття від 10.12.1998.
6. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норм мікроклімату виробничих приміщень». Прийняття від 01.12.1999.
7. ДБН В.2.5.-28:2018 «Природне і штучне освітлення». Чинні з 28.02.2019.
8. НАПАБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні». Редакція від 03.10.2017.
9. Кодекс цивільного захисту України. Редакція від 28.11.2019.
10. Інструкція для навчальних закладів України «Інструкція з охорони праці при роботі з комп'ютером, принтером, ксероксом та іншою оргтехнікою». Сторінка веб-ресурсу <https://osvita-docs.com/node/41>. Станом на 02.12.2019.
11. Вулично-дорожня мережа міст [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://stud.com.ua/96669/logistika/vulichno_dorozhnya_merezha_mist
12. Количество автомобилей в мире перевалило за миллиард [Електронний ресурс]. 2011

Режим доступу:

https://www.zr.ru/content/news/350201-kolichestvo_avtomobilej_v_mire_perevalilo_za_milliard/

13. Road network [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://securipedia.eu/mediawiki/index.php/Road_network
14. Потапова И.А. Методы моделирования транспортного потока [Текст] / И.А. Потапова, И.Н. Бояршинова, Т.Р. Исмагилов // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 10 (2). – С. 338-342.
15. Бекмагамбетов М.М. Анализ современных программных средств транспортного моделирования [Текст] / М.М. Бекмагамбетов, А.В. Кочетков // Исследования, конструкции, технологии. – 2012. – № 6 (77). – С. 25-34.
16. Бобровська Л.І. Автомобільні дороги в Україні: стан і перспективи / Л.І. Бобровська, О.О. Лагошна // Матеріали V Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молодь: наука та інновації» – м. Дніпро.: Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», 2017 р. – С. 14-15.
17. What is a Stimulation Model? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://olap.com/learn-bi-olap/olap-bi-definitions/simulation-models/>
18. Достоинства и недостатки имитационного моделирования – Информационно-образовательный сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://info-tehnologii.ru/IMIT_MOD/DOS_IM_MOD/index.html
19. Плюсы и минусы имитационного моделирования новости [Електронний ресурс]. – 2010. – Режим доступу: <https://all4study.ru/modelirovanie/plyusy-i-minusy-imitacionnogo-modelirovaniya.html>
20. Martin Treiber. Congested traffic states in empirical observations and microscopic simulations [Текст] / Martin Treiber, Ansgar Hennecke, Dirk Helbing // Physical Review E., Vol. 62. – 2000. – № 2. – pp. 1805-1824.

21. Швецов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков [Текст] / В.И. Швецов // г. Москва.: Институт системного анализа, 2003 г. – С. 1-52.
22. Кравченко П.С. Микроскопические математические модели транспортных потоков [Текст] / П.С. Кравченко, Г.А. Омарова // Проблемы информатики. – 2014. – № 1. – С. 24-31.
23. Борисова Н.Е. Классификация моделей формализации транспортного потока в условиях города [Электронный ресурс] / Н.Е. Борисова, И.В. Рудаков // Молодежный научно-технический вестник. – м. Москва.: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Н.Э. Баумана», ФС77-51038. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/38530922-Klassifikaciya-modeley-formalizacii-transportnogo-p-otoka-v-usloviyah-goroda.html>
24. НАОП 0.00-6.03-93 «Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві»
25. НАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці»
26. НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про навчання з питань охорони праці».
27. Bando M. Phenomenological study of dynamical model of traffic flow [Текст] / M. Bando, K. Hasebe, K. Nakanishi, A. Nakayama, A. Shibata, Y. Sugiyama // J. Phys. I France., Vol. 5. – 1995. – № 11. – pp. 1389-1399.
28. НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями»
29. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення»
30. ДСН 239-96 «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань»
31. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень і будинків по вибухонебезпечній і пожежній безпеці»
32. НАПБ В.01.056-2013/111 «Правила побудови електроустановок. Протипожежний захист електроустановок»
- 33.. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»
34. Шинкаренко, В. И. Повышение временной эффективности структур данных в оперативной памяти на основе адаптации / В. И. Шинкаренко, Г. В. Забула // Проблемы програмування. – 2012. – № 2–3. – С. 211–218.
35. ДСанПІН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми. Гігієнічні вимоги до

організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електроннообчислювальних машин»

- 36.Прогнозирование показателей движения вагонов иностранных собственников на основе нечетких моделей исходных данных / В. А. Андрющенко, В. В. Скалозуб, В.В. Великодний, С. Ю. Цейтлин // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2003. – Вип. 1. – С. 84–90.
- 37.Скалозуб В. В., Ільман В. М., Білий Б. Б. Конструктивні багаточарові моделі для впорядкування послідовностей з урахуванням складності операцій формування. Наука та прогрес транспорту. 2020. № 4 (88). С. 61–76.
- 38.Ільман, В. М. Конструктивное представление множественных объектов и их свойства / В. М. Ильман, В. И. Шинкаренко // Проблемы програмування. – 2014. – № 1. – С. 3–17.
- 39.Дискретні та алгоритмічні структури в інструментарії програмної інженерії : навч. посіб. / В. В. Скалозуб, В. М. Ільман, Ю. М. Івченко, В. О. Андрющенко ; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ : ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна, 2016. – 254 с. – ISBN 978-966-8471-73-5.
- 40.Ільман, В. М. Алгоритми та структури даних : навч. посіб. / В. М. Ильман, О. П. Иванов, Л. О. Панік ; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро : ДНУЗТ, 2019. – 134 с.
- 41.Ільман, В. М. Властивості формальних структур та їх підструктур / В. М. Ильман // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 14. – С. 99–104.
- 42.Шинкаренко, В. И. Грамматические структуры с логическим выводом / В.И. Шинкаренко, В. А. Андрющенко, В. М. Ильман // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – Т. 6, № 2 (60). – С. 25–31.
- 43.Шинкаренко В.І. Моделювання процесу ранжування альтернатив методом аналізу ієрархій засобами конструктивно-продукційних структур. ЧАСТИНА І. Конструювання текстів програм / Шинкаренко В.І., Забула Г.В. // Наука та прогрес транспорту, Вісн. Дніпропетр. Нац. Ун-ту залізн. Транспорту ім. акад. В. Лазаряна, - 2016, - №1(61) – С.109-121.
- 44.Шинкаренко В.І. Моделювання процесу ранжування альтернатив методом аналізу ієрархій засобами конструктивно-продукційних структур. ЧАСТИНА ІІ.

- Конструктори сценаріїв та процесів адаптації / Шинкаренко В.І., Забула Г.В. // Наука та прогрес транспорту, Вісн. Дніпропетр. Нац. Ун-ту залізн. Транспорту ім. акад. В. Лазаряна, - 2016, - №2(62) – С.88-97.
- 45.Шинкаренко В.І. Конструктивно-продукційна модель графового представлення тексту / Шинкаренко В.І., Куропятник О.С. // Проблеми програмування, - 2016, - №1(61) – С.109-121.
- 46.Шинкаренко В.І. Конструктивне моделювання зони розподілу енергії рекуперації тяги постійного току / Шинкаренко В.І., Саблін О.І., Іванов О.П. // Наука та прогрес транспорту, Вісн. Дніпропетр. Нац. Ун-ту залізн. Транспорту ім. акад. В. Лазаряна, - 2016, - №5(65) – С.125-135.
- 47.Шинкаренко В.І., Ільман В.М., Скалозуб В.В. Структурні моделі алгоритмів в задачах прикладного програмування. Частина І. Формальні алгоритмічні структури // Кібернетика та системний аналіз, - 2009, - №3 – С.3-14.
- 48.Шинкаренко В.І. Моделювання процесу ранжування альтернатив методом аналізу ієрархій засобами конструктивно-продукційних структур. ЧАСТИНА І. Конструювання текстів програм / Шинкаренко В.І., Забула Г.В. // Наука та прогрес транспорту, Вісн. Дніпропетр. Нац. Ун-ту залізн. Транспорту ім. акад. В. Лазаряна, - 2016, - №1(61) – С.109-121.
- 49.Шинкаренко В.І. Конструктивно-продукційні структури та граматичні інтерпретації ІІ. Уточнюючі перетворення / Шинкаренко В.І., Ільман В.М.. // Кібернетика та системний аналіз, - 2014, - №6(50) – С.15-28.
- 50.Фу В. Структурні методи в розпізнанні образів, / Фу В. // Mathematics Science and Engineering VOL.122, - 1974, p. 269-290
- 51.Статистика цін на оренду квартир в Дніпропетровську [Електронний ресурс] – Режим доступу: 100realty.ua
- 52.Шинкаренко В.І., Литвиненко К.В., Чигір Р.Р. Конструктивна відповідність мультисимвольних та лінійних геометричних фракталів / Шинкаренко В.І., Литвиненко К.В., Чигір Р.Р. // International Journal «Information Technologies and Knowledge», - 2019, - №1 – С.76-99.
- 53.Лавріщева К.М. Програмна Інженерія. Підручник// Київ, 2008
- 54.Шинкаренко В.І., Ільман В.М., Скалозуб В.В. Утворюючі системи графів / Шинкаренко В.І., Ільман В.М., Скалозуб В.В.// Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн.

- трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 17. – С. 127–133
- 55.Шинкаренко В.І., Жеваго О.О. Складання розкладу занять університету на основі конструктивного моделювання/ Шинкаренко В.І., Жеваго О.О.// Радіоелектроніка, інформатика, управління. 2019. № 3. С. 152–162. DOI: 10.15588/1607-3274-2019-3-17.
 - 56.Ільман, В. М. Відтворення графів за технологічними шляхами / В. М. Ільман, В. В. Скалозуб, В. І. Шинкаренко // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 18. – С. 85–94.
 - 57.Ильман, В. М. Конструктивное представление множественных объектов и их свойства / В. М. Ильман, В. И. Шинкаренко // Проблемы програмування. – 2014. – № 1. – С. 3–17.
 - 58.Андрющенко, В. А. Конструктивное представление мультиграфов / В.А. Андрющенко, В. М. Ильман, В. И. Шинкаренко // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2011. – Вип. 36. – С. 161–166.
 - 59.Комп'ютерник: середня зарплата в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.work.ua>
 - 60.Шинкаренко, В. И. Конструкционно-продукционная модель структур данных на логическом уровне / В. И. Шинкаренко, В. М. Ильман, Г. В. Забула // Проблемы програмування. – 2014. – № 2–3 (спец. вип.). – С. 10–16.
 - 61.Шинкаренко В.І, Васецька Т.Н.. Моделювання процесу адаптації алгоритмів стиснення засобами конструктивно-продукційних структур/ Шинкаренко В.І, Васецька Т.Н. // Кібернетика та системний аналіз – 2015, №6, - с.19-34
 - 62.3Ds Max Reference Manual [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://servproc.de/redir/clickGate.php?u=XMI6a9Ur&m=12&p=kx6WRvPIhW&t=33&sp lash=0&s=&url=https%3A%2F%2Farea.autodesk.com%2Fall%2Ftutorials%2F3ds-max%2F>
 - 63.C# Reference Manual [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/language-reference/>
 64. Unity User Manual [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>
 - 65.SpeedTree Manual [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.speedtree.com/doku.php?id=modeler>
 - 66.Google Earth Manual [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<http://earth.google.com/intl/ar/userguide/v4/index.htm>

- 67.Медведкова І. В. Порівняльний аналіз методів оцінки вартості проектів з розробки програмного забезпечення [Електронний ресурс] /І. В. Медведкова, А. А. Іванов [Москва: національний дослідницький університет МІФІ] – №7. – Режим доступу cyberleninka.ru (дата звернення 15.04.2019 р.).
- 68.Основи стандартизації програмних систем [Текст]: методичні вказівки до дипломного проектування та лабораторних робіт / уклад.: Ю. М. Івченко, В. І. Шинкаренко, В. Г. Івченко; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2009. – 38 с.
- 69.ДСанПіН 3.3.2-007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин [Текст] / Постанова Головного державного санітарного лікаря України від 10 грудня 1998 р. № 7 – К., 1998.
- 70.Інженер-програміст: середня зарплата в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу:tech.informator.ua

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор Дніпровського
національного університету
залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Б.Є. Боднар

КОНСТРУКТОР З МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОПОВ'ЯЗАНИХ
АВТОМОБІЛЬНИХ ПОТОКІВ

Технічне завдання

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

1116130.01165-01-ЛЗ


Завідувач кафедри КІТ

В.І. Шинкаренко


Керівник розробки


К.В. Литвиненко

Виконавець


А.І. Діденко

Нормоконтролер


О.С. Куроп'ятник

ЗАТВЕРДЖЕНО
1116130.01166-01-ЛЗ

КОНСТРУКТОР МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОПОВ'ЯЗАНИХ
АВТОМОБІЛЬНИХ ПОТОКІВ

Технічне завдання

1116130.01166-01

Аркушів 22

2
1116130.01166-01
АНОТАЦІЯ

Документ 1116130.01166-01 «Конструктивне моделювання взаємопов'язаних автомобільних потоків. Технічне завдання» входить до складу програмної документації до дипломного проекту.

У даному документі представлене призначення та область застосування програми, основні вимоги, стадії та строки виконання проекту, технічні та техніко-економічні показники, що пред'являються до програми.

3
1116130.01166-01
ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Підстава для розробки	6
2 Призначення розробки.....	7
2.1 Функціональне призначення	7
2.2 Експлуатаційне призначення	7
3 Вимоги до програми	8
3.1 Вимоги до функціональних характеристик.....	8
3.1.1 Вхідні дані.....	8
3.1.2 Вихідні дані.....	8
3.2 Вимоги до надійності.....	9
3.3 Умови експлуатації	9
3.4 Вимоги до складу та параметрів технічних засобів	10
3.5 Вимоги до інформаційної та програмної сумісності.....	10
3.6 Вимоги до маркування та пакування	10
3.7 Вимоги до транспортування та зберігання.....	11
4 Вимоги до програмної документації.....	12
5 Кошторис на розробку пз	13
5.1 Загальні положення.....	13
5.2 Розрахунок основної заробітної плати.....	14
5.3 Розрахунок накладних витрат	15
5.3.1 Розрахунок витрат на електроенергію	15
5.3.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань	17
5.3.3 Комунальні послуги.....	18
5.3.4 Зведений розрахунок накладних витрат	18
5.3.5 Розрахунок витрат на створення програмного продукту.....	19
6 Стадії та етапи розробки	20
7 Порядок контролю та прийому.....	21
Список літератури.....	22

«Конструктивне моделювання взаємопов’язаних автомобільних потоків» – це програмний комплекс для аналізу та дослідження властивостей транспортних потоків в межах міста та транспортних моделей, створений на основі методології математико-алгоритмічного конструктивізму. На базі конструктивно-продукційної структури-аналогу “Picture Description Language” був створений власний конструктор, що будує рух транспортних потоків в межах міста. Не дивлячись на те, що PDL є формальною мовою для описання та аналізу картинок, за її допомогою в спеціалізованих системах, будувались траєкторії руху елементарних часток. В результаті екстраполяції цієї задачі, траєкторії руху будується для кожного з автомобілів. На результати моделювання таких потоків накладається умови транспортної взаємодії моделей Відемана та «Слідкування за лідером», регуляція ротації, та кількості автомобілів. Такий комплекс параметрів та умов визначає у системі що досліджується ряд факторів, аналіз і вирішення яких приведуть до покращенню як транспортних систем, так і систем конструкційно-продукційного моделювання.

1 ПІДСТАВА ДЛЯ РОЗРОБКИ

Підставою для розробки є наказ ректора Дніпровського національного університету залізничного транспорту ім. ак. В. Лазаряна проф. О.М. Пшінька № 833ст від 12.11.2019 р. «Про призначення керівників та затвердження тем магістерських робіт» факультету «Комп'ютерні технології і системи» за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення», по кафедрі «Комп'ютерні інформаційні технології».

У відповідності з наказом, тема дипломного проекту – «Конструктивне моделювання взаємопов'язаних автомобільних потоків». Керівник проекту старший викладач Литвиненко В.І.

2 ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРОБКИ

2.1 Функціональне призначення

Програмний комплекс призначений для аналізування та дослідження властивостей транспортних потоків. Функціональним призначенням програми є наступне:

- конструктивна побудова взаємопов'язаних транспортних потоків;
- побудова транспортної взаємодії за моделлю Відемана;
- побудова транспортної взаємодії за моделлю «Слідкування за лідером»;
- виміри часової затримки кожного з автомобілів на перехрестях;
- відображення результатів роботи транспортної системи.

2.2 Експлуатаційне призначення

Експлуатаційне призначення програмного комплексу полягає в автоматизованій взаємодії транспортної мережі, а також швидкому порівнянні результатів роботи моделей. Експлуатаційними параметрами порівняння точності, які визначаються за призначенням програмного комплексу, є:

- порівняння значень часової затримки автомобілів в вигляді списку;
- моделювання взаємопов'язаних автомобільних потоків за відповідними моделями.

3. ВИМОГИ ДО ПРОГРАМИ

3.1 Вимоги до функціональних характеристик

Вимоги до функціональних характеристик програмного комплексу наступні:

- виконувати рух автомобільних потоків згідно з правилами дорожнього руху та роботою світлофорів;
- побудова транспортної взаємодії згідно з моделлю Відемана;
- побудова транспортної взаємодії згідно з моделлю «Слідкування за лідером»;
- виконувати часові заміри затримки кожного транспорту на перехрестях;
- відображати результати роботи програми у вигляді неспинної системи автомобільних потоків;
- виконувати заміри кількості аварійних ситуацій;
- збереження результатів в текстовий файл.

3.1.1 Вхідні дані

Вхідні дані для користувача наступні:

- обрана користувачем транспортна модель (Відемана, або «Слідкування за лідером»);
- максимальна кількість автомобілів в межах міста;
- максимальна швидкість в межах міста;
- час ротації.

3.1.2 Вихідні дані

Вихідні дані для користувача наступні:

- відображення дії дорожньої системи;
- відображення часу роботи симуляції в текстовому файлі;
- відображення часу затримки кожної машини на обраних перехрестях;
- відображення кількості аварійних ситуацій в текстовому файлі;
- виведення помилок користувача.

3.2 Вимоги до надійності

Одним із критеріїв правильного функціонування програмного комплексу є

забезпечення надійності роботи програми.

Програмний комплекс повинен:

- відповідати специфікації;
- відповідати функціональним характеристикам;
- забезпечити контроль вхідних і вихідних даних. У випадку неправильного вводу даних – видати повідомлення про помилку;
- забезпечити надійне збереження даних.

3.3 Умови експлуатації

Для забезпечення надійного функціонування програмного комплексу, користувачеві необхідно дотримуватися таких умов:

- програмний комплекс повинен використовуватись у приміщеннях, які відповідають умовам роботи ЕОМ і мають такі кліматичні, санітарні та гігієнічні умови, які відповідають ДСанПіН 3.3.2-007-98 [1];
- для роботи з програмним комплексом, користувач повинен мати базові навички роботи з Microsoft Office Excel, та ознайомлений з керівництвом користувача;
- програмний комплекс повинен використовуватись у приміщеннях з наступними кліматичними умовами: температура навколишнього повітря – 21– 25 С, відносна вологість повітря – 40-60 %;

Мінімальна кількість персоналу, необхідного для роботи програми 1 штатна одиниці – 1 користувач програми – користувач.

Користувач програмного комплексу повинен мати практичні навички роботи за ПК.

3.4 Вимоги до складу та параметрів технічних засобів

Для коректного функціонування програми апаратна частина повинна задовольняти наступним умовам:

- процесор AMD Ryzen 2200g;
- оперативна пам'ять 2 Гб або більше;
- CD або DVD-привод;
- USB-роз'єм;
- клавіатура;

– комп'ютерна «миша».

3.5 Вимоги до інформаційної та програмної сумісності

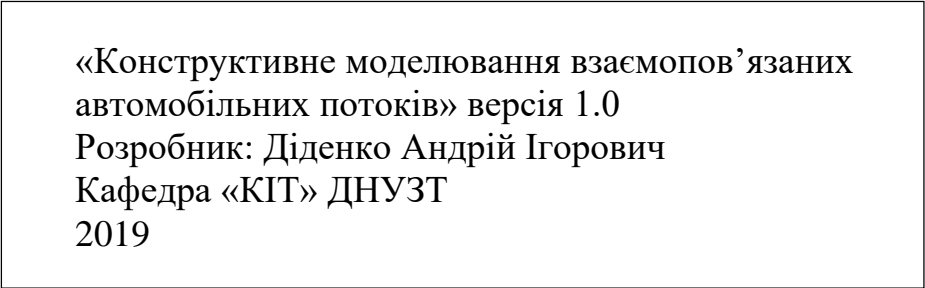
Програмний комплекс розрахований на операційну систему, що здатна читати файли «.txt»

3.6 Вимоги до маркування та пакування

Упаковка програмного комплексу, включаючи документацію, повинна бути захищена від пошкоджень різного роду (механічних, кліматичних).

На упаковці повинно бути вказано назву програмного комплексу, номер версії, якщо вона змінювалась, мінімальні системні вимоги .

На зворотній стороні упаковки вказується розробник та його юридична адреса. На рис. 3.1 приведений приклад маркування.



«Конструктивне моделювання взаємопов'язаних
автомобільних потоків» версія 1.0
Розробник: Діденко Андрій Ігорович
Кафедра «КІТ» ДНУЗТ
2019

Рисунок 3.1 – Приклад маркування

3.7 Вимоги до транспортування та зберігання

Транспортування повинно проводитися довіреною особою. Воно проводиться в упаковці, яка захищає носії з програмним комплексом від різного роду пошкоджень.

Місце зберігання програмного комплексу повинно бути сухим, з відсутністю пилу та з низьким коефіцієнтом відносної вологості повітря. Строк зберігання програмного комплексу залежить від носія інформації.

Транспортування буде здійснюватися на таких носіях: CD/DVD-RW, флеш, також через глобальну всесвітню систему інформаційного обміну Internet.

4. ВИМОГИ ДО ПРОГРАМНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

До складу програмної документації має входити технічне завдання та робочий проект.

До складу робочого проекту мають входити:

- специфікація;
- текст програми;
- опис програми;
- керівництво користувача. Керівництво з моделювання нерегулярної часової послідовності.

Вся документація до програми повинна задовольняти вимогам державного стандарту до оформлення програмних документів [3].

5КОШТОРИС НА РОЗРОБКУ ПЗ

5.1 Загальні положення

Основна мета розробки техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) – дати фінансову оцінку передбачуваних витрат та одержуваного корисного результату, а також оцінити прибутковість проекту і, в кінцевому підсумку, економічну доцільність його розробки та впровадження.

Початковим етапом розрахунку величини трудових витрат розробників є оцінка розміру програмного забезпечення. Основні відмінності методик, що застосовуються в оцінці трудовитрат, полягають у використовуваному типі критерію оцінки якості (кількісний або якісний) [6]. Згідно моделі COCOMO, розмір проекту S вимірюється в рядках коду LOC (KLOC), а трудовитрати в людино-місяцях.

$$E = a \cdot S^b \cdot EAF, \quad (5.1)$$

де E – витрати праці на проект (в людино-місяцях);

S^b – розмір коду (в KLOC);

EAF – фактор уточнення витрат (effort adjustment factor).

Для простих систем, $a = 2,4$; $b = 1,05$.

Припустимо, що розмір програмного коду програмного засобу – 600 рядків:

$$E = 2,4 \cdot 0,6^{1,05} \cdot 1 = 1,4 \text{ люд./міс.}$$

Отже, згідно моделі COCOMO, орієнтовні трудовитрати на проект складуть приблизно 1,4 людино-місяці.

Нижче наведені розрахунки вартості розробки «Моделювання нечітких часових рядів». Основними статтями витрат прийняті:

- основна заробітна плата;
- відрахування на соціальні потреби;

- накладні витрати;
- витрати на персональний комп'ютер і ліцензійні базові програмні засоби.

5.2 Розрахунок основної заробітної плати

Основна заробітна плата (ОЗП) оцінює працю інженера-програміста зі створення програмного продукту і визначається виходячи з кількості розробників, часу виконання розробки (годин), а також заробітної плати в розрахунку на одну годину [4]. Розрахунок заробітної плати проводиться по формі табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Фонд місячної заробітної плати

№ п/п	Посада виконавця	Оклад, грн/міс	Кількість		Сума зарплати грн
			чоловік	місяців	
1	Інженер-програміст	17800	1	1,4	24920

Описаний в проекті програмний продукт буде розроблений одним програмістом в період з 1.11.20 до 8.12.20, що складає 28 днів або 5,5 робочих тижнів. Витрати робочого часу прийняті за 40 годин у тиждень. Погодинна ставка кваліфікованого інженера–програміста складає 111,25 грн/год. Витрати робочого часу за період участі в проекті ($T_{\text{розр}}$) визначаються за формулою:

$$T_{\text{розр}} = N_{\text{чол}} \cdot N_{\text{тиж}} \cdot N_{\text{год}}, \quad (5.2)$$

де $N_{\text{чол}}$ – кількість виконавців, чол.;

$N_{\text{тиж}}$ – тривалість розробки в тижнях;

$N_{\text{год}}$ – витрати робочого часу за тиждень, год;

$$T_{\text{розр}} = 1 \cdot 5,5 \cdot 40 = 220 \text{ чол./год.}$$

ОЗП визначається за формулою:

$$\text{ОЗП} = T_{\text{розробки}} \cdot N \cdot K_{\text{кв}}, \quad (5.3)$$

де $T_{\text{розробки}}$ – витрати праці у чол./год;

N – погодинна ставка;

$K_{\text{кв}}$ – коефіцієнт кваліфікації програміста, приймається 0,75.

ОЗП складає:

$$\text{ОЗП} = 220 \cdot 111,25 \cdot 0,75 = 18356,25 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальні потреби встановлюються у відсотках від суми заробітної плати:

$$C_{\text{соц}} = \frac{\text{ОЗП} \cdot 22\%}{100\%}; \quad (5.4)$$

$$C_{\text{соц}} = \frac{18356,25 \cdot 22\%}{100\%} = 4038,38 \text{ грн.}$$

Отримані результати за (5.3) та (5.4) підсумовуються. Вони складають 22394,63 грн. та визначають основні прямі витрати.

5.3 Розрахунок накладних витрат

Накладні витрати враховують загальногосподарчі витрати по забезпеченню проведення роботи: витрати на опалення, електроенергію, амортизація, обладнання, зарплату адміністративного персоналу та інше. Кожне підприємство визначає їх індивідуально, та зазвичай вони становлять 30-40% від суми прямих витрат на оплату праці:

$$C_{\text{накл}} = \frac{(\text{ОЗП} + C_{\text{соц}}) \cdot 35\%}{100\%}; \quad (5.5)$$

$$C_{\text{накл}} = \frac{(18356,25 + 4038,375) \cdot 32\%}{100\%} = 7838,11 \text{ грн.}$$

На протязі усього терміну використання нової техніки підприємство щорічно витрачає певні кошти, пов'язані з її експлуатацією.

Експлуатаційні витрати на персональний комп'ютер визначаються протягом терміну розробки програмного засобу в залежності від вартості комп'ютеру. В експлуатаційні витрати входять:

- амортизаційні витрати на персональний комп'ютер і програмне забезпечення;
- загальногосподарські витрати (прибирання приміщення, охорона, оренда, комунальні послуги);
- витрати на електроенергію.

5.3.1 Розрахунок витрат на електроенергію

Витрати на електроенергію ($C_{\text{ел}}$) визначаються за формулою:

$$C_{\text{ел}} = P \cdot B \cdot T_{\text{розр}}, \quad (5.6)$$

де P – потужність комп'ютера та допоміжних споживачів електричної енергії приймається 0,45 кВт/год;

V – вартість 1 кВт/год. Під час розробки диплому у 2020р. складає 1,8 грн[5];

$T_{\text{розр}}$ – вартість роботи з ЕВМ, прийнято рівним загальному робочому часу.

Отже у нашому випадку маємо:

$$C_{\text{ел}} = 0,45 \cdot 1,8 \cdot 220 = 178,2 \text{ грн.}$$

Витрати на матеріали ($C_{\text{вм}}$) протягом всього терміну експлуатації приблизно 10% від вартості комп'ютеру. Вартість робочої станції приймається 16 800 грн., термін експлуатації – 5 років. Отже, можна визначити ці витрати за період створення програмного засобу:

$$C_{\text{вм}} = V_{\text{ком}} \cdot \frac{N_{\text{д}}}{N_{\text{експ}} \cdot 100\%} \cdot \frac{10\%}{100\%}, \quad (5.7)$$

де $V_{\text{ком}}$ – вартість персонального комп'ютеру;

$N_{\text{д}}$ – кількість днів розробки програмного продукту;

$N_{\text{експ}}$ – термін експлуатації персонального комп'ютеру.

Витрати на матеріали визначаються так:

$$C_{\text{вм}} = 16800 \cdot \frac{28}{5 \cdot 365} \cdot \frac{10}{100} = 25,78 \text{ грн.}$$

Заробітна плата ремонтника ($C_{\text{рем}}$) визначена наступним чином: на ремонт 50 комп'ютерів потрібен один інженер-системотехнік. Його середньомісячна заробітна плата приймається 9000 грн. [6]. Тоді в перерахунку на один комп'ютер його заробітна плата складає:

$$C_{\text{рем}} = \frac{C_{\text{рем}}}{N_{\text{ком}}}, \quad (5.8)$$

де $C_{\text{рем}}$ – середньомісячна заробітна плата;

$N_{\text{ком}}$ – кількість комп'ютерів на одного ремонтника.

Заробітна плата ремонтника визначається так:

$$C_{\text{рем}} = \frac{9000}{50} \cdot 1,4 = 252 \text{ грн.}$$

За статистикою витрати на комплектуючі вироби ($C_{\text{КОМ}}$) для ремонту персонального комп'ютера складає 10% від його вартості за термін його експлуатації, тобто рівні витратам на витратні матеріали:

$$C_{\text{КОМ}} = C_{\text{ВМ}} = 25,78 \text{ грн.} \quad (5.9)$$

5.3.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизаційні відрахування на персональний комп'ютер (АПК) визначені з положення, що амортизаційний період в даний час дорівнює терміну морального старіння обчислювальної техніки і складає 3 роки. Отже, за 3 роки амортизаційні відрахування на персональний комп'ютер дорівнюють вартості комп'ютера. За період проектування амортизаційні відрахування складуть:

$$\text{АКП} = B_{\text{КОМ}} \cdot \frac{N_{\text{Д}}}{N_{\text{експ}} \cdot 365}$$

$$\text{АКП} = 16800 \cdot \frac{28}{3 \cdot 365} = 429,59 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на програмне забезпечення (АПЗ) залежать від його циклу заміни. Якщо прийняти термін морального старіння для Windows 5 років то амортизаційні відрахування на програмне забезпечення дорівнюють його вартості.

Для функціонування персонального комп'ютера використовувалася операційна система Windows Home 10, для написання програмного забезпечення програмні середовища Visual Studio 2019 Community та Unity 2019.04.f.

$$\text{АПЗ}_w = 13800 \cdot \frac{28}{5 \cdot 365} = 211,73 \text{ грн.}$$

Розрахунок амортизаційних відрахувань на програмне забезпечення зведений в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Використовуване програмне забезпечення

Найменування програмного забезпечення	Вартість програмного забезпечення, грн	Джерело придбання	Амортизаційні відрахування, грн
Windows 10 Professional	13800	http://mtsoft.kiev.ua/product/windows-10-professional	211,73
Visual Studio 2019 Community	0	https://visualstudio.microsoft.com/thank-you-downloading-visual-studio/?sku=Community&rel=16	0
Unity 2019.04.f	0	https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwihkOCpr6nmAhUN86YKHXOLDtcQFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Funity3d.com%2Fru%2Fget-unity%2Fdownload&usg=AOvVaw3n99cLfDDeiZ5Pf-h5laPa	0
Всього:	13800	-	211,73

5.3.3 Комунальні послуги

Додаткові витрати ($C_{\text{дод}}$): прибирання приміщень, охорона, аренда, комунальні послуги прийняти рівними 8400 гривень на місяць.

Оренду приміщень приймемо рівною 2500 гривень на місяць.

5.3.4 Зведений розрахунок накладних витрат

Результати розрахунку накладних витрат наведено в табл. 5.3, де враховані основні складові накладних витрат проекту:

$$C_{\text{експ}} = C_{\text{сел}} + C_{\text{вм}} + C_{\text{рем}} + \text{АПК} + \text{АПЗ} + C_{\text{ор}} + C_{\text{дод}} + C_{\text{Ком}}; \quad (5.11)$$

$$C_{\text{експ}} = 178.2 + 25.78 + 25,78 + 252 + 429,59 + 211.73 + 4704 + 8400 = 9527.78 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.3 – Розпис накладних витрат по проекту

№ п/п	Статті видатків	Сума, грн
1	Витрати на електроенергію	178,2
2	Вартість витратних матеріалів	25,78
3	Витрати на ремонт	252
4	Амортизація персонального комп'ютера	429,59
5	Амортизація програмного забезпечення	211,73
6	Оренда приміщення	4704
7	Додаткові витрати	8400
8	Всього накладних витрат	9527.78

5.3.5 Розрахунок витрат на створення програмного продукту

Таким чином, витрати на створення програмного комплексу в рамках виконання проекту складають:

$$C_{\text{розробки}} = OЗП + C_{\text{соц}} + C_{\text{накл}} + C_{\text{експ}}; \quad (5.12)$$

$$C_{\text{розробки}} = 18356,25 + 4038,38 + 7838,11 + 9527,78 = 39760,87 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат зведено у табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Кошторис витрат на розробку програмного засобу

№ п/п	Найменування витрат	Сума, грн
1	Основна заробітна плата	18356,25
2	Відрахування на соціальні потреби	4038,38
3	Накладні витрати	7838,11
4	Експлуатаційні витрати	9527,78
5	Всього	39 760,52

За отриманими значеннями техніко-економічних показників проекту складено кошторис витрат на розробку сучасного програмного забезпечення для моделювання нечітких часових рядів. За результатами розрахунків, приблизна вартість розробки складає 39760,52 грн.

18
1116130.01166-01
6 СТАДІЇ ТА ЕТАПИ РОЗРОБКИ

Усі стадії та етапи розробки приведені у табл.6.1.

Таблиця 6.1– Етапи розробки та строки

Стаді розробки	Етап розробки	Термін
Технічне завдання (ТЗ)	Постановка задачі, збір початкових матеріалів	15.11.19 – 02.12.19
	Розробка структур вхідних та вихідних даних	02.12.19 – 12.01.20
	Визначення вимог до програми	12.01.20 – 25.01.20
	Узгодження та затвердження технічного завдання	25.01.20 – 19.02.20
Робочий проект	Програмування та відладка програми	19.02.20 – 10.07.20
	Тестування програми	10.07.20 – 01.09.20
Впровадження	Розробка, узгодження та затвердження програмної документації	01.09.20 – 20.12.20

7 ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ТА ПРИЙОМУ

Контроль здійснюється за допомогою виконання набору тестів з метою знаходження помилок в програмі та його специфікації. Контроль виконання роботи забезпечується головним керівником розробки.

Прийом програми здійснюється уповноваженою комісією.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСанПіН 3.3.2-007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин [Текст] / Постанова Головного державного санітарного лікаря України від 10 грудня 1998 р. № 7 – К., 1998.
2. Основи стандартизації програмних систем [Текст]: методичні вказівки до дипломного проектування та лабораторних робіт / уклад.: Ю. М. Івченко, В.І. Шинкаренко, В. Г. Івченко; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В.Лазаряна, 2009. – 38 с.
3. Медведкова І. В. Порівняльний аналіз методів оцінки вартості проектів з розробки програмного забезпечення [Електронний ресурс] /І. В. Медведкова, А.А. Іванов [Москва: національний дослідницький університет МІФІ] – №7. – Режим доступу cyberleninka.ru (дата звернення 15.04.2019 р.).
4. Інженер-програміст: середня зарплата в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу: tech.informator.ua
5. Тарифи на електроенергію в 2019 році [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.prostobank.ua
6. Комп'ютерник: середня зарплата в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.work.ua
7. Статистика цін на оренду квартир в Дніпропетровську [Електронний ресурс] – Режим доступу: 100realty.ua
8. Бутстреп, малі вибірки, застосування в аналізі даних [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://statistica.ru/theory/metod-butstrepa-i-ego-primenenie-v-sovremennom-analize-dannykh/>

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор Дніпровського
національного університету
залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Б.Є. Боднар

КОНСТРУКТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
ВЗАЄМОПОВ'ЯЗАНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ
ПОТОКІВ

Робочий проект

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

1116130.01166-01-ЛЗ

Завідувач кафедри КІТ

В.І. Шинкаренко

Керівник розробки

К.В. Литвиненко

Виконавець

А.І. Діденко

Нормоконтролер

О.С. Куроп'ятник

2020

1116130.01166-01-ЛЗ

КОНСТРУКТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
ВЗАЄМОПОВ'ЯЗАНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ
ПОТОКІВ

Специфікація

1116130.01166-01-ЛЗ

Аркушів 2

2
1116130.01166-01
СПЕЦИФІКАЦІЯ

Позначення	Найменування	Примітка
1116130.01166 -01-ЛЗ	<u>Документація</u> Лист затвердження	
1116130.01166-01	Специфікація	
1116130.01166-01 13 01-ЛЗ	Лист затвердження	
1116130.01166-01 13 01	Опис програми	
1116130.01166-01 ІЗ 01-ЛЗ	Лист затвердження	
1116130.01166-01 ІЗ 01	Керівництво користувача. Керівництво з конструктора моделювання взаємопов'язаних автомобільних потоків	
1116130.01166-01 12 01-ЛЗ	Лист затвердження	
1116130.01166-01 12 01	Текст програми	

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАТВЕРДЖЕНО

1116130.01166-01 13 01 ЛЗ

КОНСТРУКТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
ВЗАЄМОПОВ'ЯЗАНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПОТОКІВ

Опис програми

1116130.01166-01 13 01

Аркушів 20

АНОТАЦІЯ

Документ 1116130.01166-01 13 01 «Конструктивне моделювання взаємопов'язаних автомобільних потоків. Опис програми», що входить, до складу програмної документації до дипломного проекту.

В документі міститься опис програмного комплексу. Програмний комплекс реалізовано на мові програмування C#, у середі розробки Unity 2019.f.9, та програмному середовищі Visual Studio Community 2019.

ЗМІСТ

1	Загальні відомості.....	4
2	Функціональне призначення	5
3	Опис логічної структури.....	6
3.1.	Використані методи.....	6
3.2.	Структура та алгоритм програми.....	6
4	Технічні засоби.....	10
5	Виклик та завантаження	11
6	Вхідні дані.....	12
7	Вихідні дані.....	13
8	Опис інтерфейсу користувача.....	14
9	Повідомлення.....	17

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Призначення програми полягає в автоматичному моделюванні транспортної мережі методикою конструктивно-продукційних структур, обробці часових, чисельних, аварійних ситуацій та порівнянні моделей та показників.

Розроблений програмний комплекс має назву «Конструктивне моделювання взаємопов'язаних автомобільних потоків».

До програмних засобів, які потрібні для функціонування даного програмного комплексу необхідно віднести будь який текстовий редактор, що працює з файлами «.txt».

Програмний продукт реалізований на мові C# в середовищах Unity 2019.f.9 та Visual Studio Community 2019.

2 ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ПРИЗНАЧЕННЯ

Програмний комплекс призначений для аналізування та дослідження властивостей транспортних потоків. Функціональним призначенням програми є наступне:

- конструктивна побудова взаємопов'язаних транспортних потоків;
- побудова транспортної взаємодії за моделлю Відемана;
- побудова транспортної взаємодії за моделлю «Слідування за лідером»;
- виміри часової затримки кожного з автомобілів на перехрестях;
- відображення результатів роботи транспортної системи.

3 ОПИС ЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ

3.1. Алгоритм програми

На рис. 3.1 приведено алгоритм головного модулю програмного комплексу. Алгоритми допоміжних модулів програмного комплексу приведені на рис. 3.2 – 3.4.

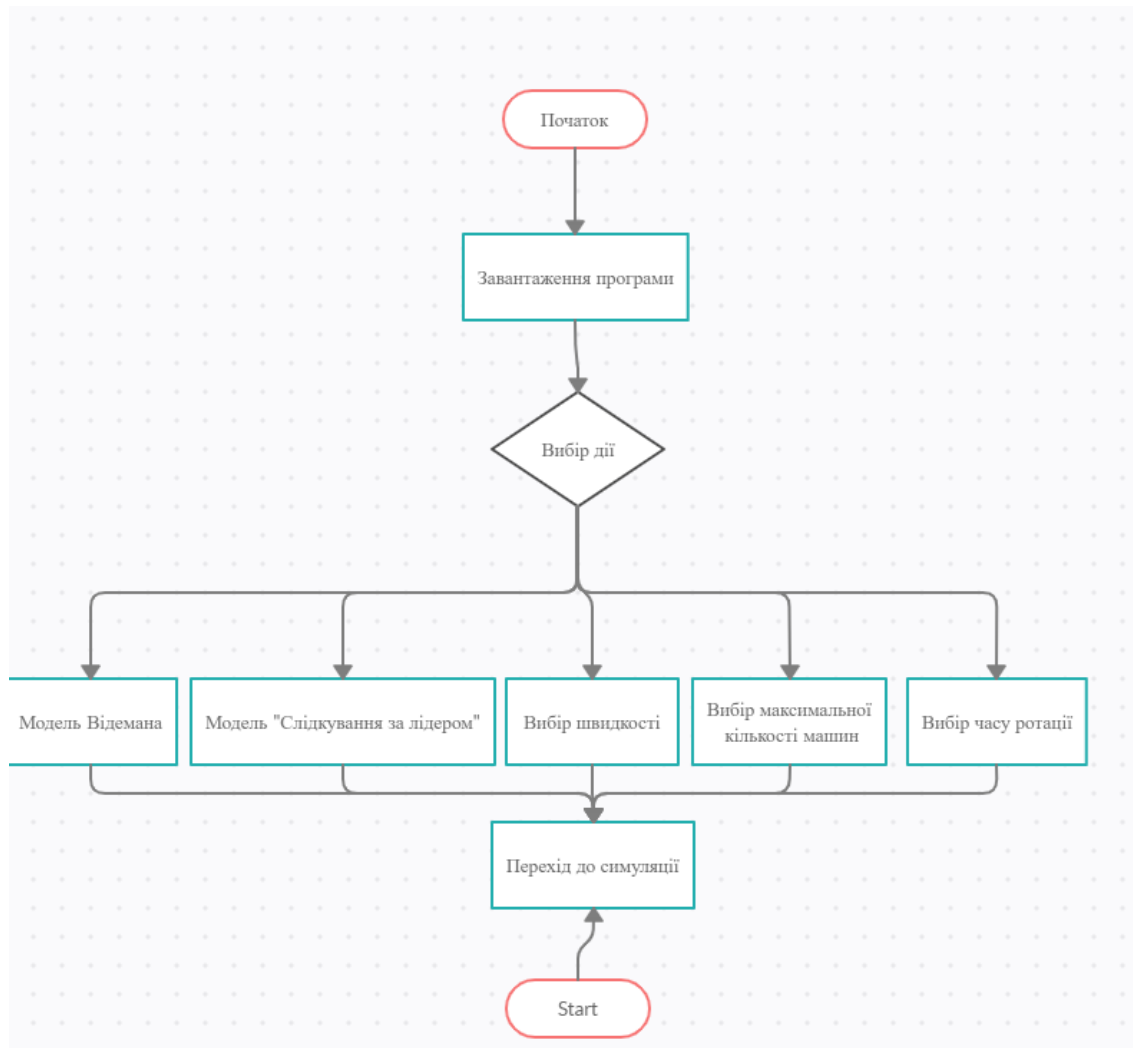


Рисунок 3.1– Алгоритм головного меню

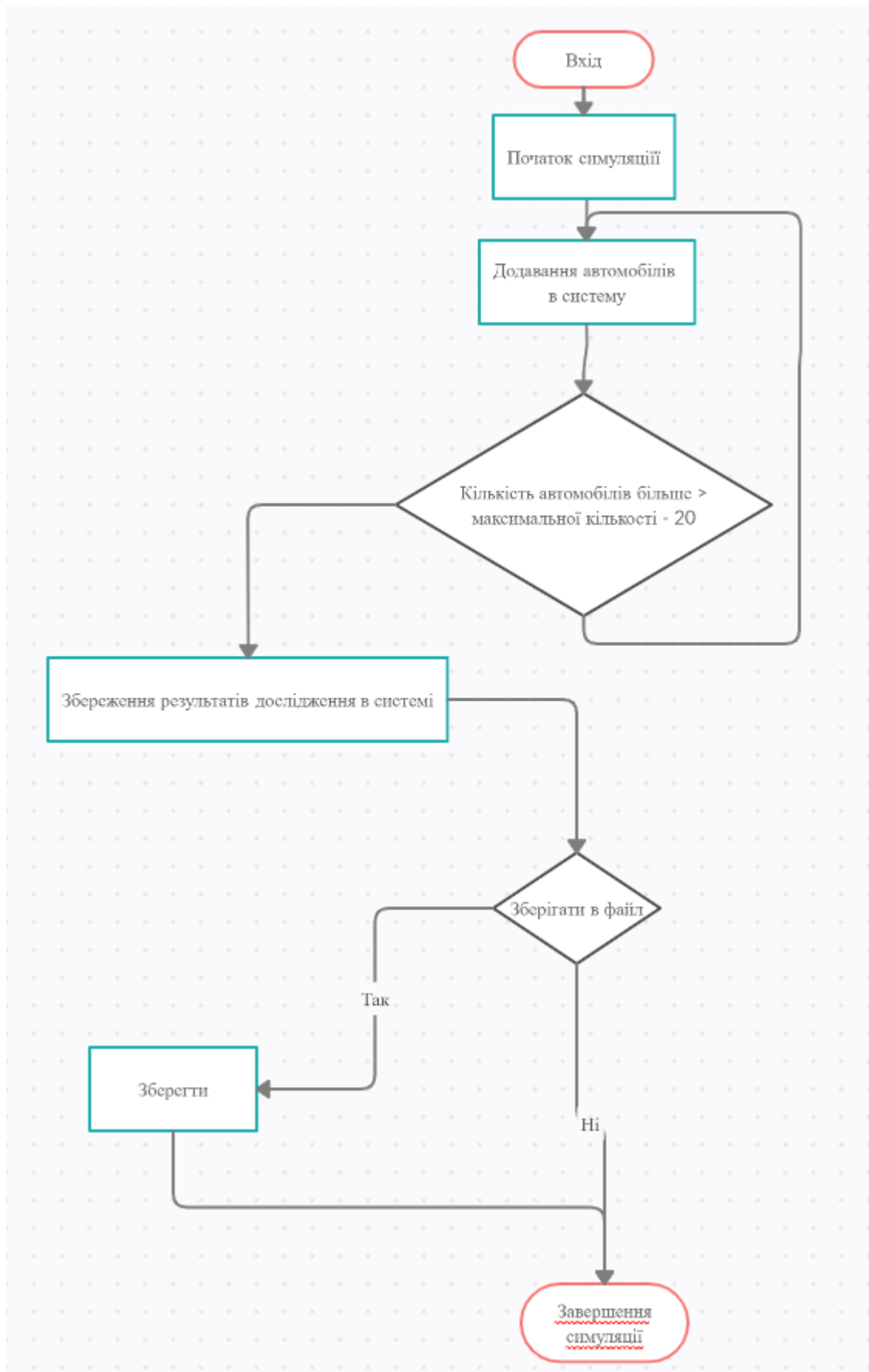
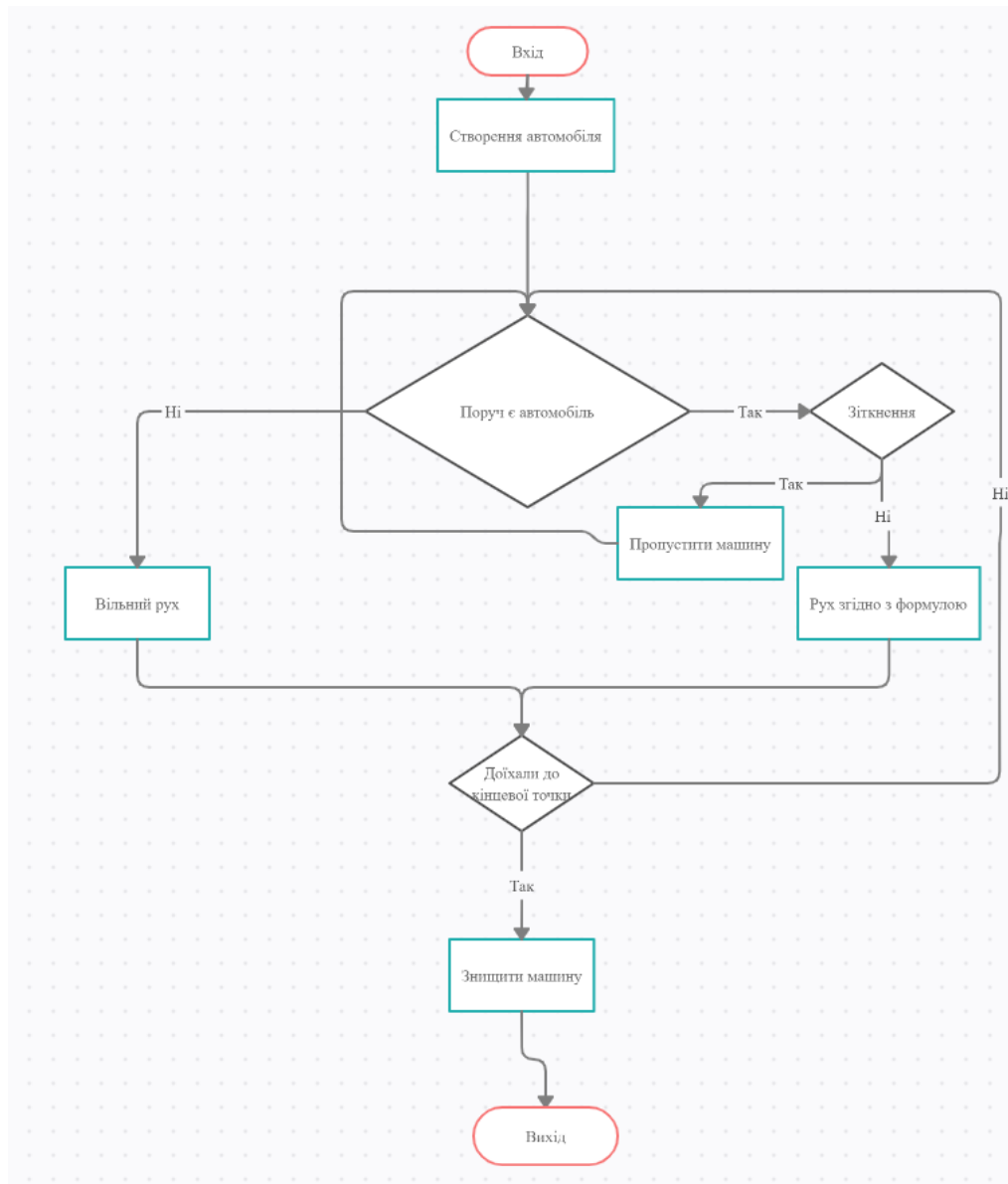
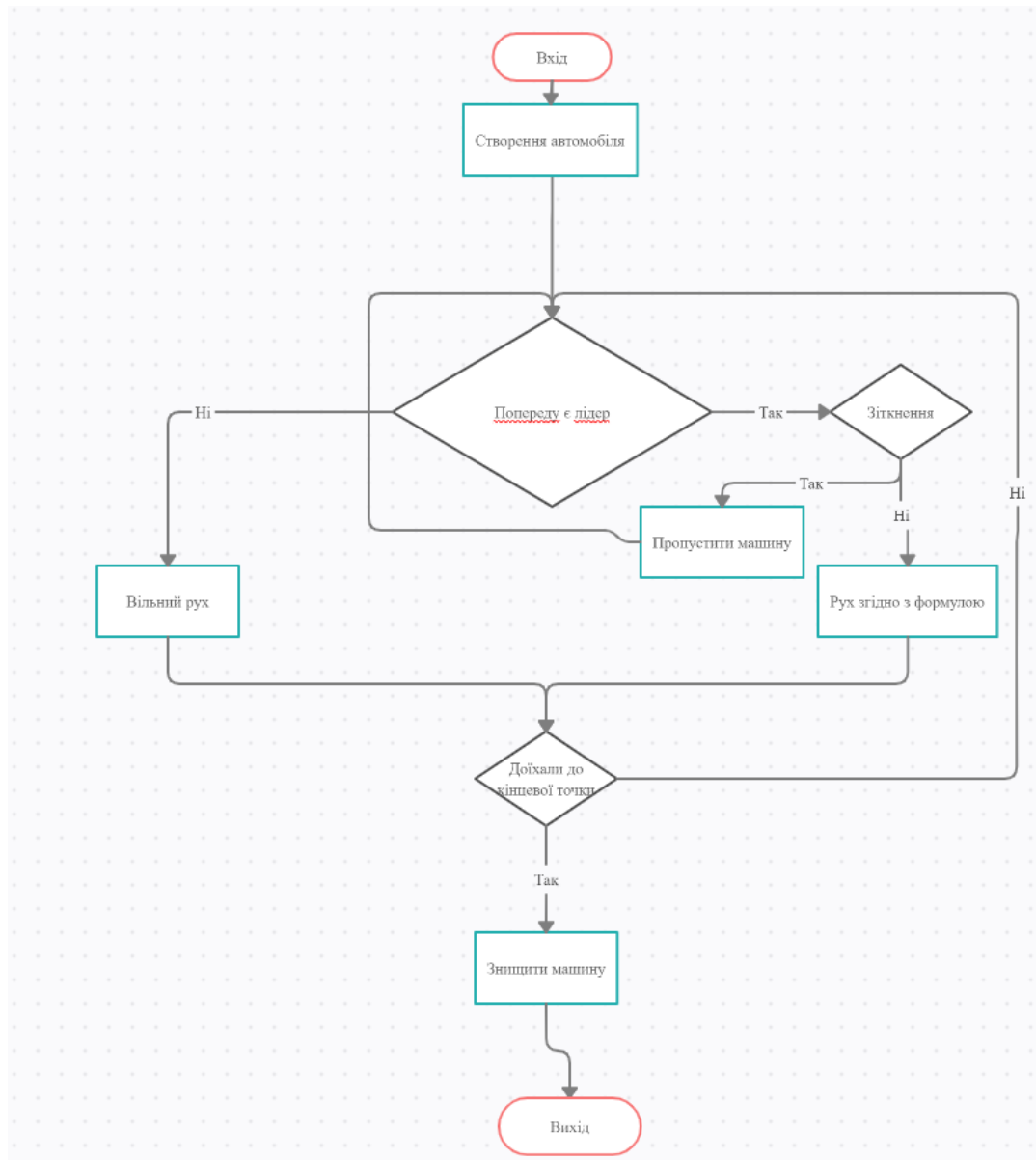


Рисунок 3.2 – Алгоритми допоміжних модулів



3.3 – Алгоритм Відемана.



3.4 – Алгоритм «Слідкування за лідером».

3.2. Використані методи

В ході аналізу та дослідження конструктивно-продукційного підходу, розроблено конструктор, що моделює взаємопов'язані автомобільні потоки. Даний метод формалізувати процеси і результати формувань самих різних конструкцій в різних сферах.

Для порівнянь транспортної взаємодії було обрано моделі Відемана і «Слідкування за лідером», різниця між якими в першу чергу в тому, що за першою моделлю кожен автомобіль міняє рух автомобіля в першу чергу від ближньої машини, коли в моделі «Слідкування за лідером» - від машини попереду.

Конструктор було описано на базі лінійної строкової мови Picture Description Language, також відомою як «Граматикою» Алана Шоу. Ця формальна мова була

створена для описання та аналізу картинок та образів, в тому числі картин місцевості, алфавітів. Також ця методологія використовується для моделювання траєкторії руху елементарних часток і саме цей підхід було екстрапольовано під потреби програми для моделювання траєкторії руху кожного автомобіля.

3.3. Структура та алгоритм програми

Структура програмного комплексу представлена на рис. 3.6.

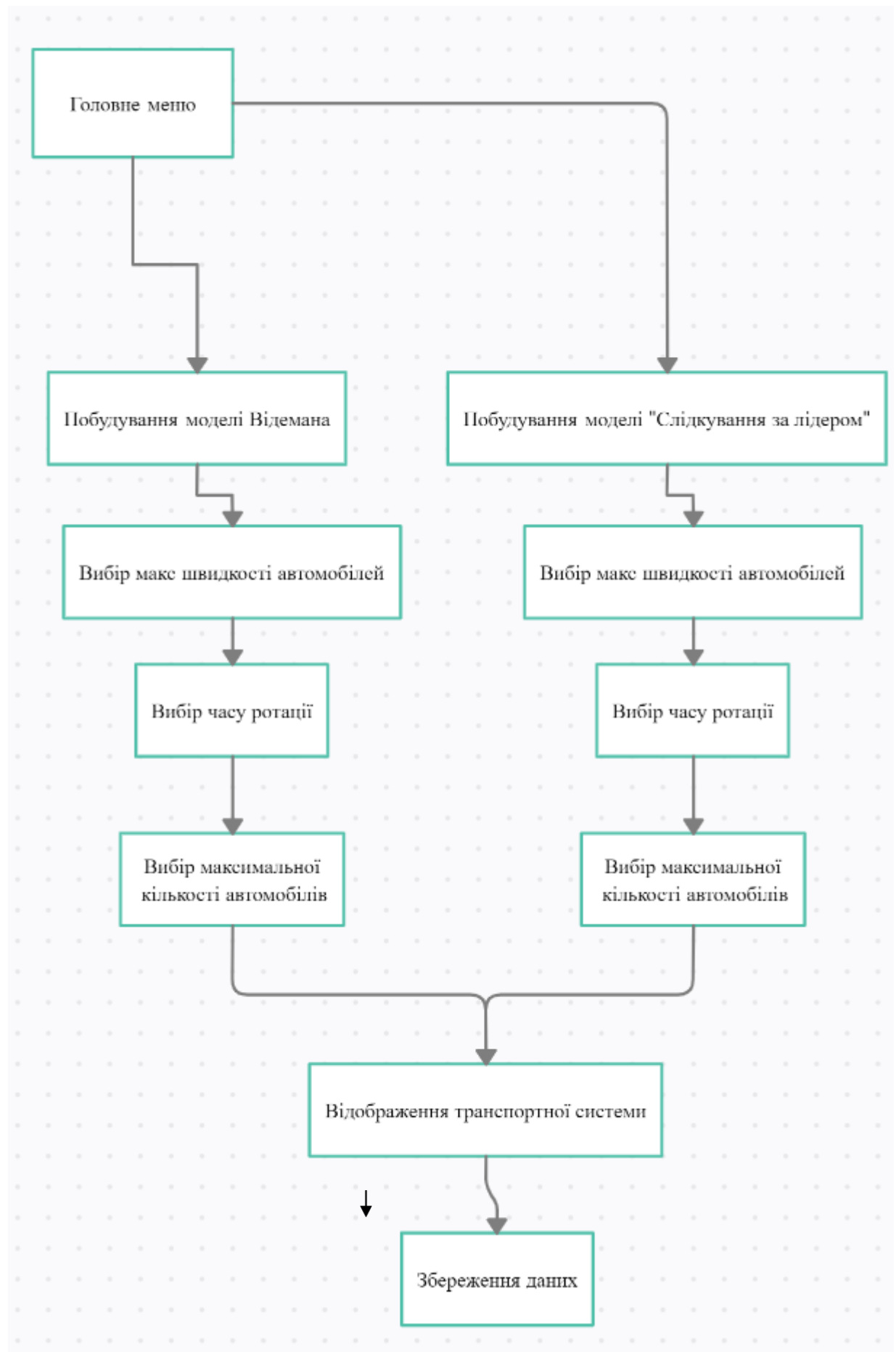


Рисунок 3.6 – Структура програмного комплексу

4 ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ

Програмний комплекс, що розробляється, розрахований на використання на IBM сумісних персональних комп'ютерах під керування операційної системи Windows.

Комп'ютер, що має наступні мінімальні характеристики:

- процесор AMD Ryzen 2200g;
- оперативна пам'ять – від 1 ГБ;
- монітор;
- клавіатура;
- комп'ютерна «миша»;
- CD/DVD-RW привід;
- USB-роз'єм.

5 ВИКЛИК ТА ЗАВАНТАЖЕННЯ

Для виклику програмного комплексу необхідно двічі натиснути на FTS.exe файл в папці з програмою, або на ярлик. Програмний комплекс викликається з будь якого носія.

Об'єм програмного комплексу у не за архівованому вигляді складає 130 Мб. Конфігурація комп'ютера повинна відповідати мінімальним характеристикам. Програма функціонує у середовищі операційних систем Windows.

6 ВХІДНІ ДАНІ

Вхідними даними для програмного комплексу є:

- обрана користувачем транспортна модель(Відемана, або «Слідкування за лідером») в головному меню програми;
- максимальна кількість автомобілів в межах міста, ціле число більше нуля
- максимальна швидкість в межах міста ціле число вище нуля;
- час ротації ціле число вище нуля, але не менше 10;

7 ВИХІДНІ ДАНІ

Результатом роботи програмного комплексу є:

- відображення дії дорожньої системи в вигляді неспинної системи дорожньої взаємодії;
- відображення часу роботи симуляції в текстовому файлі;
- відображення часу затримки кожної машини на обраних перехрестях в текстовому файлі;
- відображення кількості аварійних ситуацій в текстовому файлі;
- виведення помилок користувача.

8 ОПИС ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА

Головне вікно програмного комплексу зображено на рис. 8.1. Головне вікно надає можливість коректувати умови проведення симуляції, до головного меню входять наступні пункти:

- «Оберіть модель» – цей пункт призначений для вибору однієї з запропонованих моделей: Відемана або «Слідкування за лідером». Якщо користувач не вибере сам, але запустить симуляцію, буде обрано модель Відемана;
- «Оберіть максимальну швидкість» – надає можливість користувачу вибрати одну з трьох запропонованих максимальних швидкостей: 20, 40, або 60. Якщо користувач не вибере сам, але запустить симуляцію, тоді буде обрано швидкість 20
- «Оберіть час ротації» – цей пункт вибрати час ротації світлофора в межах міста. Серед запропонованих варіантів: 40, 60, або 80 секунд;
- «Оберіть максимальну кількість автомобілів» – цей пункт дозволяє обрати максимальну кількість автомобілів в межах міста: 300, 400, або 500 автомобілів.

Друга частина програмного комплексу зображена на рис. 8.2, це початковий вид вікна симуляції дорожньої мережі. Як можна бачити, спостереження ведеться камерою з проекцією в 3D.

Меню

Оберіть модель

Відемана Слідування за лідером

Оберіть максимальну швидкість

20 40 60

Оберіть час ротації

40 60 80

Оберіть максимальну кількість автомобілів

300 400 500

Почати симуляцію

Рисунок 8.1 – Головне вікно програмного комплексу

Вікно роботи симуляції, що видно рис. 8.2. також має 2 кнопки:

- «Завершити» завершення симуляції без збереження результатів.
- «Завершити і зберегти» завершення симуляції з збереженням отриманих результатів в текстовому файлі.

Робота система починається з заповнення карти максимальною кількістю автомобілів. Як тільки кількість доходить до максимальної, на обраному перехресті починається запис результатів.



Рисунок 8.2 – Вікно початку симуляції

Вікно симуляції на рис 8.3 дозволяє побачити, як система вже майже заповнена, а кількість автомобілів доходить до максимального.



Рис. 8.3 – Вікно симуляції через 3 хвилини роботи.

9 ПОВІДОМЛЕННЯ

Повідомлення, які можуть виникнути під час користування програмним комплексом наведені в табл. 9.1.

Оскільки система не допускає вводу не правильних даних, тому повідомлень про помилку користувача практично не має в цій програмі.

Таблиця 9.1 – Повідомлення інтерфейсу при роботі користувача з програмним комплексом.

Повідомлення	Ситуація	Дія
Дані успішно збережені!	Користувач обрав зберегти результати дослідження роботи автомобілів на обраному перехресті.	Підтвердити закриття програми.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАТВЕРДЖЕНО

1116130. 01166-01 ІЗ 01 ЛЗ

КОНСТРУКТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОПОВ'ЯЗАНИХ
АВТОМОБІЛЬНИХ ПОТОКІВ

Керівництво користувача. Керівництво з конструктивного моделювання
взаємопов'язаних автомобільних потоків

1116130. 01166-01 ІЗ 01

Аркушів 13

2
1116130.01166-01 ІЗ 01
АНОТАЦІЯ

Документ 1116130.01165-01 ІЗ «Конструктивне моделювання взаємопов'язаних автомобільних потоків» Керівництво користувача. Керівництво з конструктивного моделювання взаємопов'язаних автомобільних потоків, що входить до складу програмної документації до дипломного проекту.

У даному документі представлено призначення та умови застосування програми, підготовка до роботи, опис операцій, аварійні ситуації, рекомендації щодо засвоєння.

3
1116130. 01165-01 ІЗ 01
ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Призначення та умови застосування.....	5
2. Підготовка до роботи.....	6
3. Опис операцій.....	7
4. Аварійні ситуації.....	17
5. Рекомендації щодо засвоєння	18
6. Повідомлення користувачу	19

ВСТУП

Програмний комплекс надає можливість користувачеві обробляти конструктивні процеси, такі як моделювання траєкторії автомобілів, та їх взаємодія в вигляді потоків. Для цього програмний комплекс надає такі можливості: моделювання транспортної взаємодії за моделлю Відемана, моделювання транспортної взаємодії за моделлю «Слідкування за лідером», можливість міняти час ротації світлофорів, можливість міняти максимальну швидкість автомобілів, можливість міняти максимальну кількість автомобілів в системі.

Для користування програмним комплексом користувач повинен володіти базовими знаннями користування персональним комп'ютером. Для того щоб користувач міг використовувати програмний комплекс у повному обсязі, необхідно ознайомитися з програмною документацією опис програми та керівництво користувача.

1. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА УМОВИ ЗАСТОСУВАННЯ

Програмний комплекс призначена для автоматичної обробки нечітких часових рядів різноманітних технологічних, виробничих, інформаційних, лікувальних та інших процесів, швидкому порівнянні отриманих моделей, а також прогнозування за допомогою створеного програмного комплексу.

Умови для використання програмного комплексу такі:

- операційна система Windows;
- забезпечити контроль вхідних та вихідних даних, описані в описі програми;
- процесор AMD Ryzen 2200g;
- оперативна пам'ять – від 2 ГБ;
- клавіатура;
- комп'ютерна «миша»;
- CD/DVD-RW привід;
- USB-роз'єм.

2. ПІДГОТОВКА ДО РОБОТИ

На носії знаходяться виконавчий файли програмного комплексу та програмна документація, які можуть бути перенесені на комп'ютер і використовуватися за призначенням.

Для виклику програмного комплексу необхідно виконати СМС.exe файл, після чого програмний комплекс може бути використано для конструювання взаємопов'язаних автомобільних потоків.

Для перевірки програмного комплексу необхідно запустити його і провести перевірку всіх функцій. Для початкової перевірки достатньо запустити симуляції з базовими параметрами.

3. ОПИС ОПЕРАЦІЙ

Після запуску програмного комплексу, з'явиться головне вікно зображене на рис. 3.1.



Меню

Оберіть модель

Відемана Слідкування за лідером

Оберіть максимальну швидкість

20 40 60

Оберіть час ротації

40 60 80

Оберіть максимальну кількість автомобілів

300 400 500

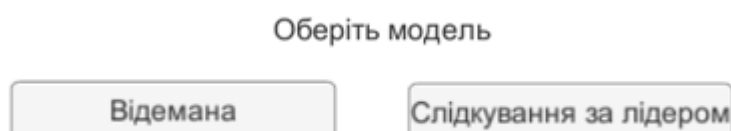
Почати симуляцію

Рисунок 3.1 – Головне вікно програмного комплексу

З головного вікна програмного комплексу виконуються функції, які більш детально описані нижче:

Функція вибору моделі. Користувач має обрати, як показано на рис. 3.2 із двох моделей одну. Якщо вибір не був зроблений, автоматично буде обрано модель Відемана.

.



Оберіть модель

Відемана Слідкування за лідером

Рисунок 3.2 – Вибір транспортної моделі

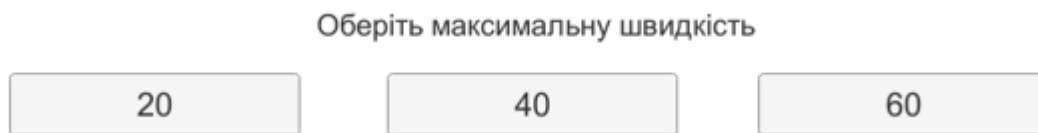


Рисунок 3.3 – Вибір максимальної швидкості

Функція вибору максимальної швидкості. Згідно з кожною з моделей, як Відемана, так і «Слідкування за лідером», для розрахунку руху машин потребується значення максимальної швидкості, яке може обирати користувач, як видно на 3.3. Машина досягатиме максимальної швидкості в фазі вільного руху, або швидкість буде розраховуватись за формулами. Обрано три варіанти швидкості : 20, 40, 60. Якщо не обрати самому, але почати симуляцію, то автоматично буде обрана швидкість 20.

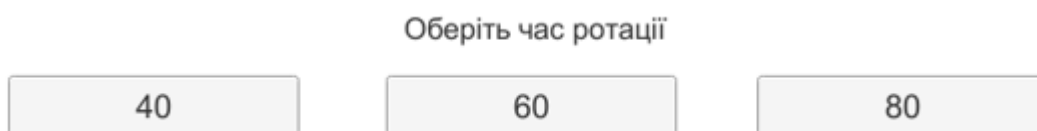


Рисунок 3.4 – Функція вибору часу ротації на світлофорах

Функція вибору часу ротації. Під часом ротації розуміється час, за який один світлофор двічі змінить свій колір на зелений. Як можна бачити на рис.3.4 – запропоновано 3 варіанти часу ротації: 40, 60, 80. Якщо користувач не зробить вибір, то система автоматично встановить час 40.

Функція вибору максимальної кількості автомобілів. Як видно на рис. 3.5, система пропонує зробити варіант між трьома варіантами 300, 400, 500. Ця кількість встановлює ліміт, до якого система спочатку буде забезпечувати появу автомобілів в різних місцях, а потім підтримує цю кількість. Якщо якась машина доїжджає до кінцевої точки, або до краю карти, то ця машина видаляється, а нова машина з'явиться де в межах карти. Таким чином, симуляція є теоретично безкінечною.

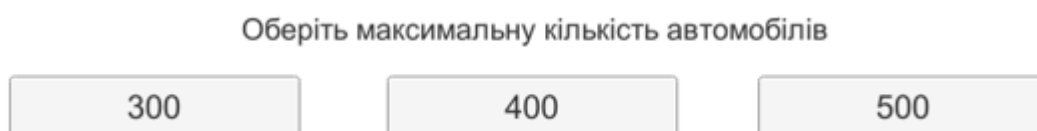


Рисунок 3.5 – Функція вибору максимальної кількості автомобілів

Після того, як користувач вибрав кожен із параметрів, або деякі(або всі) параметри система встановила сама, потрібно натиснути на кнопку «Почати симуляцію». Після цього, ми перейдемо до сцени з запущеною на введених умовах симуляцією автономного конструктивного моделювання транспортних потоків, початкову фазу якої можна побачити на рис. 3.6.



Рис. 3.6 – Вікно симуляції транспортної мережі в самому початку симуляції

Як можна побачити, система одразу пропонує нам можливість завершити роботу, або завершити і зберегти(рис. 3.7)

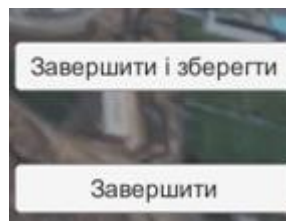


Рис.3.7 – Кнопки для завершення симуляції з- та без збереження

Система буде поступово заповнювати карту місцевості автомобілями до указаної максимальної кількості, як видно на рисунку 3.8



Рис. 3.8 – Вікно симуляції транспортного руху через півтори хвилини після запуску.

4. АВАРІЙНІ СИТУАЦІЇ

При недотриманні умов технологічного процесу будуть виводитися відповідні повідомлення або значення будуть встановлені автоматично.

При відмові носія програмні данні будуть втрачені, якщо їх не зберегти на додатковому носії.

Програмний комплекс не має захисту від зломів хакерів оскільки працює з даними з файлу після завершення роботи дані вивантажуються у текстовий файл. При необхідності захистити дані система Windows має можливість надавати доступ на запис, але не зчитування файлів, тому захист програмному комплексу не потрібен.

5. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСВОЄННЯ

За час тестування програми були помічені не суттєві, але не передбачувані аварійні ситуації, коли машини зтикалися (рис. 5.1), але не щезали, як повинні були, згідно з кодом. В таких умовах, проведення подальшого тестування може бути недостовірним. Якщо таке виникає, рекомендується перезапустити симуляцію на тих же умовах.

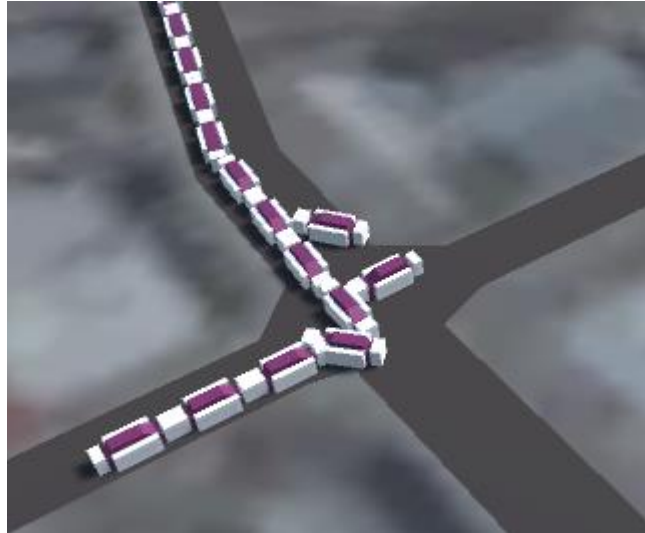


Рисунок 5.1 - Аварійна ситуація на дорозі

6. ПОВІДОМЛЕННЯ КОРИСТУВАЧУ

Для ефективної та правильної роботи необхідно читати повідомлення, котрі допоможуть при помилкових введених значеннях (рис. 5.1)

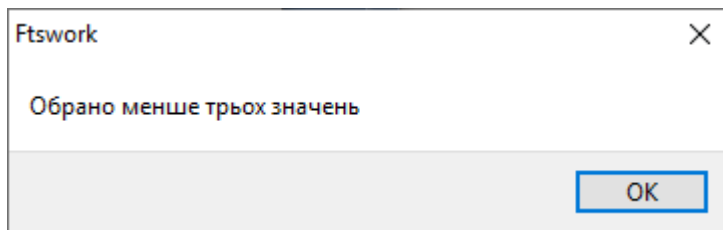


Рисунок 5.1 – При обрані недостатньої кількості параметрів

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАТВЕРДЖЕНО

1116130. 01166-01 12 01-ЛЗ

КОНСТРУКТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
ВЗАЄМОПОВ'ЯЗАНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ
ПОТОКІВ

Текст програми

1116130. 01166-01 12 01

Аркушів 13

2
1116130.01166-01 12 01
АНОТАЦІЯ

Документ 1116130.01165-01 12 «Конструктор моделювання взаємопов'язаних автомобільних потоків. Текст програми» входить до складу програмної документації до дипломного проекту.

У даному документі представлена структура програми, текст програми.

3
1116130. 01166-01 12 01
ЗМІСТ

1 Структура програми.....	4
2 Текст програми	5

Структура програми зображена на рис. 1.1.

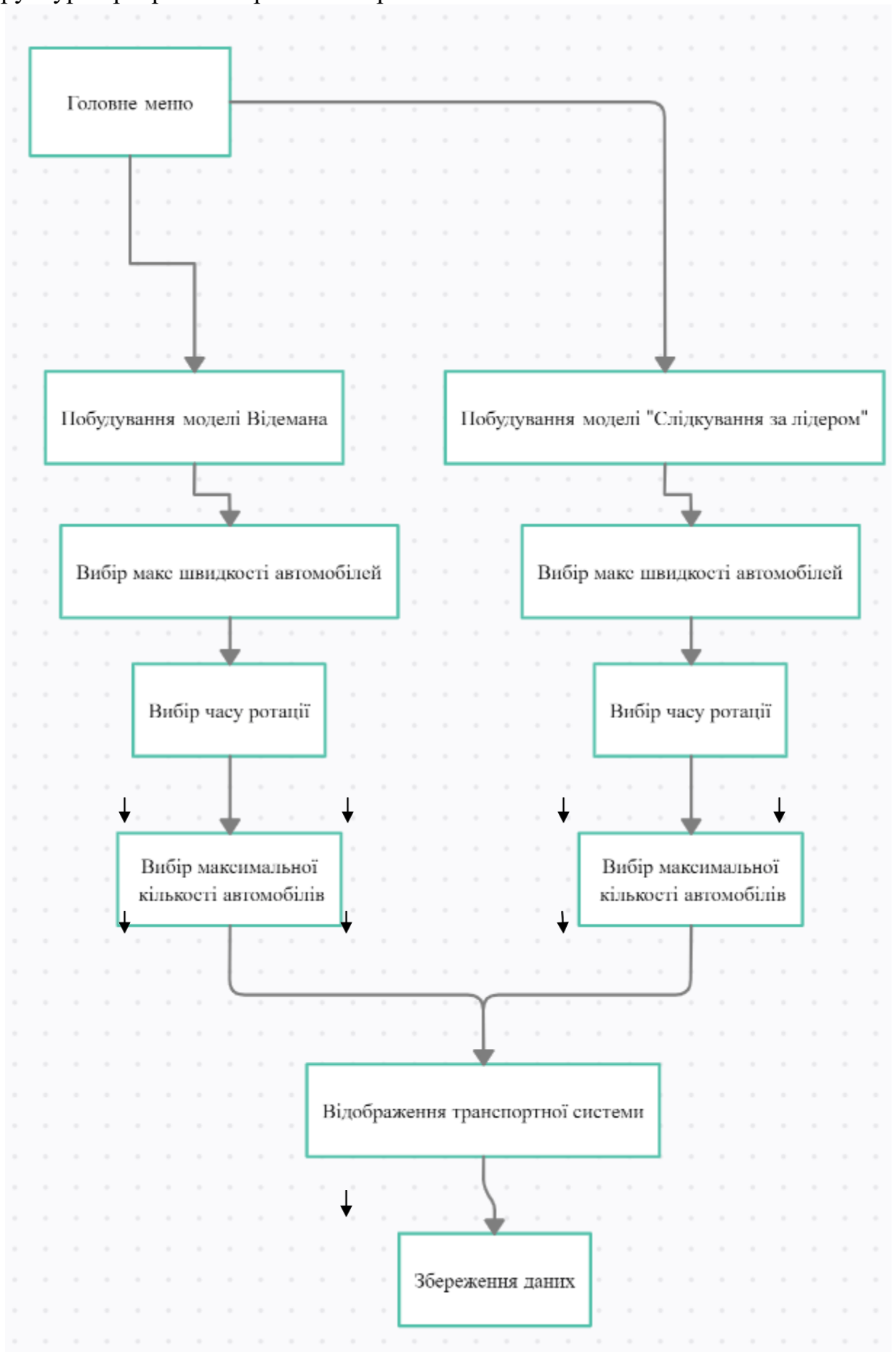


Рисунок 1.1– Структура програми

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class CameraController : MonoBehaviour
{
    public GameObject Car;

    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
        if (Input.GetKey(KeyCode.UpArrow)) {
            this.transform.position = new Vector3(this.transform.position.x+1, this.transform.position.y,
this.transform.position.z);
        }
        if (Input.GetKey(KeyCode.DownArrow))
        {
            this.transform.position = new Vector3(this.transform.position.x - 1, this.transform.position.y,
this.transform.position.z);
        }
        if (Input.GetKey(KeyCode.LeftArrow))
        {
            this.transform.position = new Vector3(this.transform.position.x , this.transform.position.y,
this.transform.position.z+1);
        }
        if (Input.GetKey(KeyCode.RightArrow))
        {
            this.transform.position = new Vector3(this.transform.position.x , this.transform.position.y,
this.transform.position.z-1);
        }
        if (Input.GetKey(KeyCode.W))
        {
            this.transform.position = new Vector3(this.transform.position.x, this.transform.position.y-1,
this.transform.position.z);
        }
        if (Input.GetKey(KeyCode.S))
        {
            this.transform.position = new Vector3(this.transform.position.x, this.transform.position.y+1,
this.transform.position.z);
        }
        //this.transform.position = new Vector3(Car.transform.position.x, this.transform.position.y, Car.transform.position.z);
    }
}
```

CarController.cs

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class CarController : MonoBehaviour
{
    public GameObject Trigger = null;
    private Vector3 v2;
    bool nextFlag = true;
    bool rightFlag = false;
    bool leftFlag = false;

    int checkLight = 0;
```

```

public static float maxSpeed = 0.02f;
public static int rotation = 10;
public static int ModelChecker = 0;

internal bool LeaderFlag = false;

internal bool VidemanFlag = false;
internal float Alpha = 1.2f;
internal float Beta = 0.8f;

internal float Ti = 0.2f;

public float VLeader = 0.03f;

float distance = 3f;

public float VNear = 0.03f;

public float MaxVideman() {
    if ((Speed * Ti + (Speed * (Speed - VNear) / (2 * Mathf.Sqrt(Alpha * Beta))) < 0))
        return 0;

else return (Speed * Ti + (Speed * (Speed - VNear) / (2 * Mathf.Sqrt(Alpha * Beta))));
}

private void Leader(float curSpeed)
{
    if (LeaderFlag)
    {
        Speed = 1 / Ti *(VLeader - curSpeed);
    }
}
private void Videman(float curSpeed)
{
    if (VidemanFlag)
    {
        Speed = Alpha*(1 - (curSpeed/maxSpeed) - distance - MaxVideman()) * Time.deltaTime;
    }
}

internal float Speed = 0.02f;
internal bool MoveFlag = true;

static void SpeedOn ()
{
}

System.Random rnd = new System.Random();
int choice = 0;
int choice1 = 0;

private void Turn() {
    if (Trigger.GetComponent<RoadGraph>().Left)
        leftFlag = true;
}

```


else leftFlag = false;
 1116130. 01166-01 12 01
 if (Trigger.GetComponent<RoadGraph>().Right)

rightFlag = true;
 else rightFlag = false;

if (leftFlag && rightFlag) choice = rnd.Next(-1, 2);
 else if (leftFlag) choice = rnd.Next(-1, 1);
 else if (rightFlag) choice = rnd.Next(0, 2);

```
switch (choice)
{
    case -1:
    {
        v2 = Trigger.GetComponent<RoadGraph>().Left.transform.position;
        Trigger = Trigger.GetComponent<RoadGraph>().Left;
        break;
    }
    case 0:
    {
        v2 = Trigger.GetComponent<RoadGraph>().Next.transform.position;
        Trigger = Trigger.GetComponent<RoadGraph>().Next;
        break;
    }
    case 1:
    {
        v2 = Trigger.GetComponent<RoadGraph>().Right.transform.position;
        Trigger = Trigger.GetComponent<RoadGraph>().Right;
        break;
    }
}
choice = 0;
}
```

```
private void Move()
{
    if (this.transform.position != v2)
    {
        if (MoveFlag)
            this.transform.position = Vector3.MoveTowards(this.transform.position, v2, maxSpeed);
        else
        {
            Turn();
            this.transform.LookAt(Trigger.transform.position);

            /*var lookPosition = this.transform.position - Trigger.transform.position;
            lookPosition.y = 0;
            var rotation = Quaternion.LookRotation(lookPosition);
            this.transform.rotation = Quaternion.Slerp(this.transform.rotation, rotation, Time.deltaTime*100);

            this.transform.Rotate(this.transform.up, lookPosition.y, Space.World);

            var a = Quaternion.AngleAxis(-90f, Vector3.left);
            var b = Quaternion.AngleAxis(158f, Vector3.forward);
            this.transform.rotation = Quaternion.Euler( new Vector3(-90f, this.transform.rotation.y, 158f));

            */
        }
    }
}
```

```

    }
}

```

```

private void Start()
{
    this.transform.position = Trigger.GetComponent<RoadGraph>().Previous.transform.position;
    v2 = Trigger.transform.position;
    this.transform.LookAt(Trigger.transform.position);
}

```

```

private void FixedUpdate()
{
    if (Time.fixedTime % rotation == 0) checkLight++;
    if (checkLight > 3) checkLight = 0;

    if (MoveFlag)
    {
        if (this.transform.position == Trigger.transform.position)
        {
            switch (Trigger/*GetComponent<RoadGraph>().Next*/.transform.tag)
            {
                case "TopMove":
                {
                    if (checkLight == 0) Move();
                    break;
                }
                case "DownMove":
                {
                    if (checkLight == 1) Move();
                    break;
                }
                case "LeftMove":
                {
                    if (checkLight == 2) Move();
                    break;
                }
                case "RightMove":
                {
                    if (checkLight == 3) Move();
                    break;
                }
                case "Untagged":
                {
                    Move();
                    break;
                }
            }
        }
        else Move();
    }
}

```

```

if(!Trigger.GetComponent<RoadGraph>().Next)
{
    if (this.transform.position == Trigger.transform.position)
    {

```

```

        Destroy(this.gameObject); 1116130.01166-01 12 01
        CarUpdater.count1--;
    }

}

}

}

```

Rotation.cs

```

using UnityEngine;

public class Rotation : MonoBehaviour
{
    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {

    }

    // Update is called once per frame
    void Update()
    {

    }

    public void RotationTime(int rot)
    {
        CarController.rotation = rot;
    }
}

```

ModelChecker.cs

```

using UnityEngine;

public class ModelChecker : MonoBehaviour
{
    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {

    }

    // Update is called once per frame
    void Update()
    {

    }

    public void SetModel(int choice)
    {
        CarController.ModelChecker = choice;
    }
}

```

MaxCars.cs

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class MaxCars : MonoBehaviour

```

```

1116130.01166-01 12 01
{
    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {

    }

    // Update is called once per frame
    void Update()
    {

    }
    public void MaximumCars(int Maxcars)
    {
        CarUpdater.maxcount = Maxcars;
    }
}

```

LoadScene.cs

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class LoadScene : MonoBehaviour
{
    // Start is called before the first frame update
    void Start()

    {

    }

    // Update is called once per frame
    void Update()
    {

    }
    public void SceneLoad(int index) {
        SceneManager.LoadScene(index);
    }
}

```

MoveControllerLB.cs

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class MoveControllerLB : MonoBehaviour
{
    public GameObject car;

    private void OnTriggerEnter(Collider collision)
    {

        if (collision.transform.tag == "RightBamp")
        {
            Destroy(this.car);
            CarUpdater.count1--;
        }

    }
}

```

1116130.01166-01 12 01 MoveControllerRB.cs

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class MoveControllerRB : MonoBehaviour
{
    public GameObject car;

    private void OnTriggerEnter(Collider collision)
    {
        if (collision.transform.tag == "LeftBamp")
        {
            Destroy(this.car);
            CarUpdater.count1--;
        }
    }
}

```

CarUpdater.cs

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class CarUpdater : MonoBehaviour
{
    public GameObject[] mass;
    public GameObject[] Final;
    private GameObject[] cars;
    public GameObject car;
    static internal int count1 = 0;

    public static int maxcount = 300;

    int count2 = 0;

    IEnumerator spawn ()
    {
        yield return new WaitForSeconds(3f);
    }

    void FixedUpdate()
    {
        if (count1 < 200)
        {
            if (Time.fixedTime % 6 == 0)
            {
                for (int i = 0; i < mass.Length; i++) {
                    GameObject _car = new GameObject();
                    _car = car;
                }
            }
        }
    }
}

```

```

        Instantiate(_car);
        count1++;
        _car.GetComponent<CarController>().Trigger = mass[ i];
        _car.GetComponent<CarController>().Trigger = mass[i];
        //cars[count2] = _car;
        //count2++;
    }
}

}
/*for (int d = 0; d < cars.Length; d++)
{
    if (!cars[d].GetComponent<CarController>().Trigger.GetComponent<RoadGraph>().Next)
    {
        Destroy(cars[d]);
    }
}*/
}
}

```

MoveController.cs

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class MoveController : MonoBehaviour
{
    public GameObject car;

    private void OnTriggerEnter(Collider collision)
    {
        if (collision.transform.tag == "BackBamp" || collision.transform.tag == "LeftBamp" ||
collision.transform.tag == "RightBamp")
        {
            car.GetComponent<CarController>().MoveFlag = false;
            car.GetComponent<CarController>().Speed = 0f;
        }

        /*else if (collision.transform.tag == "FrontBamp")
        {
            Destroy(this.car);
            CarUpdater.count1--;
        }*/
    }
    private void OnCollisionStay(Collision collision)
    {
        {
            car.GetComponent<CarController>().MoveFlag = false;
            car.GetComponent<CarController>().Speed = 0f;
        }
    }
}

```

```

    }
}

private void OnTriggerExit(Collider collision)
{
    if (collision.transform.tag != "BackBamp" || collision.transform.tag != "LeftBamp" ||
collision.transform.tag != "RightBamp")
    {

        car.GetComponent<CarController>().MoveFlag = true;
        car.GetComponent<CarController>().Speed = 1f;
    }

}

}

```

MaxSpeed.cs

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class MaxSpeed : MonoBehaviour
{
    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {

    }

    // Update is called once per frame
    void Update()
    {

    }
    public void MaximumSpeed(float MaxSp)
    {
        CarController.maxSpeed=MaxSp;
    }
}

```

RoadGraph.cs

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class RoadGraph : MonoBehaviour
{
    public GameObject Next =null;
    public GameObject Previous = null;
    public GameObject Left = null;
    public GameObject Right=null;
    private void Start()
    {

    }

}
}

```



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА**

ТЕЗИ

**XIII-ої Міжнародної науково-практичної конференції
«СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ І КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
НА ТРАНСПОРТІ, В ПРОМИСЛОВІСТІ ТА ОСВІТІ»**

11-12 грудня 2019

Тезисы

**XIII-й Международной научно-практической
конференции «СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И
КОМУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ,
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОБРАЗОВАНИИ»**

11-12 декабря 2019

ABSTRACTS

**of the XIII-th International Conference «MODERN
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES ON
A TRANSPORT, IN INDUSTRY AND EDUCATION»**

11-12, December, 2019

**Дніпро
2019**

ЗМІСТ

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НА ТРАНСПОРТІ І В ПРОМИСЛОВOSTІ20

Automated system of assessment of technical status of mechanisms	21
Sushko L.F., Dniprovsky State Agrarian and Economic University, Ukraine	
Гіс-технології в системах управління транспортними підприємствами	22
Анофрієв В.Г., Лапа О. П, Павленко Н. Є, Сенченко А. Д. , Міжнародний науковонавчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, Україна	
Особливості застосування пристроїв цифрового радіозв'язку в системах інтервального регулювання руху поїздів	23
Гончаров К. В., Коваленко А. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Удосконалення системи автоматичної ідентифікації рухомого складу	24
Гончаров К. В., Лисюк В. В., Міщенко М. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Розвиток АСУ Т для інформаційного обліку роботи приватної тяги на коліях загального користування АТ «Укрзалізниця»	25
Ковдря Д.В., Цейтлін С.Ю., Гусева В.В., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	
Напрямки інформатизації процесів ресурсозбереження міського електричного транспорту	26
Козлова О.С., Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна	
Развитие компьютерной инженерии: от ИТС к СТС	27
Косолапов А.А., Назарова Д.И., Днепро́вский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина	
Исследование точности работы точечных измерителей скорости в системах управления скатыванием вагонов с горки	28
Остапец Д. А., Днепро́вский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна, Украина, Говор О. В., OpenX Poland sp. z o.o., Польша, Безденежных П. Е., ZooPlus AG, Германия	
Економія витрат вугілля на опалення пасажирських вагонів	29
Півень В.О., Квірікадзе В.Р., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	
Удосконалення технології роботи прикордонної станції Х	30
Примаченко Г. О., Ісаченко М. С., Сологуб Н. Ф., Торбін І. Ю., Український державний університет залізничного транспорту, Україна	
Питання розвитку інформаційних технологій для ефективного функціонування вагонного господарства АТ «Укрзалізниця»	31
Цейтлін С.Ю., Коваленко Л.О., Школяр Я.М., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	

СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ, МІКРОПРОЦЕСОРНІ СИСТЕМИ32

Parallel forms of different circuit algorithms	33
Shvachych G.G., Karpova T.P., National Metallurgical Academy Of Ukraine, Ukraine	
Ivaschenko O.V., Sushko L.F., Dniprovsky State Agrarian and Economic University, Ukraine	
Цифровизация работы сортировочных станций на основе дистанционного	

акустического зондирования	34
Бурченков В. В., Белорусский государственный университет транспорта, Параметрична	
оптимізація кінематичної структури та законів руху дволанкової	
маніпуляційної системи	35
Демидюк М.В., Демидюк В.М., Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача НАН України	
Информационные технологии диагностики контактных проводов	
электрифицированных железных дорог	36
Доманский И. В., Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова,	
Переверзев К. В., г. Киев ООО «ДАК-Энергетика», Україна,	
Шевяков С. М., ООО «МСД Холдинг», Россия	
Дослідження та розробка комп'ютеризованої системи управління розумним	
будинком	37
Коломоєць О. О., Дзюба В. В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Задача оптимального керування сингулярно-збуреною розподіленою системою	38
Михайлова Т.Ф., Максименкова Ю.А. Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
До питання аналізу методів прогнозування електроспоживання	39
Харченко В.Ф., Козлова О.С., Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна	
Синтез С-кода в среде Matlab для микропроцессора	40
Чумак В.С., Свид И.В., Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина	
Автоматизована система для контролю за роботою сільськогосподарської	
техніки	41
Ясько М. М., Дніпровський національний університет ім. Олесь Гончара, Україна	

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ І В ПРОМИСЛОВOSTІ42

Optimization of packet routing in computer networks	43 Ben
Hadj Hmida Mohamed, Ukrainian State Chemical Technology University, Ukraine	
Coexistence of technology 4.0	44
Anna Maryniak; Poznań University of Economics and Business; Poland	
The measurement of traction current harmonics parameters by short time Fourier	
transform	45
Meleshko V.V., Havryliuk V.I., Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Ukraine	
Artificial Intelligence is not Future, it is Present	46
Anna Shkliarova, PC-EFTPOS Pty Ltd, Sydney, Australia	
Efficient Video Streaming Service for Train Pass Commuters	47
Tatsuya Yamazaki, Niigata University, Japan	
Компьютерные модели в задачах оценки уровня загрязнения окружающей среды	
при эмиссии химически опасных веществ	48
Амелина Л.В., Беляев Н.Н., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Берлов А.В., ГБУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и	

архитектуры», Украина	
Система підтримки прийняття рішень ProjectEvaluation для багатокритеріальної оцінки ефективності ІТ-проектів на базі спрощеного варіанту методології VOCR	49
М.В., Національна металургійна академія України, Україна	
Инфологичне моделювання в задачах управління технологічними процесами створення перспективних матеріалів	50
Баранов Г.Л., Комісаренко О.С., Національний транспортний університет, Україна	
Информационно-интеллектуальная технология реализации заданий упорядочения групп элементов с учетом сложности операций формирования	51
Б.Б., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. академика В. Лазаряна, Украина	
Компьютерное моделирование в задачах гидродинамики подземных вод	52
Беляева В.В., Гунько Е.Ю., Машихина П.Б., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Численные модели для расчета гидродинамики и массопереноса в системах очистки воды	53
Беляев Н.Н., Долина Л.Ф., Козачина В.А., Лемеш М.В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Дослідження оптимального розподілу векторного дискретного ресурсу на прикладі меблевого виробництва	54
Беляєв П.І., Кузнецов В.І., Євтушенко Г.Л., Національна металургійна академія України, Україна	
Системы отримання інформації транспортними операторами	55
Бех П.В., Лашков О.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академика В. Лазаряна, Україна	
Моніторинг об'єкта діагностування з використанням індексу технічного стану	56
Боднар Б.С., Очкасов О.Б., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академика В. Лазаряна, Україна	
Про методи розв'язання задач тривимірної триангуляції	57
Божуха Л.М., Матюхін Є.В., Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Україна	
Електронний маршрут машиніста	58
Великодний В.В., ЦІТ АТ «Укрзалізниця», Гусєва В.В., Репа О.П., Хотін М.В. філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	
Розробка модулю інформаційної системи торговельного підприємства	59
Виноградова О.В., Гнатушенко Вікт. В., Національна металургійна академія України, Україна	
Розробка та дослідження моделі логування в ETL системах	60
Виноградов М.Г., Гнатушенко Вікт. В., Національна металургійна академія, Україна	
Моделирование движения динамических объектов по результатам наблюдений, поступающих с запаздыванием	61
Востриков И.В., МГУ имени М.В.Ломоносова, Россия	
Имитационное моделирование процесса идентификации сложных колебаний в акустической дефектоскопии	62
Гасанов З. М., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Комплекс контролю доступу на базі біометричних методик	63

Годун Є. Д., Капшученко Д. О., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Розробка інформаційної системи Електронного податкового обліку	64
Горбачова І.С., Острогова Л.М., Чепіжко С.П., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	
Моделювання технологічного процесу роботи станції за методологією поетапного моделювання	65
Горбова О.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
Використання інформаційних технологій для оптимізації виробничих бізнес процесів	66
Горобець С.Г., Гнатушенко Вікт, В., Національна металургійна академія України, Україна	
Защита информации в локальной сети промышленного предприятия	67
Дериглазов І.О., ДВНЗ Украинский государственный химико-технологический университет, г. Днепр, Украина	
Дослідження і застосування сучасних web-технологій для розробки програмного комплексу «Розумна парковка»	68
Дмитрієва І.С., Сілін С.О. Національна металургійна академія України, Україна	
Розробка технології пошуку викидів у часових рядах фінансових показників	69
Долгіх А.О., Байбуз О.Г. Дніпровський національний університет ім. О.Гончара, Україна	
О методах идентификации железнодорожного подвижного состава	70
Доманская Г.А., Егоров О.И., Бондарева В.С., Днипровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна, Украина Спутниковые радионавигационные системы как средство для позиционирования объектов на различных видах транспорта	71
Доманская Г.А., Егоров О.И., Ивин П.В., Трошин Е.А., Днипровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна, Украина Риск-ориентированная система поддержки принятия решений для защиты объектов критических инфраструктур	72
Жарикова М.В., Коротун А.В., Назаренко Р.С., Херсонский национальный технический университет, Украина	
Дослідження стилю відлагодження програм	73
Жеваго О.О., Шинкаренко В. І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Аналіз виконання розкладу руху маршрутних вантажних поїздів	74
Жевжик Є. Г., Овчаренко С. М., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	
Оперативний контроль руху вантажних маршрутних поїздів за узгодженим розкладом по твердим наскрізним ниткам нормативного графіку в системі АСК ВП УЗ-Є	75
Жевжик Є.Г., Репа О.П., Кійко І.М., Каракуц Д.І., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	
Підвищення точності геолокації маневрових локомотивів за допомогою систем інерціальної навігації	76
Жуковицький І.В., Заєць О.П., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Дослідження та розробка децентралізованої системи зберігання даних за допомогою технології Blockchain	77
Жуковицький І.В., Мартиненко М.Ю., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	

Дослідження впливу методу бінаризації зображення на його фрактальну розмірність	78
Журба А.О., Леванович О.І., Національна металургійна академія України, Україна	
представлення онтологій залізничного транспорту	79
Жучий Л. И., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина	
Дослідження часової ефективності гібридизації алгоритмів біонічного походження	80
Завгородній А.Д., Шинкаренко В.І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. А. Лазаряна, Україна	
Програмний комплекс для аналізу та прогнозування характеристик нерегулярних часових послідовностей	81
Olexiy Zakharov, Unity Technologies, Copenhagen, Denmark	
Скалозуб В.В., Галабут О.О., Мурашов О.В. Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Забезпечення ефективного функціонування корпоративної мережі	
Івченко Ю.М., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. А. Лазаряна, Україна	
Івченко В.Г., ВП «Дніпровське відділення» філії ГПОЦ, Дніпро, Україна	
Представление и развитие предметных конструктивных моделей	83
Ильман В.М., Андрущенко В.А., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Конструктивне моделювання геометричних об'єктів.....	84
Ильман В.М., Иванов О.П., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. Лазаряна В.А.	
Системна конструктивна модель	85
Ильман В.М., Иванов О.П., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. Лазаряна В.А.	
Об'єктно-орієнтована методологія розроблення інформаційної системи для діагностики автоматизованих річтраків	86
Кириичук Д. Л., Херсонський національний технічний університет, Україна	
Выбор модели системы обслуживания подвижного состава метрополитена	87
Лагута В.В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Козик Ю.Г., ТзОВ «Прикладные железнодорожные технологии», Германия	
Модели и методы разработки баз знаний для предметно-ориентированных интеллектуальных систем управления процессами ликвидации стихийных бедствий	89
Ляшенко Е. Н., Прачик В. В., Херсонский национальный технический университет, Украина	
Предельный угол наклона ленточного конвейера с глубокой желобчатой и трубчатой лентой	90
Кирия Р.В., Жигула Т.И., Смирнов А.Н., Мостовой Б.И., Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины	
Розробка методів формування вимог до програмних систем на основі сценаріїв	91
Ковальов Є.І., Иванов О.П., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна	
Технология численного решения задач глобальной оптимизации	92
Косолап А. И., ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,	

Украина

- Оптимизация буферной памяти в многопроцессорных системах93
Котловец И. С., ДВНЗ Украинский государственный химико-технологический университет, г. Днепр, Украина
- Прогнозування зміни стану ізоляційної системи електричних машин локомотивів94 Лагута В.В., Сердюк К.М., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна
- Динамическое и статистическое моделирование сигналов в задачах диагностирования96
Лагута В.В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина
- Про один метод наближеного представлення результатів чисельного моделювання у аналітичному вигляді98
Ларіонов Г.І., Ларіонов М.Г., Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова національної академії наук України
- Эвристики конструктивно-продукционного моделирования99
Литвиненко К. В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина
- Симметрия и скользящий режим при поиске экстремума функции100
Литвиненко К. В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина
Корсун В.И., ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», Украина
- Про використання мов опису онтологій для розробки інтелектуальних систем101 Лобода Д. Г., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна
- Анализ отказов в токоприемнике и их причин102
Мохаммад Аль Саид Ахмад, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Иордания
- Диагностика основных узлов токоприемника103
Мохаммад Аль Саид Ахмад, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Иордания
- Аналіз методів визначення пропускної спроможності залізничної мережі104
Музикін М. І., Нестеренко Г. І., Бібік С. І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна
Шамрай З. В., Державний університет інфраструктури та технологій, Україна
- Біометрична аутентифікація за клавіатурним почерком105
Мусієнко М. І., Остапеч Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна
- Аналіз впливу зміни тарифних ставок на обіг вагону106
Нестеренко Г. І., Репях В. В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна
- Оцінка впливу випадкових характеристик обчислювальних процесів на найгірший час виконання програм (Worst Case Execution Time, WCET)107
Нечай В. Я., Кочерга С. А., Сенін Д. С. Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна
- Розробка локальної мережі підприємства в умовах обмежених можливостей

застосування провідного зв'язку	108
Носач Т.З, ДВНЗ Український державний хіміко-технологічний університет, Україна	
Виростання методів інтелектуального аналізу даних для обробки логів	109
Островська К.Ю., Рожко В.П., Національна металургійна академія України, Україна	
Використання гібридних нейронних мереж в задачі розпізнавання рукописного тексту	110
Островська К.Ю., Станиць Г.Ю., Внучков П.І., Національна металургійна академія України, Україна	
Аналіз інтелектуальних методів мультиагентної оптимізації для організації маршрутизації в ІТС залізничного транспорту.....	111
Пахомова В. М., Бондарева В. С., Вишневська А. А., Стаднік А. Д., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Розподіл потоків в мережі MPLS на основі використання ансамблю нейронних мереж	112
Пахомова В. М., Доманська Г. А., Педенко І. О., Сухомлин О. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Виявлення атак на комп'ютерну мережу з використанням нейромережної технології	113
Пахомова В. М., Коннов М. С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Організація бездротової мережі на сортувальній станції з використанням бджолиного методу	114
Пахомова В. М., Назарова Д. І., Піддубніак П. В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Маршрутизація трафіку в мережі MPLS з використанням нейромережної технології	115
Пахомова В. М., Русінов А. С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Маршрутизація в інформаційно-телекомунікаційній системі залізничного транспорту з використанням ансамблю нейронних мереж.....	116
Пахомова В. М., Скабалланович Т. І., Капшученко Д. О., Годун Є. Д., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Врахування економічного ефекту від обслуговування заявок в одній математичній моделі системи масового обслуговування	117
Послайко Н.І.; Дніпровський національний університет імені Олеса Гончара; Україна	
Поиск оптимальной архитектуры сверточной нейронной сети с использованием генетических алгоритмов	118
Радюк П. М., Хмельницький національний університет, Україна	
Рішення з розпізнавання номерів залізничних вагонів на базі штучних нейронних мереж	119
Решетняк Р. С., Устенко А. Б., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Особенности построения и международного взаимодействия отраслевых торговых площадок	120
Oleksei Satsuta, Slovakia, u42.spot.s.r.o Якунин А.А., Корпорация «Промтелеком», Украина	
Моделирование движения грузового поезда в режиме электрического торможения с помощью программного пакета MSC.ADAMS	121

Сахаров П. А., Белорусский государственный университет транспорта, Беларусь	
Застосування оптоволоконні лінії зв'язку на залізницях	122
Сердюк Т. М., Говоруха Д.О, Давидюк Д.О., Сердюк К.М., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна Костровський В.А., ООО «Централізація», Росія	
Використання альтернативних джерел енергії в пристроях залізничної автоматики	123
Сердюк К.М., Квацало О. Ю., Мацкевич С.С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна Покотілов Д. Я., Університет Твенті, Нідерланди	
Квази-оптимальное управление двигателями постоянного тока малой мощности	124
Сердюк Т.Н., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина Трипутень Н. М., Днепропетровская политехника, Украина Кузнецов В. В., Национальная металлургическая академия Украины, Украина Трипутень М. Н., Кузнецова А.В., Днепропетровский национальный университет имени Олеса Гончара, Украина Покотілов Д. Я., Університет Твенте, Нідерланди	
Моделирование динамики гетерогенных групп с логистической функцией	125
Сердюк Т. Н., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина Кузенков А. А., Трипутень М. Н., Кузнецова А.В., Днепропетровский национальный университет имени Олеса Гончара, Украина Трипутень Н.М., Днепропетровская политехника, Украина Кузнецов В. В., Кузнецова Е. В. Национальная металлургическая академия Украины, Украина Покотілов Д. Я., Університет Твенте, Нідерланди	
Використання IGBT транзисторів в схемах керування швидкістю обертання ротору електродвигунів	126
Сердюк Т.М., Рябова Л. Ю., Петровський О. С., Єрешко Д. С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В.Лазаряна, Україна Покотілов Д. Я., Університет Твенті, Нідерланди	
Стратегія розвитку залізничного транспорту. Модернізація систем залізничної автоматики та зв'язку України	127
Сердюк Т. Н., Чепурний А. М., Логвінова В. О., Модліцький В. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, Україна Гнедець О. П., Служба сигналізації і зв'язку регіональної філії «Придніпровська залізниця», АТ «Укрзалізниця», Україна Мауро Фелізіані, Університет Л'Акваї, Італія	
Дослідження ефективності паралельного мурашиного алгоритму на прикладі вирішення задачі комівояжера	128
Сизько В.А., Бабенко М.В., Дніпровський державний технічний університет, Україна	
Застосування клітинно-автоматного підходу для опису систем із розподіленими параметрами	129
Селівьорстова Т.В., Лукомський Є.В., Біган О.В., Дібровін Д.І., Національна металургійна академія України	
Програмна реалізація та дослідження кооперативних відносин із застосуванням генетичних алгоритмів	130
Селівьорстова Т.В., Шабельников Б.Б., Національна металургійна академія України Програмний комплекс із дослідження та прогнозування параметрів силових енергетичних установок локомотивів засобами експертних систем	131
Скалозуб В.В., Кібець Д.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту	

ім. академіка В. Лазаряна, Україна Berik Akhmetov, Al-Farabi National University, Kazakh	
Удосконалення паралельних синхронних алгоритмів оптимального планування неоднорідних потоків у мережах	132
Скалозуб В.В., Панік Л.О., Панарін О.Д. Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна Marina Skalozub, HiQ Stockholm AB, Sweden	
Інформаційна технологія з моделювання та дослідження проектів розвитку залізничного туризму в Україні	133
Скалозуб В.В., Шашков Р.О. Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Отслеживание фокуса зрения пользователя при работе с компьютером	134
Снигур Ю.А., Разносилин В.В., Днипровский национальный университет железнодорожного транспорта имени В.Лазаряна, Украина	
Від ТМкарти до дорожньої карти – шляхи автоматизації вантажних перевезень ASTRUM – як оптимальний маршрут в інформаційному просторі логістики	135
Солтисюк О.В. президент ТОВ «ТМСофт» Україна Лібор Белфін JERID, Чеська Республіка	
Аналіз механізмів та ефективності спеціалізованих мов функціонального програмування	136
Сторчак І.М., Іванов О.П., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна	
Математическая модель секционирования сортировочных путей железнодорожных станций	137
Терещенко Е.А., Белорусский государственный университет транспорта, Республика Беларусь	
Два способи пошуку в базі даних інформації при розв'язанні задач із семантики	138
Тимофієва Н. К., Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, Україна	
Використання Wavelet-аналізу для визначення кордонів події звукового сигналу	139
Царик В.Ю., Сушков О.О. Національна металургійна академія України, Україна	
Обзор преимуществ событийно-ориентированной и сервис-ориентированной архитектуры перед традиционными методами последовательной обработки событий	140
Цыпкина Екатерина, Германия, Нежумира О.И., Днипровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. Лазаряна В.А., Украина Інформаційна взаємодія АС ВП УЗ-Є з системою контролю параметрів роботи тепловозів «Дельта СУ»	141
Чердніченко М.С., Гусєва В.В., Романюк Я.М., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	
Застосування систем супутникової навігації для автоматизованого ведення графіку виконаного руху поїздів на залізницях України в середовищі системи АСК ВП УЗ-Є	142
Чердніченко М.С., Жевжик Є. Г., Кійко І. М., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	
Програмно-апаратна платформа для розробки та публікації веб-застосувань на базі Kubernetes з використанням технології контейнеризації	143
Чердніченко М.С., Чепіжко С.П., Репа О.П., Федосєєв Г.С., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	
Можливості програми Matlab для апаратної реалізації розв'язку диференціальних	

рівнянь	144
Шаповалов В. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Підтримка прийняття рішень при аналізі продуктивності виконання запитів у базах даних MS SQL Server	145
Шевченко І. В., Решетова Ю. І., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Україна	
Сценарно-прецедентная координация гетерогенных групп беспилотных аппаратов	146
Шерстюк В. Г., Херсонский национальный технический университет, Украина	
Сокол И. В., Морской институт последипломного образования, Херсон, Украина	
Левкивский Р. Н., Херсонская государственная морская академия, Украина	
Оптимізіція та адаптація на основі математико-алгоритмічного конструктивізму	147
Шинкаренко В.І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Использование масштабонезависимых дескрипторов в задачах навигации БПЛА	148
Шумейко А.А., Петров В.А. Днепровский государственный технический университет, Шевченко Г.А. ас. «Ноосфера», Украина	
Нечіткі моделі ціноутворення при проведенні закупівель	149
Шумейко О.О., Шепель О., Дніпровський державний технічний університет, Україна	
Білозубенко В.С., Університет митної справи та фінансів, ас. «Ноосфера», Україна	
Дослідження стану та функціонування залізничної транспортної системи на підставі паралельного опрацювання інформації	150
Яджак М. С., Тютюнник М. І., Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України, Україна	
Особенности построения и международного взаимодействия отраслевых торговых площадок	151
Oleksei Satsuta, Slovakia u42.spot.s.r.o	
Якунин А.А., Корпорация «Промтелеком», Украина Оптимизация транспортной логистики на металлургическом комбинате	
Якунин А.А., Корпорация «Промтелеком», Украина	
Дослідження алгоритмів оптимального керування процесом завантаження складських приміщень	153
Яшина К. В., Ялова К.М., Волков П.Д., Дніпровський державний технічний університет, Україна	
Дослідження алгоритмів оптимального керування процесом завантаження складських приміщень	154
Яшина К. В., Ялова К.М. Палій В.В., Дніпровський державний технічний університет, Україна	
Исследование устойчивости решения дифференциального уравнения, описывающего работу параметрического генератора частоты	155
Ящук Е. И., Петровский С. С., Днепровский национальный университет железнодорожного транспорта имени акад. В. Лазаряна, Украина	
Оптимизация выходных параметров генератора частоты на неколлинеарных магнитных полях ПГ 50:50	156
Ящук Е. И., Щека В. И., Петровский С. С., Днепровский национальный университет железнодорожного транспорта имени акад. В. Лазаряна, Украина	

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СФЕРІ ОСВІТИ	157
Engineering education in Georgia and its main tasks in field of mechanics	158
Abesadze B.A., Kipiani G.O., Georgian Aviation University, Georgia	
Erasmus+ Project CRENG SO. Crisis and Risks Engineering Services	159
Pchynko O., Skalozub V., Chernova N. Dnipropetrovsk National University of Rail Transport, Ukraine	
Використання сучасних технологій Wi-Fi 6 та WPA3 у закладах вищої освіти	160
Бойко Д. С., Кумченко Ю. О., Криворізький національний університет, Україна	
Діагностування в системі змішаного навчання	161
Гришечкін С. А., Гришечкіна Т. С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Особливості розробки програмного забезпечення інформаційної системи «довідник студента»	162
Дерева В.О., Селівьорстова Т.В., Національна металургійна академія України	
Досвід використання платформи Arduino в навчальному процесі університету	163
Дзюба В. В., Івн П. В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Конструктивное моделирование взаимосвязанных автомобильных потоков	164
Диденко А.И., Литвиненко К. В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Розробка навчального курсу із VR-AR для студентів спеціальності «Комп'ютерна інженерія»	165
Іванов О. І., Устенко А. Б., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Формирование компетенций бакалавров на основе междисциплинарных связей в курсе «Информационные системы электронного бизнеса»	166
Коротенко Г.М., Коротенко Л.М., Андрузская А.М. Национальный технический университет «Днепропетровская политехника», Украина	
Новые подходы в обучении студентов разработке программного обеспечения с использованием комплекса открытых программ rOpenSci	167
Коротенко Г.М., Коротенко Л.М., Коваленко А.С. Национальный технический университет «Днепропетровская политехника», Украина	
Формирование стека языков программирования при компетентностном подходе обучения компьютерному в университетах	168
Коротенко Г.М., Коротенко Л.М., Харь А.Т. Национальный технический университет «Днепропетровская политехника», Украина	
Формирование универсальных компетенций будущих бакалавров в рамках сетевой проектной деятельности	169
Круподерова Е.П., Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина, Россия	
Метод стиснення графового представлення текстів у задачах виявлення запозичень	170
Куроп'ятник О. С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Андрагогічна модель навчання	171
Павленко О.І., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. В.Лазаряна, Україна	

Глобалізація та євроінтеграція освіти.....	172
Павленко О.І., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. В.Лазаряна, Україна	
Технологія педагогічної підтримки О. Газмана	173
Павленко О.І., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. В.Лазаряна, Україна	
Программное обеспечение для конструирования чат-бота мессенджера «Telegram»	174
Печенин М.А., Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина	
Многоцелевой банк знаний: архитектура и реализация	175
Прокопчук Ю. А., Институт технической механики НАНУ и ГКАУ	
Самойлов С. П., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В.Лазаряна, Украина	
Динамическая модель оценки надёжности функционирования программного обеспечения	176
Пудовкина Л.Ф., Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина.	
Формирование межпредметных связей при обучении применению САПР в процессе подготовки специалистов среднего звена	177
Тихонов А.П., Нижегородский индустриальный колледж, Россия	
Використання інформаційно-комунікаційних технологій у сучасному процесі навчання	178
Чорний Д.О., Штуца О.В., Херсонський національний технічний університет, Україна	
Как начать карьеру в компании по разработке программного обеспечения RubyGarage	180
Шум Е.И., RubyGarage, Украина	

ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА181

BPFILTER as a next-generation firewall	182
Klishch S. M., Guda A.I., National Metallurgical Academy of Ukraine, Ukraine	
підвищення доступності та цілісності відеоінформаційних ресурсів в інформаційно-комунікаційних системах	183
Бабенко Ю.М., Київський національний університет ім. Т.Г.Шевченка, Україна	
Бабенко М.В., Дніпровський державний технічний університет, Україна	
Комплекс автоматизованого проектування елементів систем захисту інформації	184
Вахмістров М. О., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
Комплекс захищеного обміну повідомленнями	185
Євстігнєєв Д. І., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Огляд та дослідження методів аутентифікації користувачів у веб-додатках	186
Заєць О.П., Лях А.С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Анализ защищенности стандартов защиты Wi-Fi	187
Педенко И. А., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	

Алгоритми шифрування в об'єктах з радіочастотним приймачем	188
Романенко В.А., ДВНЗ "Криворізький національний університет"	
Комплекс демонстрації парольної автентифікації за протоколом S/Key	189
Скаленко А. В., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
Демонстраційний комплекс стеганографічного захисту інформації та стеганоаналізу	190
Сухомлин О. О., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Розробка програмного забезпечення для захисту власника електронного зображення в Інтернеті з використанням технологій блокчейн та IPFS	191
Шевченко І. В., Офатенко Р. О., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Україна	
Обґрунтування критеріїв оцінки моделі сталого економічного розвитку	192
Савчук Л. М., Удачина К. О., Савчук Р. В., Національна металургійна академія України, Україна	
Дослідження часових та функціональних характеристик реляційних баз даних	193
Терлецький І. А, Іванов О.П., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна	
Аналіз засобів конструктивного моделювання мереж Петрі для дослідження паралельних процесів	194
Парфенюк О.Р., Литвиненко К.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. А. Лазаряна, Україна	
Дослідження впливу зазорів механічної передачі на роботу редуктора стрілочного електропривода	195
Буряк С. Ю., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Випробування математичної моделі роботи індуктивного зв'язку системи автоматичної локомотивної сигналізації	197
Гололобова О. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	

Конструктивное моделирование взаимосвязанных автомобильных потоков

Диденко А.И., Литвиненко К. В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина

Задача моделирования автомобильных и пассажирских потоков в транспортной сети крупных городов является актуальной в связи с возросшим объемом передвижений. В современных условиях математическая модель должна учитывать следующие важные аспекты процесса формирования транспортных потоков:

- в условиях высокой степени загруженности улиц и дорог, пропускные способности элементов сети играют решающую роль при выборе путей передвижений;
- структура передвижений резко меняется на протяжении суток, а также в зависимости от дня недели и времени года;
- на выбор путей и способов передвижений влияют факторы разной природы, такие как время, цена передвижения и другие;
- существует взаимная зависимость между процессами формирования автомобильных потоков и пассажирских потоков в системе общественного транспорта.

В настоящее время разработано много моделей, позволяющих учесть те или иные особенности процесса формирования транспортных потоков. В данной работе представлена комплексная модель транспортной системы крупного города, позволяющая моделировать передвижения на всех видах транспорта с учетом перечисленных выше аспектов.

Исходными данными для моделирования являются данные о передвижениях населения, т.е. среднем количестве передвижений, совершаемых с различными целями в течение суток (или недели) средним жителем, а также данные о размещении в плане города объектов, порождающих передвижения (мест приложения труда, объектов торговли и обслуживания и пр.).

Для прогноза структуры передвижений производится расчет целого набора матриц корреспонденций между расчетными районами города, соответствующих передвижениям разного типа (пешеходным, автомобильным и совершаемым в системе общественного транспорта), с разными целями и в разное время суток. Для учета суточной неравномерности расчеты производятся отдельно для каждого периода суток (например, для утреннего и вечернего часа «пик» и на средний дневной час).

Для моделирования загрузки улично-дорожной сети используется концепция равновесного распределения потоков. Расчет загрузки системы общественного транспорта может производиться по модели оптимальных стратегий, явно использующей систему маршрутов, а также приближенно в сетевой форме (по оптимальным путям).

В качестве критерия оценки путей при расчете загрузки и для оценки межрайонных «транспортных» дальностей при расчете корреспонденций используется «обобщенная цена» передвижения, которая включает в себя факторы разной природы, такие как время или цена (денежные затраты) передвижения.

Важной особенностью в задаче прогноза потоков является следующая обратная связь: матрицы корреспонденций и коэффициенты расщепления по типам передвижений зависят от обобщенных цен межрайонных передвижений. Однако сами эти цены зависят от результирующей загрузки элементов транспортной сети (и, в частности, могут различаться в разное время дня). Для приведения «входных» и «выходных» цен в соответствие друг с другом организуется итерационный процесс вычисления матриц и загрузки.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
імені академіка В. Лазаряна

ТЕЗИ

**XIV-ої Міжнародної науково-практичної конференції
«СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ І КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
НА ТРАНСПОРТІ, В ПРОМИСЛОВOSTІ ТА ОСВІТІ»
15-16 грудня 2020**

Тезисы

**XIV-й Международной научно-практической
конференции «СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И
КОМУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ,
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОБРАЗОВАНИИ»
15-16 декабря 2020**

ABSTRACTS

**of the XIV-th International Conference
«MODERN INFORMATION AND
COMMUNICATION
TECHNOLOGIES ON
A TRANSPORT,
IN INDUSTRY
AND EDUCATION»
15-16, December, 2020**



Дніпро
2020

success

Каб'єд

ЗМІСТ

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НА

ТРАНСПОРТІ І В ПРОМИСЛОВОСТІ

17	Контроль життя та стану здоров'я машиніста під час руху	18
Буряк С. Ю., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна		
	Дослідження перешкод АЛС	20
Гололобова О.О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна		
	Методика визначення граничного рівня електромагнітних завад у рейкових колах	22
Жирновой А.С., Гаврилюк В.І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту, імені академіка В. Лазаряна, Україна		
	Декомпозиция и синтез при расчете электротяговых сетей постоянного тока	23
Козлова О. С., Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова, Украина		
	Методика розрахунку міжкалібрувального інтервалу для установки випробування, калібрування та перевірки лічильників електричної енергії	24
Колос О. А., Український державний хіміко-технологічний університет, Україна		
	Розробка автоматизованої системи моніторингу сигналів АЛСН	25
Никитенко Б.О., Гаврилюк В. І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту, імені академіка В. Лазаряна, Україна		
	Автоматизований облік причин запізень, приміток і відмов технічних засобів при веденні графіка виконаного руху в Єдиній автоматизованій системі вантажних перевезень АТ «Укрзалізниця»(АСК ВП УЗ-Є)	26
Овчаренко С.М., Овчаренко О.О., Проектно–конструкторське технологічне бюро інформаційних технологій АТ «Укрзалізниця», Україна.		
	Когнитивная сложность в аспекте создания автономных систем	27
Прокопчук Ю. А., Институт технической механики НАНУ и ГКАУ Самойлов С. П., Днепровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В.Лазаряна, Украина		
	Точність спектрального аналізу тягового струму з використанням методу спектрограм	28
Самокрик В.С., Гаврилюк В. І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту, імені академіка В. Лазаряна, Україна		
	Розробка архітектури програмної системи для підвищення рівня автоматизації роботи транспортного підприємства	29
Сілантьєва Ю.О., Сватко В.В., Кухтик А.В., Національний транспортний університет, Україна		
	Правові підстави впровадження автоматизації габаритно-вагового контролю транспортних засобів.....	30
Фокша Л.В., Дніпропетровський державний університет внутрішніх справ, Україна Функціональний розвиток АСК ВП УЗ-Є для обліку роботи приватної тяги на коліях загального користування АТ «Укрзалізниця»		
	Цейтлін С.Ю., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна,, Гусєва В.В., Проектно–конструкторське технологічне бюро інформаційних технологій АТ«Укрзалізниця», Україна.	32

Функціональний розвиток планування та обліку ремонтів локомотивів в АСК ВП УЗ-Є в умовах оновленої планово- попереджувальної системи ремонтів та технічного обслуговування ТРС	33
Шепель В.В., ЦТ АТ «Укрзалізниця», Гусєва В.В., Романюк Я.М., Проектно–конструкторське технологічне бюро інформаційних технологій АТ «Укрзалізниця», Україна.	
Комп’ютерні системи сигналізації	34
Шинкаренко Д. Е., Український державний хіміко-технологічний університет, Україна	
Забезпечення електромагнітної сумісності електрорухомого складу із системами сигналізації та зв'язку	35
Юртаєв Д. В., Гаврилюк В. І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту, імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Вибір параметрів апаратно-програмного комплексу для спектрального аналізу струму в рейках	36
Юферов О. А., Гаврилюк В. І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту, імені академіка В. Лазаряна, Україна	

СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ, МІКРОПРОЦЕСОРНІ СИСТЕМИ 37

Improving the metodique of placing peripheral devices for monitoring the technical condition of rolling stock	38
Burchenkov V.V., Belarusian State University of Transport, Republic of Belarus	
New microprocessor device for gas leakage monitoring	39
Iashvili Nugzar, Scientific-research and engineering technical center of automatization Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia	
Застосування засобів нейроеволюції в системах з неперервним управлінням	40
Ашур І. З., Дорошенко А. Ю., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна	
Дослідження і вибір перспективних мережевих технологій для побудови інформаційних систем	41
Барабаш В.В., Косолапов А.А., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Украина	
Методи удосконалення енергозберігаючої системи електроприводу трамвайного вагону	42
Герасименко В. А., Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна	
Вибір параметрів номінального режиму електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом	43
Гетьман Г. К., Васильєв В.Є., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Дослідження та розробка мікропроцесорної системи управління штучною екосистемою. Апаратна частина та програма керування	44
Гирька А. О., Дзюба В.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
Загальні підходи до алгоритмів оцифрування піксельної графіки у криві	45
Горбова О.В., Борець Р.С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту	

імені академіка В.Лазаряна, Україна	
Дослідження і оптимізація автомобільних потоків засобами імітаційного моделювання	46
Горбова О.В., Мерзлий О.Д., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
Дослідження часових рядів навантаженості мережевих систем.....	47
Горбова О.В., Михайлова Т.Ф., Медведєва К.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
Методи поетапного моделювання складних процесів	48
Горбова О.В., Муркович М.С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Загальні підходи до дослідження наслідків використання патернів в побудові архітектури крос-платформних додатків під Android і IOS	49
Горбова О.В., Сирота О.А., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
Аналіз та шляхи вдосконалення робочого місця машиніста локомотива	50
Горобченко О. М., Неведров О. В., Державний університет інфраструктури та технологій, Україна	
Уточнення моделі для оцінювання похибки вимірювання ходового опору руху вагонів коліями сортувальних гірок	51
Жуковицький І. В., Устенко А. Б., Дзюба В. В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, Україна	
Системы мониторинга безопасного потребления газа в жилых домах для умного дома и умного города	52
Иашвили Н.Г., Грузинский Технический Университет, Тбилиси, Грузия	
Дослідження та розробка комплексу генерації випадкових та псевдовипадкових чисел	53
Іванчак О. С., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
Дослідження та розробка мікропроцесорної системи управління штучною екосистемою. Серверна та веб версії програмної частини	54
Кирпа Д.Р., Дзюба В.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
Дослідження маршрутизації в великих інформаційних мережах в умовах їх реконфігурації	55
Лисенко А.С., Косолапов А.А., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
Математичне моделювання визначення інтенсивності руху спеціалізованих поїздопотоків на залізничних напрямках в умовах ризиків	56
Музикін М. І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Реалізація та дослідження RISC-процесору з використанням ПЛІС.....	57
Новиков А. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Проблемы унификации структурных и функциональных схем железнодорожных станций при цифровом представлении объектов	58
Переппавченко Е.М., Белорусский государственный университет транспорта, Республика Беларусь	
Дослідження ефективності розпаралелювання чисельних алгоритмів при	

вирішенні задач нагріву матеріалів	59
Танько В.С., Бабенко М.В., Дніпровський державний технічний університет, Україна	
эффективного секционирования сортировочных путей на безгорочных станциях	60
Терещенко Е. А., Белорусский государственный университет транспорта, Республика Беларусь	
О новом подходе к идентификации опасных газов одним микропроцессорным устройством	61
Хуташвили Ю., Прангишвили А., Иашвили Н., Грузинский Технический Университет, Тбилиси, Грузия	
Проблемні питання розвитку електронних реєстрів України	62
Чердниченко М.С., Міністерство цифрової трансформації, Україна	
Особенности приближенного обчислення математичних функцій для реалізації в ПЛІС	63
Шаповалов В. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Оптимізація співвідношення робочих характеристик та вартості приладу для безперервного вимірювання температури тіла та серцевого ритму	64
Яковенко О.В., Український державний хіміко-технологічний університет, Україна	

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ І В ПРОМИСЛОВOSTІ 65

Inferring and formal verification of policy-based services in cloud environments using Automated Reasoning	66
Guda Anton, Dmytro Tsapko, National metallurgical academy of Ukraine, Ukraine	
Storing Dynamical Toll Data from Tracking Moving Objects	67
Ivanova K.B., University of Telecommunications and Post, Sofia, Bulgaria	
Examples and benefits of implementing autonomous vehicles in the area of logistics	68
Maryniak A., Bulhakova Y., Poznań University of Economics and Business, Poland	
The application of fuzzy logic in classification tasks	69
Yehoshkin D. I., Huk N.A., Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine	
методологии БОСР в гибких методологиях разработки для оценки эффективности IT-проектов	71
Андрюхина М.В., Евтушенко Г.Л., Кузнецов В.И., Национальная металлургическая академия Украины, Украина	
Перспективи комплексного впровадження інформаційних систем на тяговому рухомому складі залізниць України	72
Арпуть С. В., Карасьов О. П., Жаров М. Д., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Інформаційна система для прогнозування рівня забруднення атмосферного повітря на автодорогах при наявності захисних екранів	73
Біляєв М. М., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Русакова Т. І. Дніпровський національний університет імені О. Гончара, Україна	
Перспективы использования технологий Big data и Machine Learning в	

експлуатації і ремонті локомотивів	74
Боднар Б.Е., Очкасов О.Б., Дніпровський національний університет ім. ак. В.Лазаряна, Україна	
Исследование сервисов технологии Data Mining	75
Васильева Д. В, Иванов А. П., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени В.Лазаряна, Украина	
Застосування методів обробки експертних знань при побудові лінійок програмних продуктів	76
Гамзаєв Р. О., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Україна	
Экспериментальный подход к решению нелинейных задач оптимального управления системами с неопределенной структурой	77
Гасанов З. М., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Метод виявлення майданчика для посадки бпла за допомогою комп'ютерного зору	78
Дергачов К.Ю., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут", Україна	
Багінський С.В., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут", Україна	
Конструктивное моделирование взаимосвязанных автомобильных потоков	79
Диденко А.И., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина	
Видеоизмерительные системы диагностики электротяговой сети	80
Доманский И. В., Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова,	
Васенко В. А., КП «Горелектротранссервис» г. Харьков, Украина	
Дослідження впливу кристалічної решітки на фрактальні розподілення металевих матеріалів	81
Журба А.О., Пластун Б.О., Національна металургійна академія України, Україна	
Дослідження впливу параметрів отримання нанопорошків на їх фрактальні властивості	
82	
Журба А.О., Фортунa В.В., Національна металургійна академія України, Україна	
Сравнительный анализ предметно-ориентированных языков	83
Жучий Л. И., Шинкаренко В.И. Днипровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина	
Формализация глоссария онтологическими средствами	84
Жучий Л. И., Шинкаренко В.И. Днипровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина	
Уніфіковані програмні засоби діагностування параметрів недетермінованих процесів для платформи аналітичних серверів автоматизованих систем перевезень	85
Залеський О.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені В. Лазаряна, Україна	
Використання інформаційних технологій в розробці та дослідженні ультразвукового приладу вимірювання відстані	86
Каюн І.Г., Засоба Я.О., Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет», Україна	
Моделювання та розроблення автоматизованої системи моніторингу та	

прогнозування надзвичайних ситуацій	87
Кирийчук Д.Л., Пальона В.Ю., Херсонський національний технічний університет, Україна	
Застосування генетичного алгоритму для розв'язування задачі багатокритеріального вибору та розміщення вибухової речовини	88
Коба Д. А., НТУ "Дніпровська Політехніка", Україна	
Автоматизовані системи управління домашнім будинком	89
Корс М. В., Український державний хіміко-технологічний університет, Україна	
Поиск оптимума на основе принципов симметрии и мультиагентности	90
Корсун В.И., Украинский государственный химико-технологический университет, Украина Литвиненко К.В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. академика В. Лазаряна, Украина	
Проблемы численного решения мультимодальных задач	91
Косолап А. И., ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», Украина	
Моделирование расположения микроэлементов на печатных схемах	92
Косолап А. И., Барсук А.В., ГВУЗ «Украинский государственный химикотехнологический университет», Украина	
Применение нейросетевых алгоритмов в задачах идентификации и моделирования систем автоматического управления беспилотных летательных аппаратов	93
Кочук С.Б., Никитин А. А., Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина	
Відношення часткового порядку у констуктивно-продукційному моделюванні	94
Литвиненко К.В., Шинкаренко В.І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені В. Лазаряна, Україна	
Про використання онтологічного інжинірингу для вирішення завдань інтелектуалізації сортувальних станцій	95
Лобода Д. Г., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Моделювання та розроблення інформаційної технології оперативного реагування в умовах виникнення просторово-розподілених надзвичайних ситуацій	96
Ляшенко О. М., Прачик В. В., Херсонський національний технічний університет, Україна	
Алгоритм математичного моделювання ефективного розширення виробництва	97
Михайлова Т.Ф., Максименкова Ю.А , Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Визначення типової моделі пасажирського транспортного підприємства	98
Мозолева А. В., Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Україна	
Використання Local Binary Patterns для розпізнавання образів	99
Молодець Б.В., Булана Т.М., Романова К.В., Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Україна	
Інтелектуальні транспортні технології забезпечення безпеки руху	100
Нестеренко Г. І., Музикін М. І., Бібік С. І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Можливості розробки реконфігуруємого процесора для хмарних обчислень з використанням ПЛІС	101
Оганесов Б.А, Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	

Дослідження нейромережових класифікаторів для реалізації системи ідентифікації транспортних засобів	102
Островська К.Ю., Аніщенко В.В., Національна металургійна академія України, Україна	
Дослідження ефективності розподілених алгоритмів машинного навчання	103
Островська К.Ю., Аніщенко В.В., Національна металургійна академія України, Україна	
Використання методів інтелектуального аналізу даних для формування маркетингової стратегії	104
Островська К.Ю., Озонкем Еммануель Чуквувеїке, Національна металургійна академія України, Україна	
Дослідження часової ефективності відображення комп'ютерної графіки реального часу на багатоядерних системах з використанням OpenGL та Vulkan API	105
Поліщук І.А., Іванов О.П., Дніпровський національний університет імені академіка В. Лазаряна Україна	
Платформа для розробки та публікації веб-застосовувань на базі Kubernetes з використанням технології контейнеризації	106
Репа О.П., Чепіжко С.П., Проектно-конструкторське технологічне бюро інформаційних технологій АТ «Укрзалізниця», Україна.	
Бета-авторегрессионные модели в задаче прогнозирования движения элементов космического мусора	107
Сарычев А.П., Первый Б.А., Институт технической механики НАНУ и ГКАУ, Украина	
Конструктивні моделі упорядкування мульти-послідовностей для інтелектуальної технології формування багатогрупових залізничних составів	108
Скалозуб В. В., Ільман В. М., Білий Б. Б. Мурашов О.В. ДНУЗТ, Дніпро., Україна Скалозуб М.В. Н & Q, Стокгольм, Швеція	
Сепарабельні математичні моделі та програмні засоби інтелектуального аналізу недетермінованих процесів з перемінним та нечітким кроком послідовності подій	110
Скалозуб В.В., Мурашов О.В. ДНУЗТ ім. академіка В. Лазаряна, м. Дніпро, Україна Olexiy Zakharov, Unity Technologies, Copenhagen, Denmark	
Проблемы разработки информационного обеспечения для поддержки процессов перевозки средствами единой платформы взаимосвязанных компонент (АСК ВП УЗ-Е).....	112
Скалозуб В.В., Цейтлин С.Ю., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Дослідження часової ефективності алгоритмів видалення невидимих ліній та поверхонь у комп'ютерній графіці	114
Строчилов І.О., Іванов О.П., Дніпровський національний університет імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Ситуація невизначеності, яка виникає при розв'язанні прикладних задач комбінаторної оптимізації	115
Тимофієва Н. К., Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, Україна	
Байєсівська модель прогнозування технічного стану підсистем автомобіля	116
Удовенко С.Г., Затхей В.А., Тесленко О.В., Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, Україна	
Исследования инструментальных средств разработки современных мобильных приложений	117

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СФЕРІ ОСВІТИ 118

Adaptive Automated Training on Algorithms Constructing	119
Andrey Chukhray, Vladislav Lukashov, Olena Havrylenko, National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”, Ukraine	
The ontological approach to the creation of an Intelligent Tutoring System	120
Lukashov V. V., National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”, Ukraine	
Використання програмного коду «VOV3D.exe» для розрахунку витоку аміаку з аміакопроводу	121
Амеліна Л.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені акад. В.А. Лазаряна, Україна	
Використання інформаційних технологій при підготовці фахівців з відкритих гірничих робіт	122
Анісімов О.О., Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Україна	
Аналіз ефективності використання сучасних інформаційних технологій в сфері освіти в умовах дистанційного навчання	123
Білокінь В. І., Волкова С.А., Український Державний Хіміко-Технологічний Університет, Україна	
Дистанційне навчання за першої хвилі пандемії: шкільний досвід і уроки весни 2020	124
Васковський Р. Ю., Литвиненко К. В., Комунальний заклад освіти «СЗШ №35» ДМР, Україна	
Модель прогнозування дорожньо-транспортних пригод	125
Волкова С. А., Білокінь В.І., «Український хіміко-технологічний університет», Україна	
Розробка алгоритма прогнозування поведінки подій на основі семантичного аналізу текстової інформації	126
Гнатушенко Вік.В., Дейнека Б.М., Національна металургійна академія України., Україна	
Використання генетичного алгоритму для покращення визначення авторства природно-мовних текстів	127
Демидович І. М., Шинкаренко В. І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Использование ресурсов академии CISCO в учебном процессе нашего университета	128
Доманская Г.А., Егоров О.И., Ивин П.В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна, Украина	
Конструктивне моделювання та аналіз процесів розробки і відлагодження програм	129
Жеваго О.О., Шинкаренко В. І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Формування електронного словника української мови для задач встановлення авторства текстів	130
Кириченко О. О., Шинкаренко В.І. Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Использование концепция Т-образных навыков для развития междисциплинарного обучения в университетах на основе экосистемы языка Python	131

Коротенко Г.М., Коротенко Л.М., Андрузская А.М., Национальный технический университет «Днепропетровская политехника», Украина	
Создания веб-квеста как средства формирования профессиональных компетенций студентов направления 12 «Информационные технологии»	132
Коротенко Г.М., Коротенко Л.М., Буслов Д.Ю., Национальный технический университет «Днепропетровская политехника», Украина	
Варіативність структури документа у задачах виявлення запозичень	133
Куроп'ятник О. С., Шинкаренко В. І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Інформаційна компетентність випускника – ключова компетенція вступника ВНЗ	134
Литвиненко К.В., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені В. Лазаряна, Україна	
Особливості дистанційного навчання у ZOOM	135
Мосіна Ю. С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Порівняльний аналіз організації контенту веб-сайтів із використанням нечітких моделей	136
Новіков М.Ю., Устенко А. Б., Косолапов А.А., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, Україна	
Застосування алгоритмів машинного навчання для обробки коментарів під навчальними відео	137
Симонець Г.В., Коряшкіна Л.С., НТУ «Дніпровська політехніка», Україна	
Аналіз стану проблеми застосування прокторингових систем в дистанційній освіті	138
Шевченко І. В., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Україна	
Антропоцентризм як невід'ємна частина сучасної науки	139
Шуліченко Т. С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Академічна МООС-платформа в дистанційній освіті вищого навчального закладу	140
Ялова К.М., Шелюг К.Ю., Дніпровський державний технічний університет, Україна	

ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА 141

Inferring and formal verification of policy-based services in cloud environments using Automated Reasoning	142
Guda Anton, Dmytro Tsapko, National metallurgical academy of Ukraine, Ukraine	
Розробка новітніх методів вивчення квантової криптографії	143
Беляєв О.І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В.Лазаряна, Україна	
Виявлення мережових атак на створеному програмному комплексі з використанням методів штучного інтелекту	144
Биковська Д.Г., Пахомова В.М., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Аналіз нейронних мереж щодо виявлення мережових атак	145
Видиш А. Д., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	

Дослідження та розробка засобів захисту програмного забезпечення від неліцензійного використання	146
Воробйов Б. Д., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Аналіз цифрових зображень з метою виявлення фальсифікацій за допомогою конкуруючих нейронних мереж	147
Гулий Т.О., Білозьоров В.Є., Дніпровський Національний Університет імені Олеся Гончара, Україна	
Налаштування параметрів нейронної мережі в задачі визначення нових типів мережевих атак	148
Жуковицький І. В., Цикало І. Д., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Дослідження принципів безпечної розробки веб-додатків	149
Заєць О. П., Павленко І.І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Дослідження та розробка систем автоматизованого тестування безпеки веб-додатків	150
Заєць О. П., Піддубняк П.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Дослідження та розробка системи захищеного обміну повідомленнями	151
Зимін С. О., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
КЕП. Проблеми та шляхи їх вирішення	152
Коляд М.О., Івін П. В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Компоненти інформаційної безпеки в системах керування рухом поїздів	153
Лагута В.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Загрози конфіденційності в інформаційній системі керування рухом поїздів	154
Лагута В.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Дослідження та розробка засобів захищеного обміну повідомленнями	155
Любушкін Д. Є., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
Вибір датасету модулю виявлення вторгнення для СППР для оцінки аномалій і наслідків кібератак	156
Матієвський В. В., Луганський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна	
Дослідження та розробка засобів демонстрації біометричної аутентифікації за клавіатурним почерком	157
Мусієнко М. І., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
Дослідження та розробка засобів аутентифікації за відбитками пальців	158
Сокольський І. О., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Дослідження та розробка засобів демонстрації стеганографічного захисту інформації та стегоаналізу	159
Холодарь К. С., Остапець Д.О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	

Конструктивное моделирование взаимосвязанных автомобильных потоков

магистрант кафедры КИТ Диденко А.И., стар. викл. Литвиенко К.В.

Днепропетровский национальный университет

железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина

Тезис

Задача моделирования автомобильных и пассажирских потоков в транспортной сети крупных городов является актуальной в связи с постоянно возрастающим объемом передвижений. В современных условиях математическая модель должна учитывать следующие важные аспекты процесса формирования транспортных потоков:

- в условиях высокой степени загруженности улиц и дорог, пропускные способности элементов сети играют решающую роль при выборе путей передвижений;
- структура передвижений резко меняется на протяжении суток, а также в зависимости от дня недели и времени года;
- на выбор путей и способов передвижений влияют факторы разной природы, такие как время, цена передвижения и другие;
- существует взаимная зависимость между процессами формирования автомобильных потоков и пассажирских потоков в системе общественного транспорта.

В настоящее время разработано много моделей, позволяющих учесть те или иные особенности процесса формирования транспортных потоков. В данной работе представлена программа, построенная с помощью конструктивно-продукционных структур, анализирующая и сравнивающая эти модели в одинаковых условиях.

Целью разработки такой системой является создать конструктор, способный сравнивать уже записанные в нём транспортные модели в разных условиях и выяснять: при каких условиях и какой дорожной ситуации модель эффективнее.

Разработанная программа-конструктор, построена с помощью частичного использования «грамматики» Шоу, что обуславливается взаимодействием моделируемого транспорта с системой дорог, построенная на принципе графов. Механизмы взаимодействия транспорта с системой очень схожа с формальной грамматикой Алана Шоу. Данная работа также является экстраполяцией задачи моделирования траекторий движения элементарных частиц, описанных с помощью Picture Description Language/

Исходными данными для моделирования являются данные о передвижениях населения, т.е. среднем количестве передвижений, совершаемых с различными целями в течение суток (или недели) средним жителем, а также данные о максимально допустимой скорости транспорта, а также о работе некоторых светофоров на трудных перекрёстках.

Поскольку программный комплекс разработан с помощью методологии конструктивного продукционизма, система хорошо подходит для расширения, а также для возможных переопределений задач и целей системы в будущем, что будет строиться на принципах данной работы.

Конструктивне моделювання взаємопов'язаних автомобільних потоків в межах міста

Литвиненко К.В., Діденко А.І., ДНУЗТ, м. Дніпро, Україна

У сучасному світі однією з розповсюджених проблем є проблема неефективного планування транспортних систем, а саме із їх перевантаженістю, результатом чого є затори на дорогах, відсутність місць для паркування(або не ефективна система паркування), що призводить до неорганізованого паркування транспортних засобів на проїжджій частині, які в свою чергу перешкоджають руху інших транспортних засобів. Не врахування закономірностей розвитку транспортних систем призводить до неефективного планування їх структури, результатом чого є неможливість розширення існуючих транспортних систем чи їх вдосконалення. Часто для вирішення неефективного планування можуть прийматися наступні рішення: обмежити рух транспортних засобів у пікові часи навантаження (дозволити рух тільки легковим автомобілям), заборона зупинки і стоянки для транспортних засобів у певний проміжок часу.

Одним із найбільш ефективних можливих вирішень даних проблем планування транспортних мереж є створення інструменту конструктивного моделювання дорожнього руху. Такий програмний продукт, або конструктор, повинен надавати користувачам можливість створювати найбільш ефективну модель транспортного руху за рахунок детального відстеження, навчання системи, оптимізації алгоритмів руху, та модернізації взаємодії потоків з так званими “пріоритетними” видами транспорту.

Більшість програм-аналогів будується на «клітинному» принципі. Це такий принцип побудови дорожньої мережі в програмі таким чином, що дорожня система будується з мінімальних ділянок дороги, або клітинок. Рух автомобілю в такій програмі нагадує процес переміщення елемента по масиву. В даній системі взаємодія транспорту з дорогою будувалася на основі графу. Такий підхід дозволяє будувати дорожню систему, яка більш схожа до тої, на базі якої і була побудована.

При розробці проекту за допомогою конструктивного підходу, треба пам'ятати про одне із основних особливостей конструктивізму: результатом

розробки не буде певна система, яка буде найкращою для будь-якої дорожньої системи, для будь-яких систем тощо. Результатом буде система, яка буде кращою, але тільки в даних мовах, тобто тільки в даній дорожній системі, тільки з даними умовами навантаження, швидкості, часу ротацій, часу адаптації тощо. Такий підхід дозволяє будувати системи руху транспорту для великих міст-мегаполісів, які будуть максимально адаптовані до умов реальної ситуації на дорогах.

Можливостями розробки програми, що використовує конструктивно-продукційні методи, є:

- Моделювання конструкцій та конструктивних процесів різної природи;
- Керування послідовністю їх формування;
- Одночасне формування декількох узгоджених конструкцій та\або процесів;
- Атрибутивність елементів, операцій, конструкцій;
- Формування конструкцій, елементами яких є інші конструкції;
- Формування конструкції на основі сформованої раніше.

Оскільки транспортна взаємодія з дорожньою системою побудована на графовому принципі, було вирішено розробити конструктор на базі лінійної строкової мови Picture Description Language, яка була розроблена Аланом Шоу, та яку також називають «граматикою» Шоу. Ця мова була побудована для формування та аналізу образів, картинок, тощо. Вона використовується для векторної графіки, векторного аналізу, опису алфавітів, тощо. Але також використовувалася для моделювання траєкторій руху елементарних часток. Саме останній принцип було екстрапольовано під моделювання траєкторій руху транспорту, та поєднання їх в потоки. Проте, треба зазначити, що ця програма не формує траєкторії руху на базі формул. Вона тільки використовує підхід до формування образів який описав Алан Шоу.

Розроблений конструктор порівнює дві транспортні моделі, які були в нього закладені: Відемана та «Слідкування за лідером».

У моделі слідування за лідером всі автомобілі транспортного потоку

нумеруються від 1 до n у відповідності до їх порядку розміщення на дорозі. В основу моделі покладено, що прискорення n -го транспортного засобу залежить від його положення на дорозі, від сусідніх автомобілів, їх швидкості, прискорення, розмірів тощо. При цьому найбільший вплив на поточний транспортний засіб має автомобіль, що йде безпосередньо попереду нього, тобто автомобіль $n-1$. Такий автомобіль називається лідером. Однією із перших пропозицій даної моделі було те, що кожний водій транспортного засобу корегує свою швидкість в залежності від швидкості автомобіля-лідера:

$$\dot{v}_n(t) = \frac{1}{\tau} [v_{n-1}(t) - v_n(t)],$$

де τ – час адаптації.

Проте така проста модель не враховує виникнення заторів та непередбачуваність руху транспортних засобів як одних із основних показників потоку транспорту.

Згодом в одній із запропонованих модифікацій цієї моделі було запропоновано додати коефіцієнт затримки, який би характеризувався швидкістю реакції водія на зміну швидкості автомобіля, що йде попереду.

Часто у популярних програмних продуктах, таких як PTV VISSIM, для моделювання транспортних потоків використовується модель Відемана. Дана модель дає можливість враховувати психофізичні особливості кожного водія у потоці. Модель Відемана передбачає, що водій може знаходитися у одному із 4 станів:

а) Вільний рух. Кожний водій має бажану швидкість, яку він намагається досягнути і дотримуватися впродовж усього руху. Вплив інших транспортних засобів відсутній. В реальних умовах водій не може притримуватися постійної швидкості, тому швидкість коливається в межах бажаної швидкості.

б) Наближення. Процес зближення транспортного засобу із транспортним засобом, що йде попереду. Водій автомобіля починає гальмування для того, щоб уникнути зіткнення із автомобілем попереду. Різниця швидкостей двох

автомобілів буде дорівнювати нулю, коли водій наблизиться до автомобіля попереду на безпечну для нього відстань.

в) Слідування. Водій слідує за транспортним засобом, що рухається попереду нього. При цьому він не використовує прискорення чи гальмування, а притримується безпечної для себе відстані. Різниця швидкостей автомобілів коливається в межах нуля, але не дорівнює нулю через недосконалість органів керування.

г) Гальмування. Коли дистанція між автомобілями стає меншою, ніж безпечна відстань, водій застосовує середнє або сильне гальмування для збереження дистанції. Дана ситуація може статися, якщо третій автомобіль перелаштувався у смугу руху поточного водія або швидкість автомобіля, що йде попереду, різко змінилася.

Водій в моделі Відемана переходить із одного стану в інший у той момент, коли він досягає деякого бар'єру, який може бути описаний як комбінація різниць швидкості та відстані. Для прикладу, тільки на невеликих дистанціях між транспортними засобами допускається незначна різниця у швидкостях. Проте великі різниці швидкостей заставляють водіїв зближатися та реагувати швидше.

Основною ідеєю моделі Відемана є те, що кожен водій транспортного засобу має певний індивідуальний поріг сприйняття дистанції до транспортного засобу, що йде попереду. Досягнувши даний поріг водій починає гальмувати, якщо відстань між ним та транспортним засобом, що йде попереду, занадто мала. Оскільки водій не може точно оцінити швидкість передуючого транспортного засобу, то його швидкість буде зменшуватися до тих пір, поки він знову не почне прискорюватися після досягнення свого індивідуального порогу сприйняття, тобто коли відстань між ним та транспортним засобом, що йде попереду, буде занадто великою. Це призводить до легкого коливання прискорення та уповільнення. Із використанням функцій розподілу швидкості і дистанції симулюється різна поведінка водіїв.

Комплекс порівнює роботу транспортних моделей за допомогою маніпуляцій наступних параметрів проведення дослідження:

- Час ротації. Це час повного циклу зміни кольорів на світлофорі;

- Кількість транспортних засобів в межах міста;
- Максимальна швидкість автомобіля;

Для того щоб визначити конструктор, він повинен пройти спеціалізацію, інтерпретацію, конкретизацію. Нижче приведено визначення даного конструктора.

Для того щоб визначити графічний конструктор алгоритмів моделювання потоків транспорту, виконаємо спеціалізацію

$$C = \langle M, \Sigma, \Lambda \rangle \xrightarrow{S} C_{TPDL} = \langle M_{TPDL}, \Sigma_{TPDL}, \Lambda_{TPDL} \rangle,$$

де $\Lambda_{PDL} = \Lambda \cup \Lambda_5 \cup \Lambda_6$, $\Lambda_5 = \{M_{TPDL} \supset T \cup N, T = T_1, N = N_1, \Xi = \{+, \sim, /, (,)\}, \Phi = \emptyset\}$.

Для інтерпретації структури C_{PDL} визначимо базову алгоритмічну структуру

$$C_{TPDL} = \langle M_{A,TPDL}, V_{A,TPDL}, \Sigma_{A,TPDL}, \Lambda_{A,TPDL} \rangle,$$

де $M_{A,TPDL} \supset T_1 \cup N_1$, $V_{A,TPDL} = \left\{ A_1^0 \left| \begin{smallmatrix} A_i \cdot A_i \\ A_i, A_i \end{smallmatrix} \right., A_2^0 \left| \begin{smallmatrix} :A_i \\ Z_1, Z_2, A_i \end{smallmatrix} \right. \right\}$, $\Sigma_{A,TPDL} = \Sigma_{A,MS}$;
 $\Lambda_{A,TPDL} = \Lambda_{A,MS}$.

БАС визначає множину сконструйованих алгоритмів

$$\left\{ A_k \left| \begin{smallmatrix} \Delta^l_i \otimes_{k-2} \Delta^l_j \\ \Delta^l_i, \Delta^l_j \end{smallmatrix} \right., k = 3 \dots 5, A_k \left| \begin{smallmatrix} b, e \left(\Delta^l_i \otimes_{k-5} \Delta^l_j \right) \\ \Delta^l_i, \Delta^l_j \end{smallmatrix} \right., k = \right.$$

$$6 \dots 8, A_9 \left| \begin{smallmatrix} n \\ c_f \end{smallmatrix} \right., A_{10} \left| \begin{smallmatrix} t_s \\ t_{c_n} \end{smallmatrix} \right., A_{11} \left| \begin{smallmatrix} v_{c_{q-1}} \\ v_{c_q} \end{smallmatrix} \right., A_{12} \left| \begin{smallmatrix} v_{max}, T_{col}, \alpha, \beta \\ v_{c_q} \end{smallmatrix} \right. \Big\} \subset \Omega(C_{A,PDL}).$$

Тут \otimes_k – одна з операцій зв'язування із списку $[+, \sim, /]$, n – кількість автомобілів, c_q – створений автомобіль з індексом f ($f=0 \dots n$), t_s – час ротації світлофорів, t_{c_f} – час затримки машини c_q на світлофорі, v_{c_q} – швидкість автомобіля, v_{max} – максимально припустима швидкість, T_{col} – час зіткнення з машиною попереду, α – пришвидшення, β – гальмування

$$A_1^0 \left| \begin{matrix} A_i \cdot A_i \\ A_i, A_i \end{matrix} \right|, A_2^0 \left| \begin{matrix} : A_i \\ Z_1, Z_2, A_i \end{matrix} \right| \text{ 0 такі ж, як і в мультисимвольних алгоритмічних}$$

структурах. Тепер розберемося, як специфікуються алгоритми $A_3 \dots A_{11}$.

- A_3, \dots, A_5 – алгоритми формування нової траєкторії руху автомобіля:
- A_3 – алгоритм формування та відображення нової графічної конструкції таким чином, щоб хвостова точка конструкції Δl_j поєдналася з головною точкою Δl_i ;
- A_4 - міняє місцями головну та хвостову точки Δl_i ;
- A_5 - відображає Δl_j без прив'язки до Δl_i (в новому місці);
- A_6, \dots, A_8 - визначають значення атрибутів b_i і e_i (значення точок до яких треба переміщатись) сформованої конструкції $\Delta l_i \otimes \Delta l_j$ при виконанні відповідних операцій пов'язування алгоритмами A_3, \dots, A_5 .
- A_9 забезпечує множинність всіх автомобілів в рамках всього міста.
- A_{10} відповідає за правила дорожнього руху, коректну взаємодію з світлофорами, а також рахує час затримки на світлофорі.
- A_{11} відповідає за систему транспортної взаємодії згідно з моделлю «Слідкування за лідером».
- A_{12} відповідає за систему транспортної взаємодії згідно з моделлю Відемана.

Інтерпретація має вигляд

$$\begin{aligned} \langle \langle {}_S C_{TPDL} = \langle M_{TPDL}, \sum_{TPDL} \Lambda_{TPDL} \rangle, C_{A,TPDL} \\ = \langle M_{A,TPDL}, V_{A,TPDL}, \sum_{A,TPDL} \Lambda_{A,TPDL} \rangle \rangle \quad I \mapsto {}_{S,I,C_{A,TPDL}} C_{TPDL} \end{aligned}$$

$$I \mapsto_{S,I,C_{A,TPDL}} C_{TPDL} = \langle M_{TPDL}, \Sigma_{TPDL}, \bar{\Lambda}_{A,TPDL} \rangle$$

$$\text{де } \bar{\Lambda}_{A,TPDL} = \Lambda_{PDL} \cap A_7, A_7 = \{(\bar{A}_3 \leftarrow +), (\bar{A}_4 \leftarrow \sim), (\bar{A}_5 \leftarrow /),$$

$$A_9 \left| \begin{matrix} n \\ f_{c_q} \end{matrix} \right., A_{10} \left| \begin{matrix} t_s \\ f_{t_{c_q}} \end{matrix} \right., \Psi, A_{11} \left| \begin{matrix} v_{c_{q-1}} \\ v_{c_q} \end{matrix} \right., A_{12} \left| \begin{matrix} v_{max}, T_{col}, \alpha, \beta \\ v_{c_q} \end{matrix} \right\}, \tilde{A}_i = A_i \left| \begin{matrix} \Delta l_i \otimes \Delta l_j \\ \Delta l_i, \Delta l_j \end{matrix} \right.$$

$$A_{i+3} \left| \begin{matrix} (b, e) \leftarrow (\Delta l_i \otimes \Delta l_j) \\ \Delta l_i, \Delta l_j \end{matrix} \right.$$

4.4.3. Конкретизація конструктора моделювання транспортних потоків

$$_{S,I,C_{A,TPDL}} C_{TPDL} \xrightarrow{K} _{S,I,C_{A,TPDL}} C_{TPDL} = \langle M_{TPDL}, \Sigma_{TPDL}, \Lambda_{KTPDL} \rangle,$$

$$\text{де } \Lambda_{KTPDL} = \Lambda_{TPDL} \cup \{T = \{ \leftarrow t_i, b_i, e_i t_i \}, N = \{ \leftarrow \beta_i, b_i, e_i \beta_i \} \}$$

Тут термінали є елементарними зображеннями з головною(b_i) та хвостовою точками(e_i), а нетермінали складовими зображеннями з головною(b_i) та хвостовою(e_i) точками. Правила продукцій задані в вигляді $\Psi_r: \langle s_r, \varepsilon \rangle \in \Psi$.

На рис. 1-4 зображені алгоритми головного меню та допоміжних модулів.

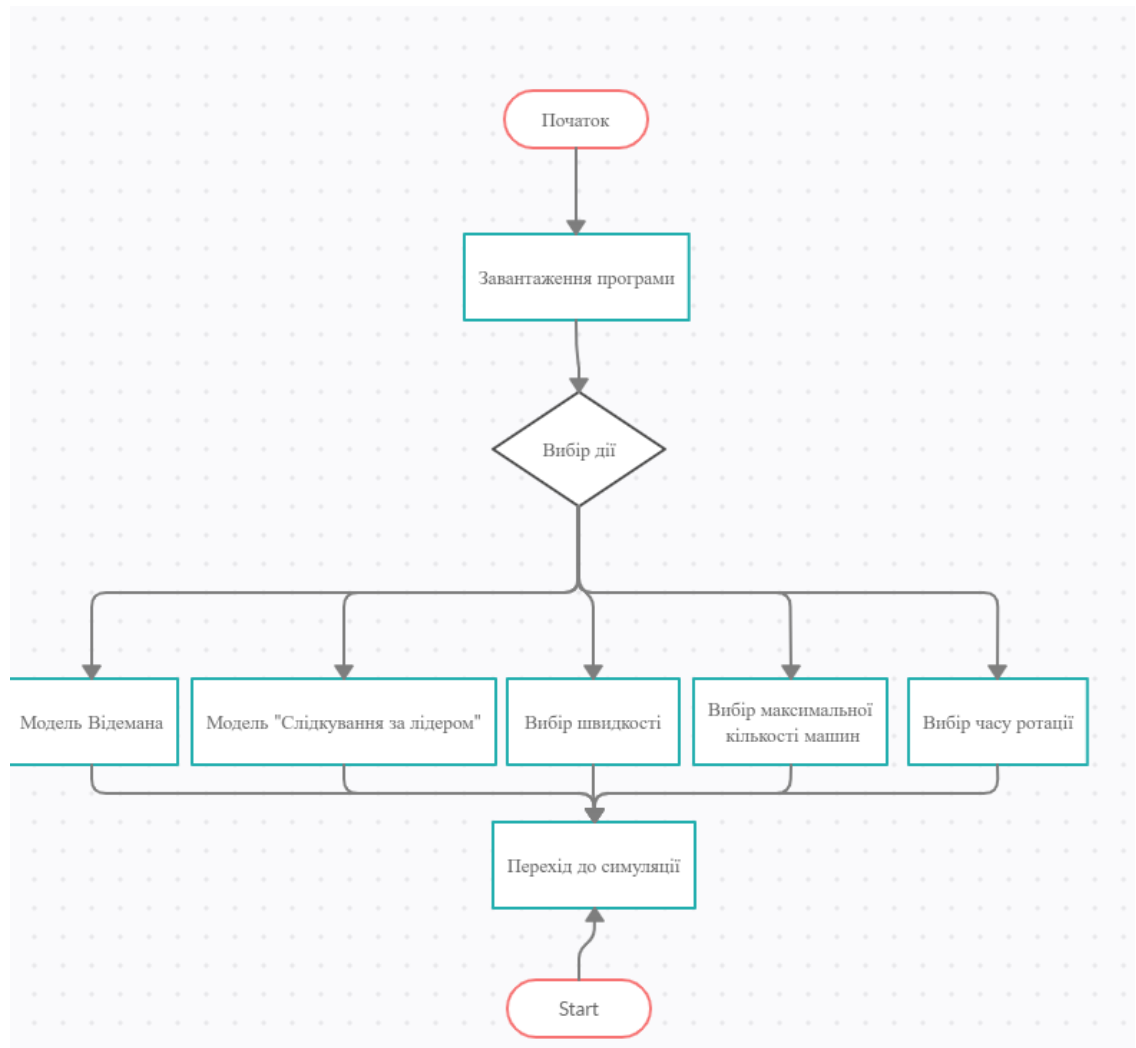


Рисунок 1– Алгоритм головного меню

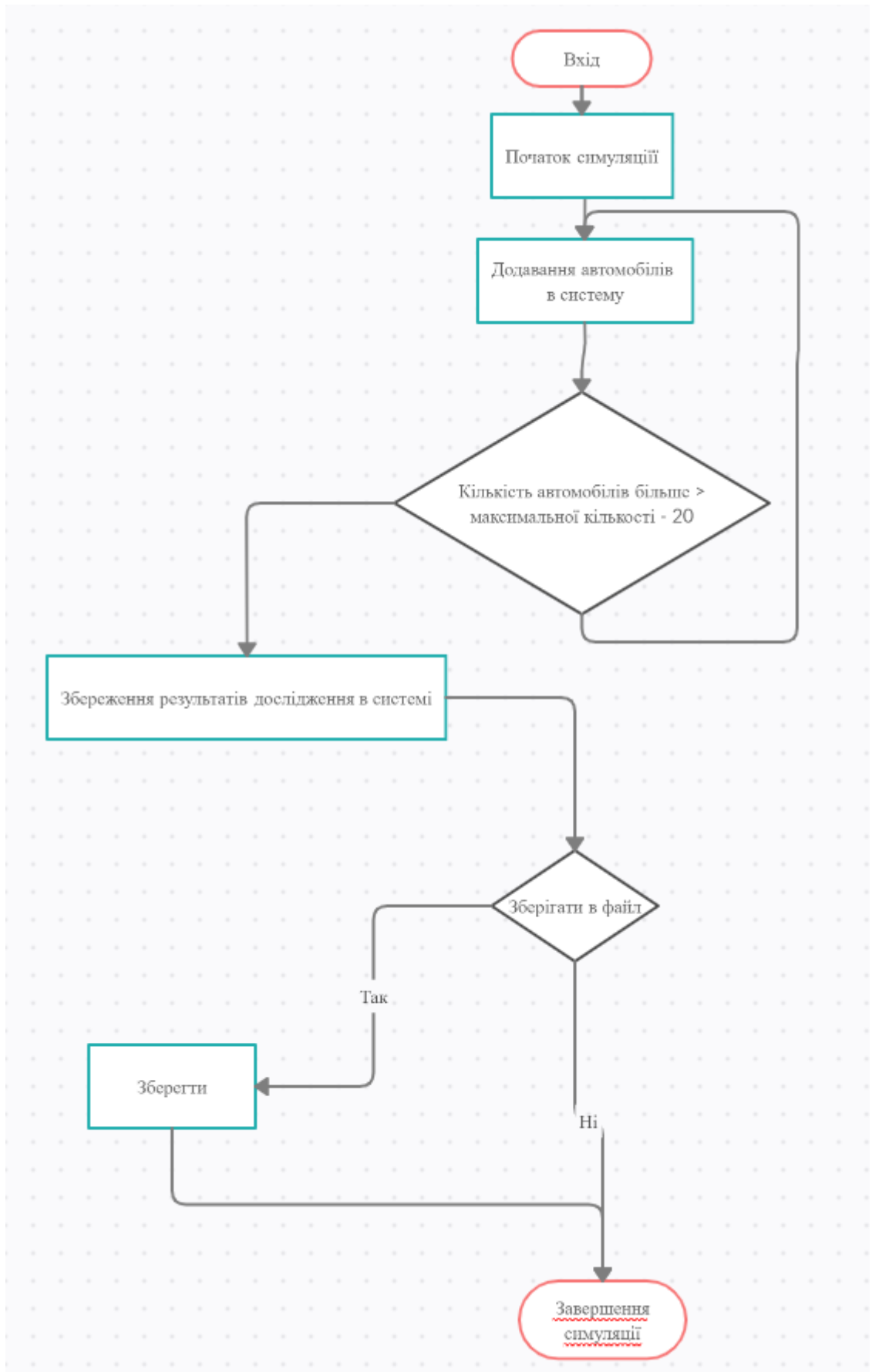


Рисунок 2 – Алгоритми допоміжних модулів

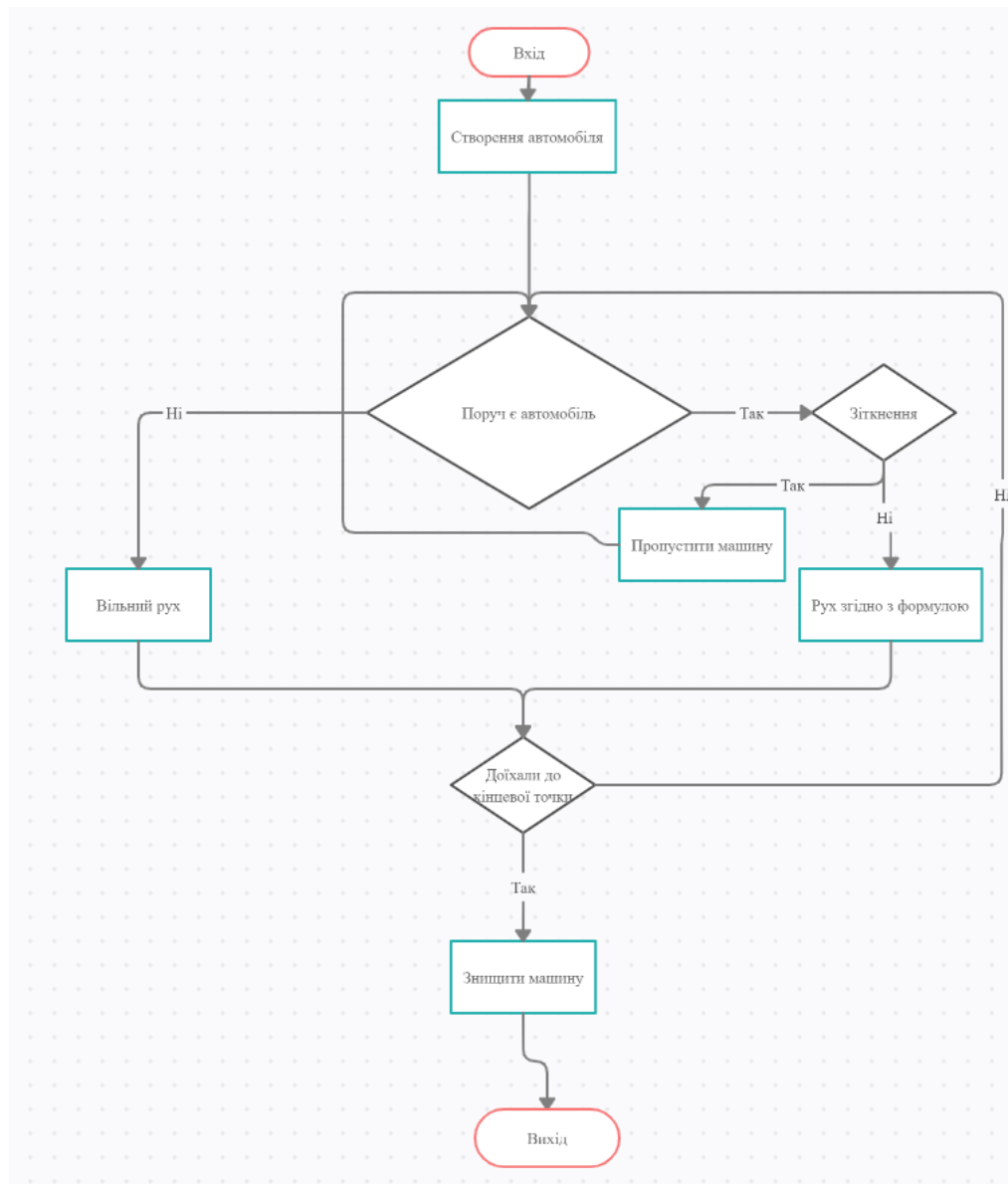


Рисунок 3 – Алгоритм Відемана.

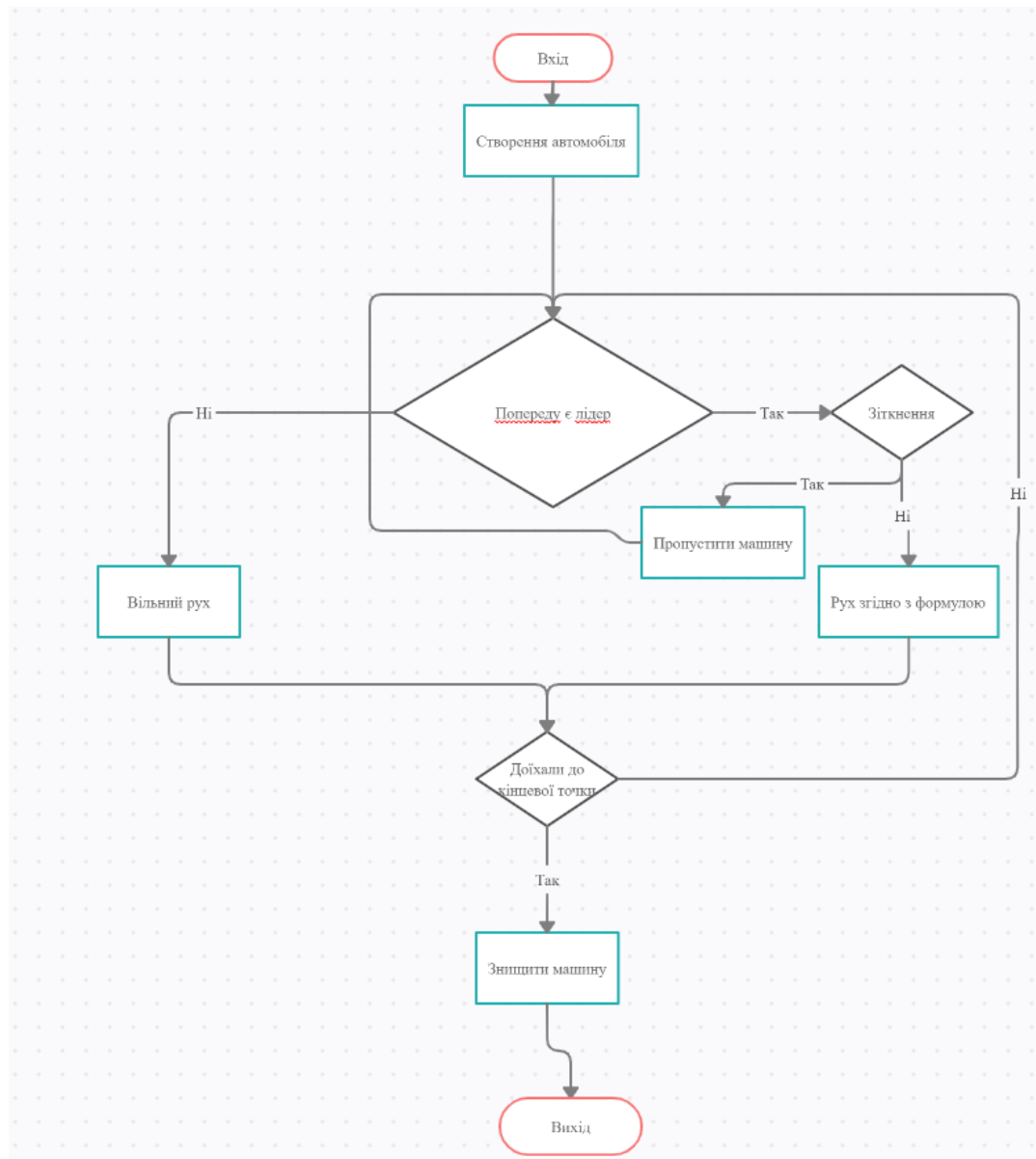


Рисунок 4 – Алгоритм «Слідкування за лідером».

На рис. 5 зображена структура програми

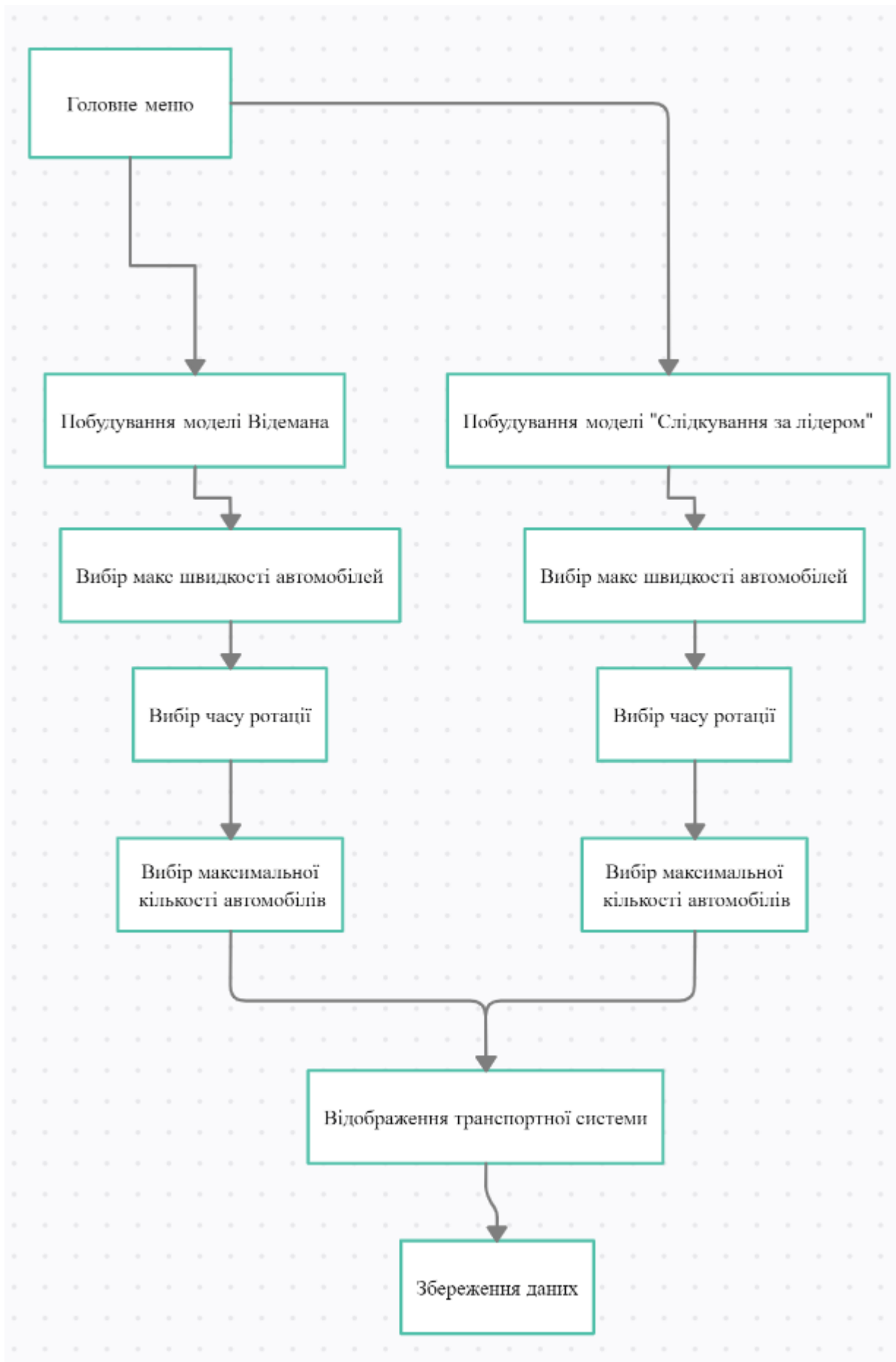


Рисунок 5 – структура програмного комплексу

Дорожня система була побудована на базі дорожньої системи одного з районів

Рейк'явіку, що в Ісландії. Вибір обумовлений тим, що в даній розв'язці є велика кількість різноманітних дорожніх перехрестів, поворотів, та кільцевих доріг. Змодельовану карту, а також приклад роботи програми можна побачити на рис. 6.



Рис. 6 – Приклад роботи конструктора.

Були проведено дослідження, в якому на певному перехресті порівнювалась робота транспортних моделей в даному конструкторі. В якості параметра, що досліджувався, була кількість автомобілів на перехресті. Діаграми результатів дослідження можна побачити на рисунках



Рисунок 7 – порівняльна діаграма моделей з кількістю в 20 автомобілів





Рисунок 9 – порівняльна діаграма моделей з кількістю в 60 автомобілів

В рамках дослідження всього міста було помічено, що є суттєва різниця між кількістю аварійних ситуацій у моделі «Слідкування за лідером» та моделі Відемана. Тому також був проведений експеримент вже в рамках всього міста, щоб встановити точні дані.

Оскільки система існує за принципом «якщо машина доїхала, нова машина поїде десь в межах міста», вона може робити теоретично вічно. А тому на обраний експеримент був встановлений час, який дорівнює 5 хвилинам.

Таблиця 1 – результати тестування кількості аварійних ситуацій

Тип моделі	«Слідкування за лідером»	Відемана
Кількість автомобілей в межах міста	Кількість аварійних ситуацій	
300	20	8
400	24	18
500	38	22

Після проведення експерименту було встановлено, що суттєва різниця між кількістю аварійних ситуацій існує на користь конструктивної моделі Відемана. Проте, залежність встановити важко, оскільки з збільшенням кількості автомобілів, різниця між

аварійними ситуаціями не обов'язково також зростає. Проте кількість зростає в обох випадках.

Література

4. Шинкаренко В.І., Ільман В.М., Конструктивно-продукційні структури та їх граматичні інтерпретації. І. Узагальнена формальна конструктивно продукційна структура, Кібернетика та системний аналіз, 2014, том 50, 8 с. – 16с.
5. Шинкаренко В.І., Куроп'ятник О.С, Забула Г.В, Петін Д.О., Лукін Є.В. Якість програмного забезпечення та тестування [Текст]: методичні вказівки до лабораторних / уклад.: В.І. Шинкаренко, О.С. Куроп'ятник, Г.В. Забула, Д.О. Петін, Є.В. Лукін, Дніпропетр, нац. ун-т. залізн. трасоп. ім. акад. В. Лазаряна. Д.: Вид-во ПФ «Стандарт-Сервіс», 2018. – 50 с. – 43с.
6. Шинкаренко В.І., Литвиненко К.В., Чигір Р.Р., Жадан А.А., Варіативність уточнюючих перетворень конструктивно-продукційного моделювання, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. ак. В.Лазаряна, Дніпро, Україна, 225 с. – 230 с.
- 71.What is a Stimulation Model? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://olap.com/learn-bi-olap/olap-bi-definitions/simulation-models/>
72. Bando M. Dynamical model of traffic congestion and numerical simulation [Текст] / М. Bando, К. Hasebe, А. Nakayama, А. Shibata, and Y. Sugiyama // Physical Review E., Vol. 51. – 1995. – № 2. – pp. 1035-1042.
- 73.Шинкаренко, В. И. Повышение временной эффективности структур данных в оперативной памяти на основе адаптации / В. И. Шинкаренко, Г. В. Забула // Проблемы програмування. – 2012. – № 2–3. – С. 211–218.
- 74.Ильман, В. М. Конструктивное представление множественных объектов и их свойства / В. М. Ильман, В. И. Шинкаренко // Проблемы програмування. – 2014. – № 1. – С. 3–17.

