СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ
1. *Деревянчук Е.Д.* Влияние планировки города и карты дорожной сети на выбор оптимального маршрута // Общество. – 2024. – № 1(32). – Часть 2. – С. 10-17.
2. *Деревянчук Е.Д.* Методика построения алгоритмов для практических задач с применением теории графов // Научный потенциал. – 2024. – № 2(45). – Часть 3. – С. 37-44.
3. *Волченская Т.В., Князьков В.С.* Компьютерная математика. Учебное пособие. Часть 2. Теория графов. – Пенза: Изд-во Пенз. ун-та, 2002. – 101 с.

THE ROUTE OPTIMIZING PROBLEM IN THE ROAD NETWORK, TAKING INTO ACCOUNT THE FAN LAYOUT OF THE CITY

DEREVYANCHUK Ekaterina Dmitrievna
Candidate of Science in Physics and Mathematics, Associate Professor
MASHIN Oleg Alekseevich
Student
Penza State University
Penza, Russia

This work is devoted to the route optimizing problem in the road network, taking into account the fan layout of the city. To solve this problem, the apparatus of graph theory is used. The task is to find the shortest path from one vertex of the graph to another vertex, taking into account the type of graph. A modification of Dijkstra's algorithm is proposed, which allows taking into account the fan layout of the city.
Keywords: modification of Dijkstra's algorithm, graph theory, city fan layout, the shortest path.

ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТА В ДОРОЖНОЙ СЕТИ С УЧЕТОМ ТРЕУГОЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ ГОРОДА

ДЕРЕВЯНЧУК Екатерина Дмитриевна
кандидат физико-математических наук, доцент
МАШИН Олег Алексеевич
студент
Пензенский государственный университет
г. Пенза, Россия

Данная работа посвящена задаче оптимизации маршрута в дорожной сети с учетом треугольной планировки города. Для решения данной задачи применяется аппарат теории графов. Задача сводится к поиску кратчайшего пути из одной вершины графа в другую вершину с учетом вида графа. Предложена модификация алгоритма Дейкстры, которая позволяет учитывать треугольную планировку города.
Ключевые слова: модификация алгоритма Дейкстры, теория графов, треугольная планировка города, кратчайший путь.

Постановка задачи. Данная работа посвящена исследованию задачи оптимизации маршрута в дорожной сети с учетом ***треугольной*** планировки города и является продолжением работ [1-2].

Постановка задачи: требуется найти оптимальный маршрут из одной точки города до другой с учетом ***треугольной*** планировки города.

Математическая постановка задачи:

1) найти кратчайший путь из одной вершины графа до другой;

2) предложить варианты оптимизации алгоритма с учетом ***треугольной*** планировки города.

Основные определения. Под **графом** $G_1(X, A)$ понимается пара множеств, первое из которых множество X представляет собой множество вершин, второе множество A – множество ребер, соединяющих две вершины (рисунок 1) [3].

Матрица смежности – это квадратная матрица размерностью $n*n$, (где n - число вершин графа), однозначно представляющая его структуру.

$A=\{a_{ij}\}$, $i, j=1,2,...,n$, а каждый элемент матрицы определяется следующим образом: $a_{ij}=1$, если $\exists$ дуга (x_i, x_j), $a_{ij}=0$, если нет дуги (x_i, x_j).

Так, например, для графа $G_1(X, A)$, изображенного на рисунке 1, матрица смежности имеет вид, как на рисунке 2.

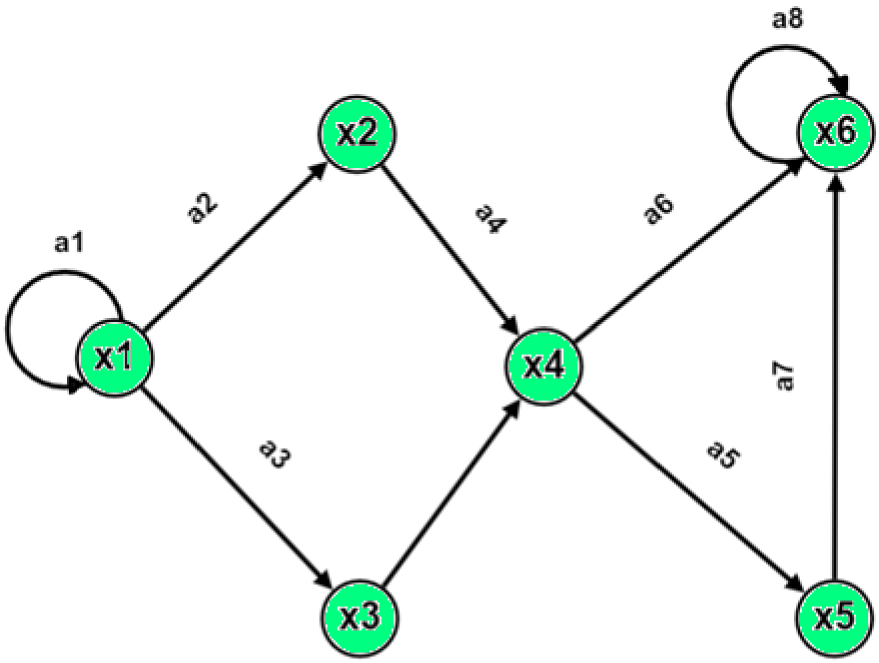
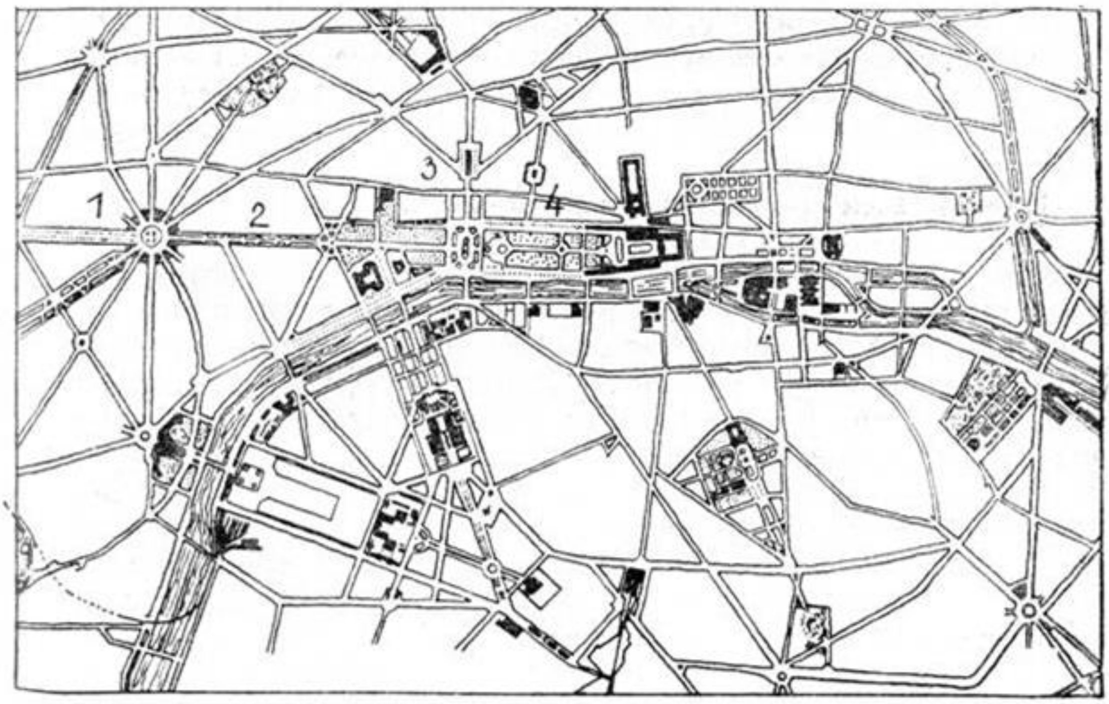


Рисунок 1. **Граф** $G_1(X, A)$

$$A=\begin{array}{c|cccccc} & X_1 & X_2 & X_3 & X_4 & X_5 & X_6 \\ \hline X_1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ X_2 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ X_3 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ X_4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ X_5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ X_6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}$$

Рисунок 2. **Матрица смежности графа** $G_1(X, A)$

Пример треугольной планировки города представлен на рисунке 3. Треугольная схема не получила большого распространения, т.к. острые углы, образуемые в пунктах пересечения улиц, создают значительные трудности и неудобства при освоении и застройке участков. Кроме того, треугольная схема не обеспечивает и удобных транспортных связей даже в наиболее активных направлениях. Элементы треугольной системы можно встретить в старых районах Лондона, Парижа, Берна и других европейских городов.



Париж, план центра города

1. – площадь Звезды, 2. – Елисейские поля, 3. – площадь Согласия, 4. – улица Риволи

Рисунок 3. **Треугольная схема в Париже**

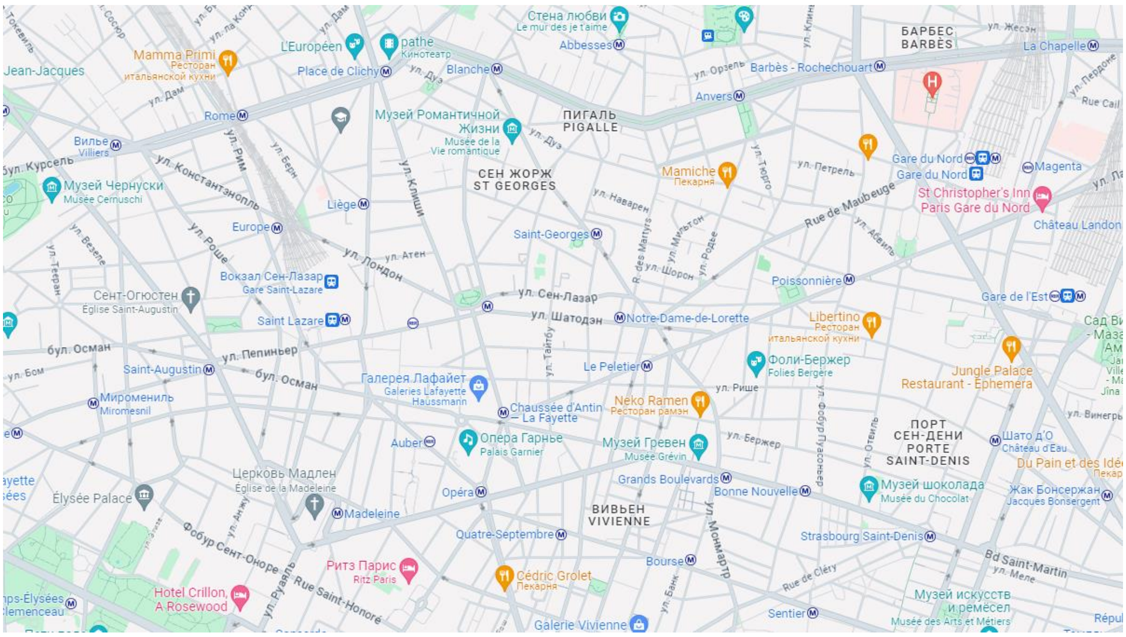


Рисунок 4. **Планировка части города Парижа**

Для решения поставленной задачи будет использовать метод алгоритма Дейкстры [1-2].

Задача. Пусть задан граф (рисунок 5), соответствующий части треугольной планировки Парижа. Найти кратчайшее расстояние от вершины X_1 до вершины X_9. Построить дерево решения.

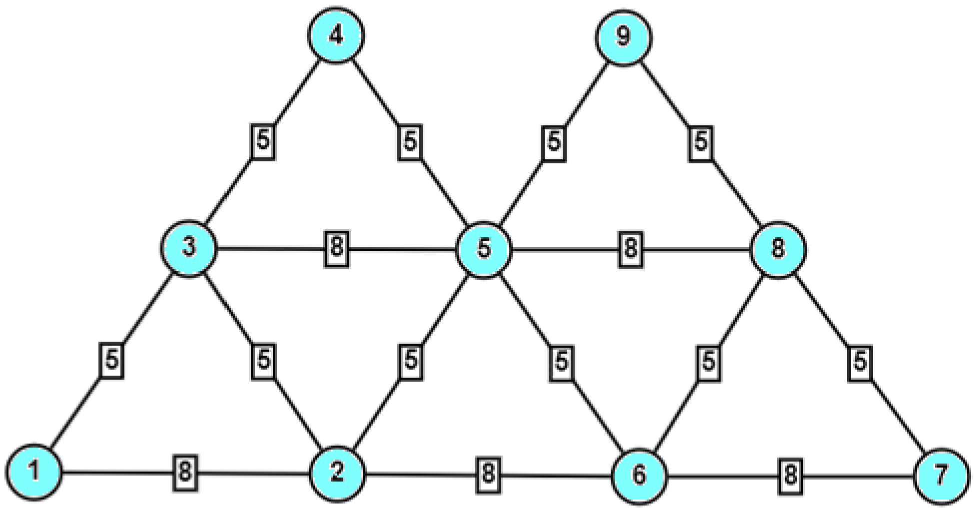


Рисунок 5. **Пример треугольной планировки**

<u>Решение.</u>

Результаты вычисления представлены в таблице 1.

Таблица 1

РАСЧЕТ КРАТЧАЙШЕГО РАССТОЯНИЯ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМА ДЕЙКСТРЫ

Вершины	№ итерации						
	0	1	2	3	4	5	6
X_1							
X_2	∞	$8X_1$					
X_3	∞						
X_4	∞	∞	*10X3*				
X_5	∞	∞	$13X_3$	$13X_2(X_3)$			
X_6	∞	∞	∞	*16X2*	*16X2*		
X_7	∞	∞	∞	∞	∞	∞	*24X6*
X_8	∞	∞	∞	∞	∞	*21X5*	*21X6*
X_9	∞	∞	∞	∞	∞	*18X5*	

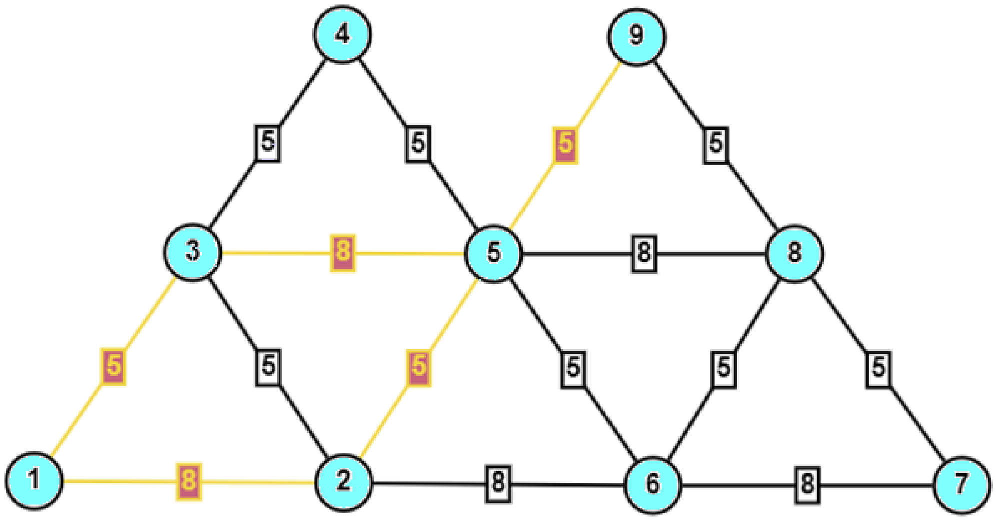


Рисунок 6. **Кратчайший путь от вершины X_1 до вершины X_9**

<u>Ответ</u>: имеем два равносильных кратчайших пути от вершины X_1 до вершины X_9: $(1 \to 3 \to 5 \to 9)$ и $(1 \to 2 \to 5 \to 9)$ равные 18.

Оптимизация алгоритма Дейкстры для треугольной схемы города

К треугольной схеме можно применить следующую оптимизацию: применить понятие «конденсация»[1] графа [1]. Из условия задачи известны две вершины: откуда начинается путь (вершина X_1) и где заканчивается (вершина X_9). Чтобы оптимизировать алгоритм Дейкстры, логичнее всего сгруппировать вершины. Разбиваем на группы (делаем конденсацию):

а) (X_1, X_2, X_3), б) (X_4, X_5, X_9), в) (X_6, X_7, X_8) (рисунок 7). Из рисунка 6 видно, что группу в) (X_6, X_7, X_8), логично не рассматривать, т. к. это увеличит маршрут. Следовательно, можно исключить из рассмотрения эту группу вершин, тем самым алгоритм Дейкстры сократится с 9 рассматриваемых вершин до 6.

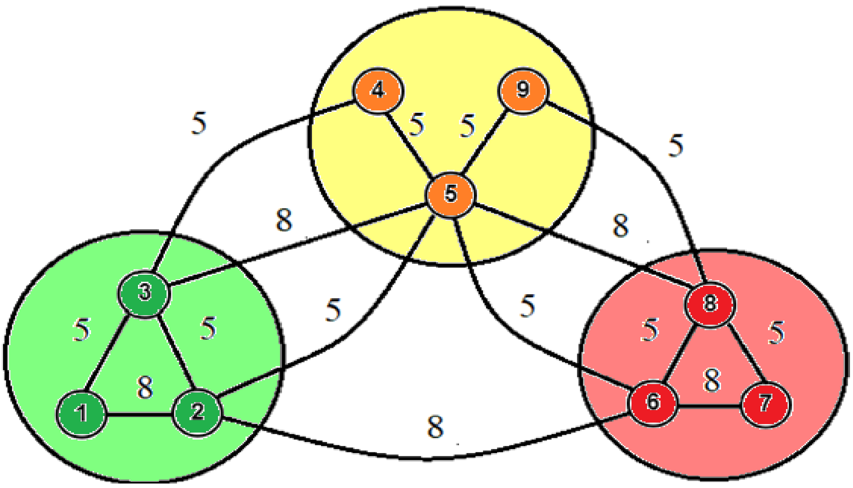


Рисунок 7. **Конденсация треугольной планировки**

[1]Конденсация графа – это процесс объединения сильно связанных компонентов графа в одну вершину.

Выбираем кратчайший из путей и отсекаем ненужные вершины. Таким образом, алгоритм Дейкстры сократится с 9 до 6 вершин (рисунок 8).

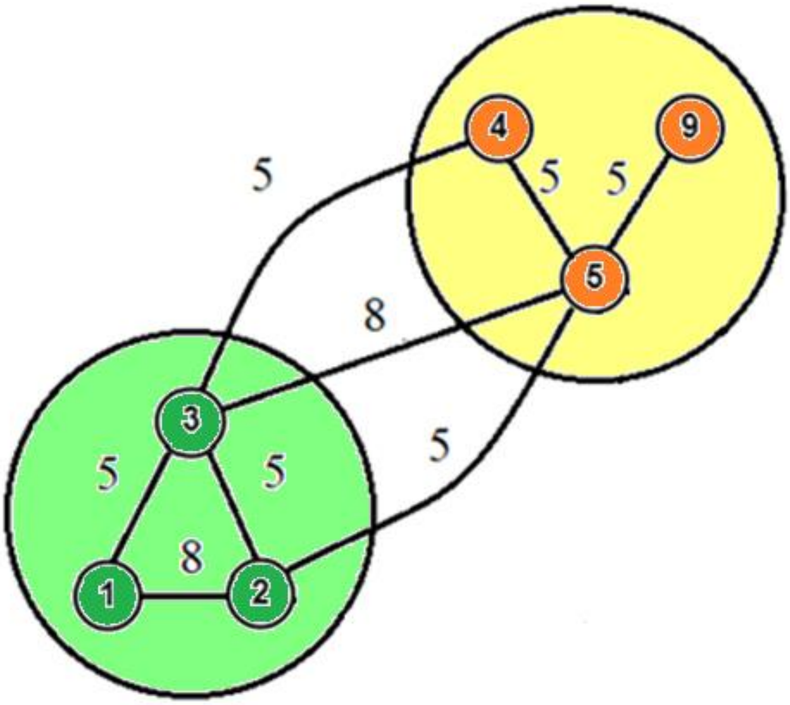


Рисунок 8. **Конечный граф для поиска кратчайшего пути в треугольной схеме**

Итог: в результате конденсации время работы алгоритма Дейкстры сокращено, тем самым алгоритм оптимизирован.

Заключение. В статье проведено исследование задачи оптимизации маршрута в дорожной сети с учетом треугольной планировки города.

Основные результаты работы:

1. Применен алгоритм Дейкстры для нахождения кратчайшего пути для треугольной планировки города.

2. Разработан оптимизированный алгоритм для треугольной планировки. Суть оптимизации состоит в применении понятия «конденсация» графа. Таким образом, оптимизированный алгоритм позволяет сократить время работы алгоритма Дейкстры за счет отсечения тех вершин, которые входят в сильно связные подграфы, путь через которые будет заведомо длиннее.

3. Теоретические и численные результаты могут быть применены не только для расчета кратчайшего маршрута по дорожным сетям современных городов, которые имеют часть планировки города в виде треугольной схемы, но и при расчете кратчайших маршрутов между городами, которые можно с помощью скоростных транспортных «артерий» объединить в синурбические[2] треугольники, то есть связанные и равноудаленные друг от друга взаимодополняющие города.

Например, город Ярославль, Кострому и Иваново, удаленных друг от друга на расстоянии 80 км, современными урбанистами предложено объединять в так называемый «синурбический треугольник» (рисунок 9).

[2]Синурбия – это объединение социального пространства нескольких отдельных городов в рамках сетевой агломерации. Суть синурбической модели заключается в соединении трех городов, превращении их в единое пространство, в котором каждый из этих городов дополняет друг друга в социальном и экономическом плане.

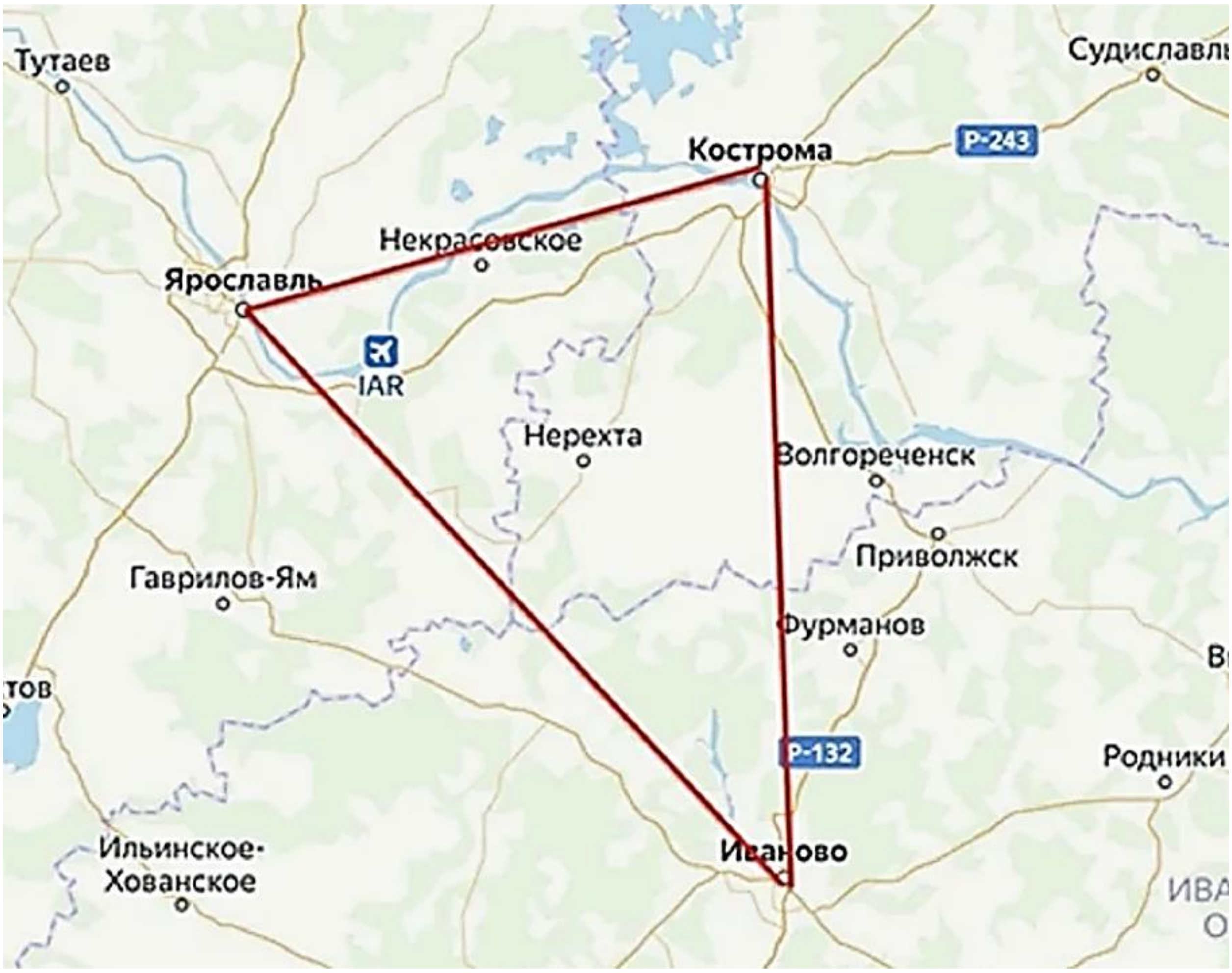


Рисунок 9. **Синурбический треугольник: Ярославль, Кострома и Иваново**

В результате создания прямого железнодорожного сообщения между городами, входящими в такой треугольник, получается один большой город, только без сплошной застройки. При этом сохраняется самобытная архитектура всех трех городов, а люди имеют возможность жить вне города, а работать и учиться в самих городах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Деревянчук Е.Д.* Методика построения алгоритмов для практических задач с применением теории графов // Научный потенциал. – 2024. – № 2(45). – Часть 3. – С. 37-44.
2. *Деревянчук Е.Д., Машин О.А.* Задача оптимизации маршрута в дорожной сети с учетом веерной планировки города // Общество. – 2024. – № 2(33). – URL:https://s.siteapi.org/e8b7766e0f729d6/docs/5hzpkbz0vzkswcosck8cw848kk48g0.
3. *Волченская Т.В., Князьков В.С.* Компьютерная математика. Учебное пособие. Часть 2. Теория графов. – Пенза: Изд-во Пенз. ун-та, 2002. – 101 с.

THE ROUTE OPTIMIZING PROBLEM IN THE ROAD NETWORK TAKING INTO ACCOUNT THE TRIANGULAR LAYOUT OF THE CITY

DEREVYANCHUK Ekaterina Dmitrievna
Candidate of Science in Physics and Mathematics, Associate Professor
MASHIN Oleg Alekseevich
Student
Penza State University
Penza, Russia

This work is devoted to the route optimizing problem in the road network, taking into account the triangular layout of the city. To solve this problem, the apparatus of graph theory is used. The task is to find the shortest path from one vertex of the graph to another vertex, taking into account the type of graph. A modification of Dijkstra's algorithm is proposed, which allows taking into account the city triangular layout.
Keywords: modification of Dijkstra's algorithm, graph theory, the city triangular layout, shortest path.

УДК 004.8

ПРЕДИКТИВНАЯ СИСТЕМА РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНЫХ ШАХМАТНЫХ ХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

САЛЬМАНОВ Ислам Ранифович
студент
Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ
г. Казань, Россия

Статья посвящена разработке алгоритма для предсказания оптимального шахматного хода с использованием нейронных сетей. Рассматривается история шахмат и эволюция компьютерного анализа шахматных партий, начиная с традиционных методов до современных технологий на основе нейронных сетей. Предлагается использование архитектуры NNUE (Efficiently Updatable Neural Network), которая позволяет оптимизировать процесс предсказания шахматных ходов, обеспечивая высокую точность при минимальных вычислительных затратах. В статье детально описывается структура нейросети, процесс ее обучения на основе данных из открытых источников и возможные методы оптимизации. Представленная методология включает пошаговую схему работы нейросети и процесс ее дальнейшего обучения в ходе эксплуатации, что делает систему адаптивной и самообучающейся.
Ключевые слова: шахматы, искусственный интеллект, выбор лучшего хода, нейронные сети.

Шахматы – это стратегическая настольная игра, в которую играют два игрока на шахматной доске в клетку, это игра стратегии и тактики. Считается, что эта игра возникла в Индии примерно в 6 веке нашей эры и распространилась в Персии, откуда через исламский мир попала в Европу. Каждый игрок начинает игру с 16 фигурами: одним королем, одной королевой, двумя ладьями, двумя конями, двумя слонами и восемью пешками. Цель игры – поставить мат королю противника, что означает поставить