

PLANNING OF CARGO AND PASSENGERS' TRANSPORTATION CONSIDERING
WEATHER CONDITIONS

ПЛАНУВАННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ТА ПАСАЖИРІВ З УРАХУВАННЯМ
ПОГОДНИХ УМОВ



Dodukh Kateryna Myhaylivna, CTS, Docent at the Department of Road Design, Geodesy and Land Management. National Transport University e-mail: ekateri-nadodukh@gmail.com; тел.: (096)129-39-38

<https://orcid.org/0000-0003-2544-5359>



Palchyk Anton Dmytrovych, postgraduate student of department of tourism, National Transport University e-mail: palchyk94@gmail.com; тел.: (063)121-14-51

<https://orcid.org/0000-0002-1467-3658>

Summary. The work is devoted to the solution of the issue of economic and safe transportation of goods and passengers by road. This transportation depends on the condition of roads, road surface, vehicle type and weather conditions. Weather conditions are taken into account both in terms of visibility (meteorological) and in terms of the coefficient of adhesion.

The general criterion for assessing all conditions is the average speed of the vehicle, taking into account weather and road conditions. Weather conditions are determined by the type of visibility: clear weather, rain, snowfall, blizzards, rain. By the coefficient of adhesion: dry surface, normal, wet, snow, ice. By road conditions: category of road, width of the travel section, radii of horizontal curves, longitudinal slopes, width of the road, the state of surface (coefficient of solidity). According to weather conditions, the calendar year is divided into three periods according to the conditions of cars' movement.

The first (winter) - December, January, February, March; second (spring-summer) - April, May, July, June, August; third (autumn) - September, October, November. The use of weather conditions in the Northern regions of Ukraine is presented in this work.

Keywords: road, weather, speed, visibility, coefficient of adhesion.

Introduction. Transportation of goods and passengers is of great importance for the economy of the country. The main indicators are the cost of transportation and socio-economic indicators of passenger traffic. Planning of transportation depends on many indicators that characterize not only road conditions, but also weather conditions. For transportation of goods and passengers, road conditions must meet the requirements of transport. These conditions vary depending on the category of roads - the higher the category of road the better the conditions for transport. Weather conditions reduce the speed of road transport and can increase travel time. Taking into account weather conditions will allow planning of cargo and passengers transportation under favorable weather conditions and minimum cost.

Purpose and methods

The task of the road is to provide an economical, safe transportation of goods and passengers by road. The main indicator is the speed of vehicles, which depends on:

- geometric elements of the road;
- type of car and its traction-speed characteristics;
- type of cover and its condition;
- weather conditions.

The geometric elements of the highway determine the speed of free movement of the car in different road conditions. Changing road conditions causes a change in vehicle speed. Surface of the road and its condition is very important. The presence of pits, tracks, bumps and small coefficient of adhesion (normal from 0,35 to 0,7), cause a significant decrease in the speed of the car. Weather conditions are characterized both by the distance of visibility and the state of road surface. In addition, each category of the road corresponds to its maximum load on the car axle (from 6t to 11.5t). Visibility (this is the distance visibility of the road surface by the driver) affects the speed of the car. It varies from 15 to 150m or more. According to the distance of visibility, the speed of the car changes.

Results and explanation

The cost of transportation of goods and passengers depends on many factors, one of which is the cost of fuel, which is up to 52% of the cost. The fuel consumption is directly proportional to the speed of the car. Minimum fuel consumption corresponds to the optimum speed of the car. Reducing or increasing the speed of the car leads to increased fuel consumption and cost of transportation. On the other hand, transportation of goods and passengers may be determined by the time spent on transportation.

Weather conditions are determined by:

- clear weather;
- rain;
- storm;
- snowfall;
- blizzard

Condition of coverage is determined by the coefficient of adhesion, which characterizes the grip of the car wheels with the coating and its condition:

- dry;
- humid;
- wet;
- snowy
- icy

Table 1 – Meteorological visibility

Таблиця 1 – Метеорологічна видимість

Weather conditions	Visibility distance, m
Fog	100
Rain	150
Snow	100
Storm	15
Blizzard	16

The average speed of cars depending on visibility is calculated by the formula:

$$V = V_0 + 0.13S, \quad (1)$$

where V – average speed of the car, km/hour;

$V_0 = 29,1$ km/hour.

So, with visibility 100 m :

$V = 29,1 + 0,13 \cdot 100 = 42,1$ km/hour

And with visibility 16 m:

$V = 29,1 + 0,13 \cdot 16 = 31,1$ km/hour

Depending on the coating, it is characterized by the coefficient of adhesion:

Table 2 – Coefficient of adhesion according to the coating condition

Таблиця 2 – Коефіцієнт зчеплення у відповідності до стану покриття

Weather conditions	Factor of adhesion
Dry, clear	0,5-0,7
Normal	0,4-0,5
Wet	0,2-0,3
Snow	0,2
Ice	0,1

The influence of weather conditions and the coefficient of adhesion is characterized by distance and dynamic dimensions (distance - distance between cars, dynamic size - distance plus length of the car).

The distance and dynamic size are calculated according to the formula of Neizvestnoy N.V. and Krasilnikovoy O.V.

$$D = \frac{1,6e^{-0,8\varphi} V (l_a + 1) (0,0003V^2 - 0,015V + 0,61)}{3,6}, \quad (2)$$

where V – speed of the car, km / h;

l_a – length of the car, m;

φ – coefficient of adhesion.

The combined effect of the visibility distance and the coefficient of adhesion is determined (Zhuk M.M., Kovalyshyn V.A. Determination of safe speed of vehicles in difficult conditions, taking into account the functional state of the driver) by the formula:

$$V_{\text{без.}} = \sqrt{\frac{127(\varphi^2 - I_n^2)}{K_v \varphi}} (S - L_o), \quad (3)$$

where φ – coefficient of adhesion;

S – meteorological visibility, m;

L_o – security clearance, m;

I_n – cross slope;

K_v – braking efficiency factor.

This dependence is shown in the figure 1.

Change of visibility (in the drawing from the top to bottom) 150 m, 100 m, 50 m, 40 m, 20 m.

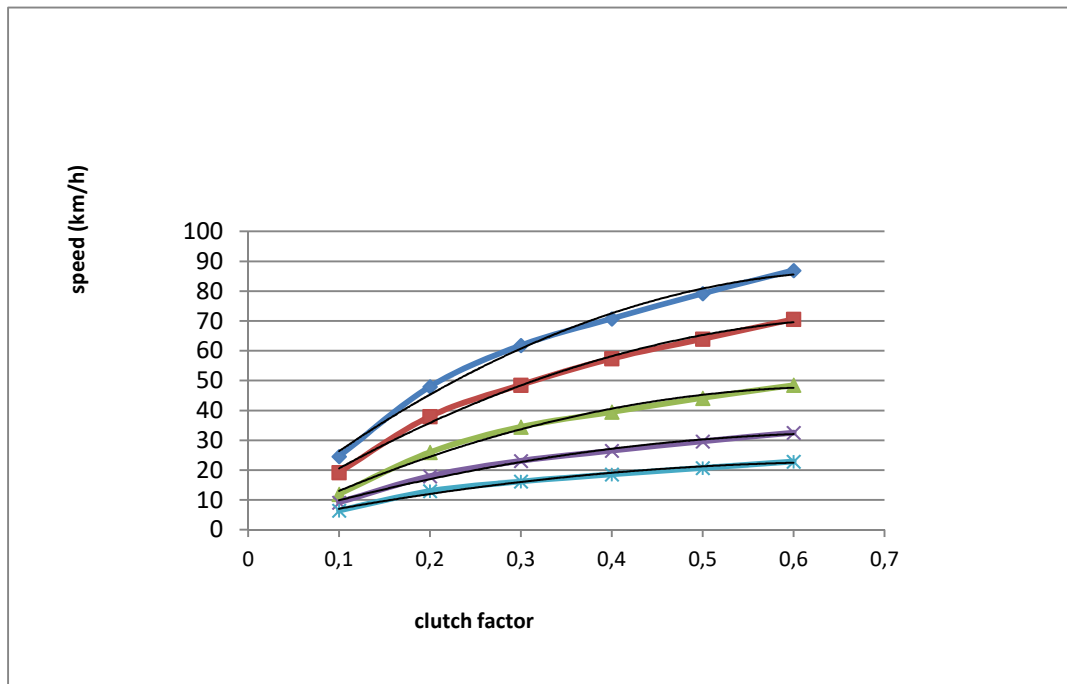


Figure 1 – Change of the visibility of the road surface depending on the coefficient of adhesion and speed of the car.

Рисунок 1 – Зміна видимості поверхні дороги в залежності від коефіцієнта зчеплення та швидкості автомобіля

According to this graph, it is possible to determine the speed of the car depending on the visibility and the coefficient of adhesion according to the condition of coating of the road.

Weather conditions are taken into account both from the distance of visibility and from the state of surface.

As of the driving conditions on motor roads it is possible to distinct three periods under conditions of movement:

- winter - (December, January, February, March);
- spring-summer (April, May, June, July, August);
- autumn (September, October, November).

Each of these periods is characterized by natural conditions. Winter - snowstorms, blizzards), spring and summer - rain, storms), autumn (rain, storms, snow).

According to weather conditions, the state of surface and visibility range change, and as a result, the speed of the car and fuel consumption changes.

These conditions lead to unsatisfactory conditions of travel and transportation of goods and passengers. The example of the Kyiv region shows the distribution of unsatisfactory travel conditions for certain periods.

Table 3 – Percentage of unsatisfactory weather conditions on highways in the Northern regions of Ukraine during the winter period

Таблиця 3 – Відсоток незадовільних погодних умов на автомобільних дорогах у Північних районах України у зимовий період

Year	Winter period			
	snow	rain	storm	blizzard
2013	60/49%		2/1,6%	2/1,6%
2014	22/18.2%		1/0,8%	2/1,6%
2015	28/23%	3/2,5%	5/4,1%	2/1,6%
2016	44/36%		1/0,8%	3/2,5%
2017	33/27%	4/3,3%		3/2,5%
2018	49/40%	7/5,7%		3/2,5%
Total	236	14	9	15
Average value	32,3%	1,9%	1,2%	2,1%

Table 4 – Percentage of unsatisfactory weather conditions on highways in the Northern regions of Ukraine in the spring-summer period

Таблиця 4 – Відсоток незадовільних погодних умов на автомобільних дорогах у Північних районах України у весняно-літній період

Year	Spring-summer period			
	snow	rain	storm	blizzard
2013		24/15.6%	1/0,6%	
2014		23/15%	10/6,5%	
2015		34/22.2%	3/1,9%	
2016		42/27.4%	1/0,6%	
2017		38/24.8%	9/5,9%	
2018		8/7.8%		
Total		169	24	
Average value		18,4%	2,6%	

Conclusions and recommendations.

1. Unfavorable weather conditions appear:

- winter period-37,5%,
- spring-summer period -21%,
- autumn period-10.9%.

2. During the winter, the blizzards and storms make up 3.3%. In a blizzard, delays can last up to 3 days.

3. The most favorable conditions are during the spring-summer period where the rain is 2.6% and the delay can be up to 2-3 hours.

4. When performing transportation in unfavorable conditions it is necessary to take into account the decrease of the speed of motor transport and increase the socio-economic rate of passenger transportation. The calculation is carried out using Figure 1 and tables 1,2,3,4,5.

Table 5 – Percentage of unsatisfactory weather conditions on highways in the Northern regions of Ukraine in the autumn period

Таблиця 5 – Відсоток незадовільних погодних умов на автомобільних дорогах у Північних районах України у осінній період

Year	Autumn period			
	snow	rain	storm	blizzard
2013		12/13%		
2014		2/2.1%	4/4.4%	
2015		5/5.5%	2/2.2%	
2016	9/9.9%	2/2.1%	2/2.2%	
2017	1/1%	8/8.8%	1/1.1%	
2018	4/4.4%	6/6.6%		2/2.2%
Total	14	35	9	2/2.2%
Average value	2,5%	6,4%	1,6%	0,37%

References

1. WWW.LP5.UA/ Arkhivpohody v aeroportuBoryspil 2013-1018.
2. Palchyk A.M. Transportnipotoky. K. NTU. 2010 – s. 171.
3. Dodukh K.M. Vyznachenniaserednoishvydkostivilnohorukhtransportnohopotoku. K: NTU, 2013, № 69 s.188.
4. Sylianov V.V. Sytnykov Yu. M. Raschetskorostydvizheniya pry proektyrovanyyavtomobylnykhdoroh. TrudyMoskovskohoavtomobylno- dorozhnohoynstytuta. – 1974. – Vyp.72 - s.47-66.
5. Metodykakompleksnoitsinkybudivnytstva ta rekonstruktsiiavtomobilnykhdoroh z urakhuvanniamsotsialno-ekonomichnoi ta ekolohichnoiefektyvnosti. M 218-02070915-630:2007-K., 2007., -28s.
6. Sylianov V.V., Domke Э. R. Transportno-ekspluatatsyonnyekachestvaavtomobylnykhdoroh y horodskykhulyts: [ucheb. posobye] / V.V. Sylianov, Э. R. Domke. – M.: Akademyia, 2008. – 349 s.
7. Neizvestna N.V., Krasyl'nikova O.V. Rozrakhunokpropusknoizdatnostikiltsevykhrozv'iazok. « Avtomobilnidorohy i dorozhniebudivnytstvo: Naukovo-tekhnichnyizbirnyk. – 2012. – Vyp. 86 – S. 3-7.»
8. Fylypov V.V. Smyrnova N.V. Leontev D.N. O zavysymostyrashkhdatoptyva y vlyianyenanehoskorostydvizheniyaavtomobilia y dorozhnikhruslovyi. VesnykKhNADU Vypusk 67. 2014.-s 7-12.

ПЛАНУВАННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ТА ПАСАЖИРІВ З УРАХУВАННЯМ ПОГОДНИХ УМОВ

Додух Катерина Михайлівна, к.т.н., доцент кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою, Національний транспортний університет. <https://orcid.org/0000-0003-2544-5359>

Пальчик Антон Дмитрович, аспірант кафедри туризму, Національний транспортний університет. <https://orcid.org/0000-0002-1467-3658>

Анотація. Робота присвячена вирішенню питання економічного та безпечного перевезення вантажів та пасажирів автомобільним транспортом. Це перевезення залежить від стану автомобільних доріг, дорожнього покриття, типу автомобіля та погодних умов. Погодні умови враховуються як по видимості (метеорологічній) так і по показнику коефіцієнта зчеплення.

Загальним критерієм оцінки всіх умов є показник середньої швидкості руху автомобіля з урахуванням погодних і дорожніх умов. По типу видимості погодні умови визначаються: ясна погода, дощ, снігопад, хуртовина, злива. По коефіцієнту зчеплення: сухе покриття, нормальне, мокре, сніг, ожеледиця. По дорожнім умовам: категорія дороги, ширина проїзної частини, радіуси горизонтальних кривих, позовжні похили, ширина узбіччя стан покриття (коефіцієнт міцності). По погодним умовам календарний рік ділиться на три періоди по умовам руху автомобілів:

Перший (зимовий) – грудень, січень, лютий, березень; другий (весняно-літній) – квітень, травень, липень, червень, серпень; третій (осінній) – вересень, жовтень, листопад. В роботі приведено використання погодних умов у Північних районах України.

Ключові слова: дорога, погода, швидкість руху, видимість, коефіцієнт зчеплення.

Перелік посилань

1. WWW.LP5.UA/Архів погоди в аеропорту Бориспіль 2013-2018 рік.
2. Пальчик А.М. Транспортні потоки. К. НТУ. 2010. С. 171.
3. Додух К.М. Визначення середньої швидкості вільного руху транспортного потоку. К: НТУ, 2013, №69. С.188.
4. Сильянов В.В. Ситников Ю. М. Расчет скорости движения при проектировании автомобильных дорог. Труды Московского автомобильно- дорожного института. 1974. Вып.72. С.47-66.
5. Методика комплексної оцінки будівництва та реконструкції автомобільних доріг з урахуванням соціально-економічної та екологічної ефективності. М 218-02070915-630:2007. К., 2007. 28 с.
6. Сильянов В.В., Домке Э.Р. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц: [учеб. пособие] / В.В. Сильянов, Э.Р. Домке. М.: Академия, 2008. 349 с.
7. Неізнестна Н.В., Красильникова О.В. Розрахунок пропускнуї здатності кільцевих розв'язок. «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: Науково-технічний збірник. 2012. Вип. 86. С. 3-7.
8. Филипов В.В. Смирнова Н.В. Леонтьев Д.Н. О зависимости расхода топлива и влияние на него скорости движения автомобиля и дорожных условий. Вестник ХНАДУ. Выпуск 67. 2014. С 7-12.