

*Pavlyuk D.O., ScD, Professor
ntu-pavluk@yandex.ua*

*Tereshchuk V.P., post-graduate
tervit@mail.ua*

*Chapovskyi V.S., post-graduate
foxsters@inbox.ru*

National Transport University, Kyiv

ROADWAY ROUGHNESS RESEARCH AND CAUSES DETERIORATION ANALYSIS

The article deals with modern directions of domestic and foreign smoothness research coverage on the roads. The problem of causes changes establishing in smoothness coverage related to the irregularities in the procedure of road construction layers is highlighted. The research results of the trafficway smoothness and its causes deterioration analysis, performed by operation of roads and airfields laboratory at National Transport University on research road area H-18 around the city Buchach is shown. By the research results the road profile is drawn and the detailed analysis of road topping smoothness changes during road operation is done. Samples at the specific points on the road topping is taken: in one place it is a transverse crack, in another – without noticeable defects. It is established that road profile hollows and transverse cracks caused by black layers uneven thickness along the road.

Keywords: *longitudinal smoothness, road, road topping, pavement design.*

Павлюк Д.О., д.т.н., професор

Терещук В.П., аспірант

Чаповський В.С., аспірант

Національний транспортний університет, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНОСТІ ПРОЇЗНОЇ ЧАСТИНИ Й АНАЛІЗ ПРИЧИН ЇЇ ПОГІРШЕННЯ

Розглянуто сучасні вітчизняні та закордонні напрями дослідження рівності покриття на автомобільних дорогах. Виділено проблему встановлення причин зміни рівності покриття, що пов'язані з порушенням технології влаштування шарів дорожньої конструкції. Наведено результати дослідження рівності проїзної частини й аналізу причин її погіршення, виконаних лабораторією експлуатації автомобільних доріг та аеродромів Національного транспортного університету на дослідній ділянці автомобільної дороги Н-18 навколо м. Бучач. За результатами досліджень побудовано поздовжній профіль і проведено детальний аналіз зміни рівності дорожнього покриття в процесі експлуатації дороги. Узяті керни в характерних точках на покритті: в одному місці проходить поперечна тріщина, в іншому – без помітних дефектів. Установлено, що западини поздовжнього профілю і поперечні тріщини обумовлені нерівномірністю товщини чорних шарів вздовж дороги.

Ключові слова: *поздовжня рівність, автомобільна дорога, покриття, конструкція дорожнього одягу.*

Introduction. Since 2004, the laboratory of operation of roads and airfields at National Transport University (hereinafter – NTU) in research roads areas, which are located in different Ukraine regions, it is conducted regular surveys, consisting parts of what is the smoothness and wheel tracking parameters determination, and also road-mat deformation. The disadvantages of smoothness assessing methods of road topping by viameter or IRI is that they refer to the area altogether and does not allow to highlight points, where is the maximum indications accumulation. In addition, they do not reveal the cause of smoothness deterioration, which is due to its degradation.

Generally this problem can be characterized as smoothness informative indicators lack used in modern regulatory and technical base of Ukraine. Therefore, an essential part of survey research areas are leveling and road profile drawing and also its change analysis during the road operation and revealing the causes of smoothness deterioration.

Review of research and publications recent sources. Road and airfield topping smoothness research can be divided into the following directions:

- smoothness indicators justification [1 – 4];
- smoothness normative values justification [5 – 7];
- methods, techniques and means of smoothness measuring development [8 – 11];
- smoothness impact on the speed and transport mode studying [13];
- smoothness impact on traffic safety and accident occurrence studying [12, 13].

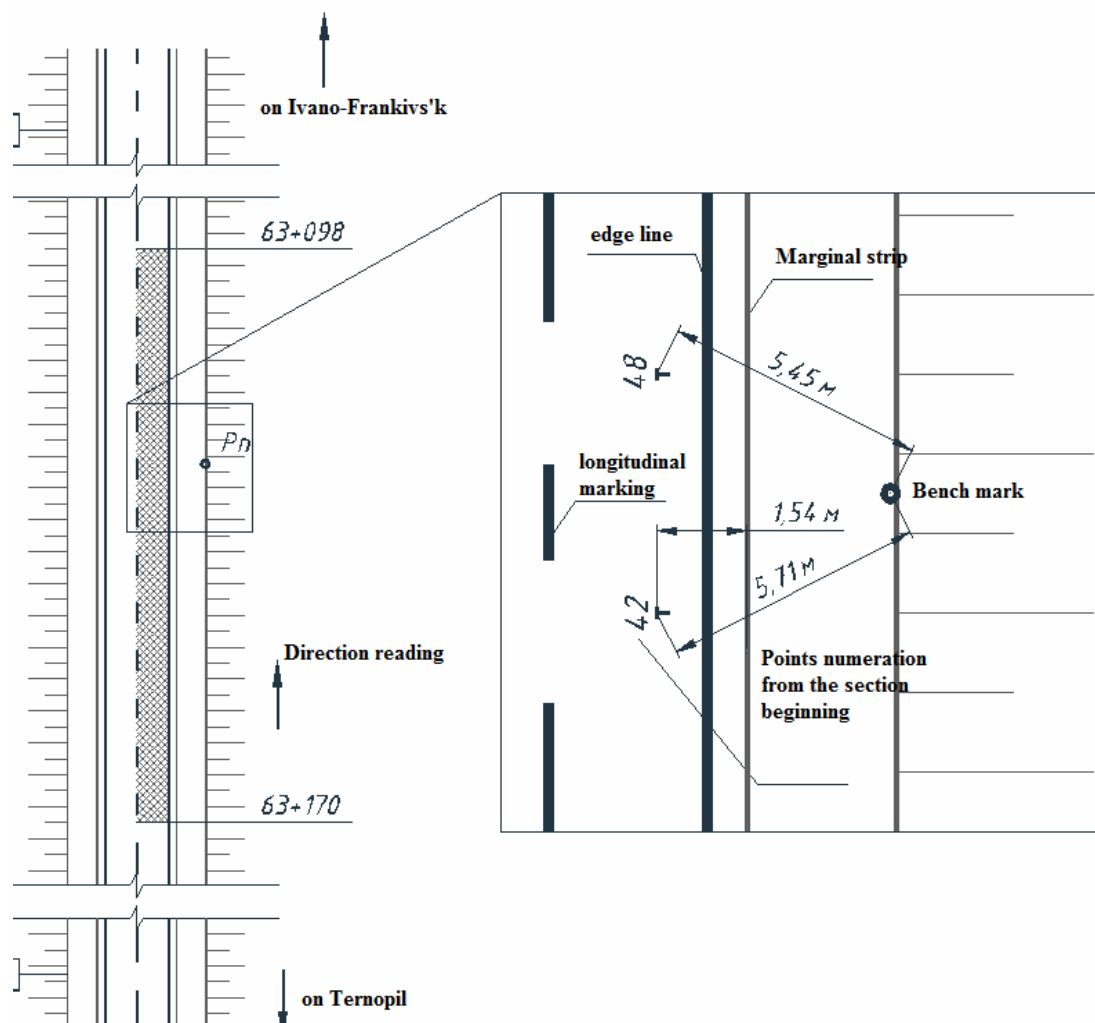
The issue of technological supporting of road topping and smoothness revealing causes in scientific and technical literature it is paid much less attention, except for a few studies [11, 14].

Parts of the common problem that earlier unsolved. When you travel on the highway H-18 Ivano-Frankivsk – Buchach – Ternopil (detour of city Buchach) it is felt periodic blows caused by road topping irregularities presence. The question arose about this phenomenon causes establishing. Professionals polling, who engaged this road section operation, come to nothing. As things go, it was decided to conduct a smoothness research of road topping length of 72,0 m (km 63 + 098 – km 63 + 170), the overall look and scheme of what is shown in Fig. 1, 2.

The purpose of research – longitudinal profile of trafficway research road section H-18 analysis and road topping deterioration causes revealing.



**Figure 1 – General view of road section H-18
Ivano-Frankivsk – Buchach – Ternopil (km 63 + 098 – km 63 + 170)**



**Figure 2 – Scheme of road section H-18
Ivano-Frankivsk – Buchach – Ternopil (km 63+098 – km 63+170)**

The main material and research results. The article deals with the problem of smoothness changes by the example of road section H-18 Ivano-Frankivsk – Buchach – Ternopil (km 63+098 – km 63+170), which is connected with irregularities in the procedure of road construction layers.

In April 2014 by means of leveling «Sokkia B20» and three-meter leveling rod RDU «Condor» it is received the longitudinal profile of road topping. Repeated measurements were made on that year August.

Longitudinal profile detailed assessment of the trafficway at the research section included implementation of following stages:

- bench mark fixation (Fig. 2) and its recovery after repeated researches;
- flagging for measurement at a distance of 0,5 – 1,0 m from the marginal strip by using measuring tape and chalk and planimetric position georeferencing to the bench mark;
- route leveling with survey increment of 0,5 m and high-altitude position georeferencing to the bench mark.

As a result of leveling and measuring the gap at RDU it is perform the longitudinal profile section determining.

Longitudinal profile leveling results is shown on Fig. 3, where you can see the characteristic hollows, what, according to the authors, causes to blows. On profile reduction points it is continuous transverse cracks (Fig. 4).

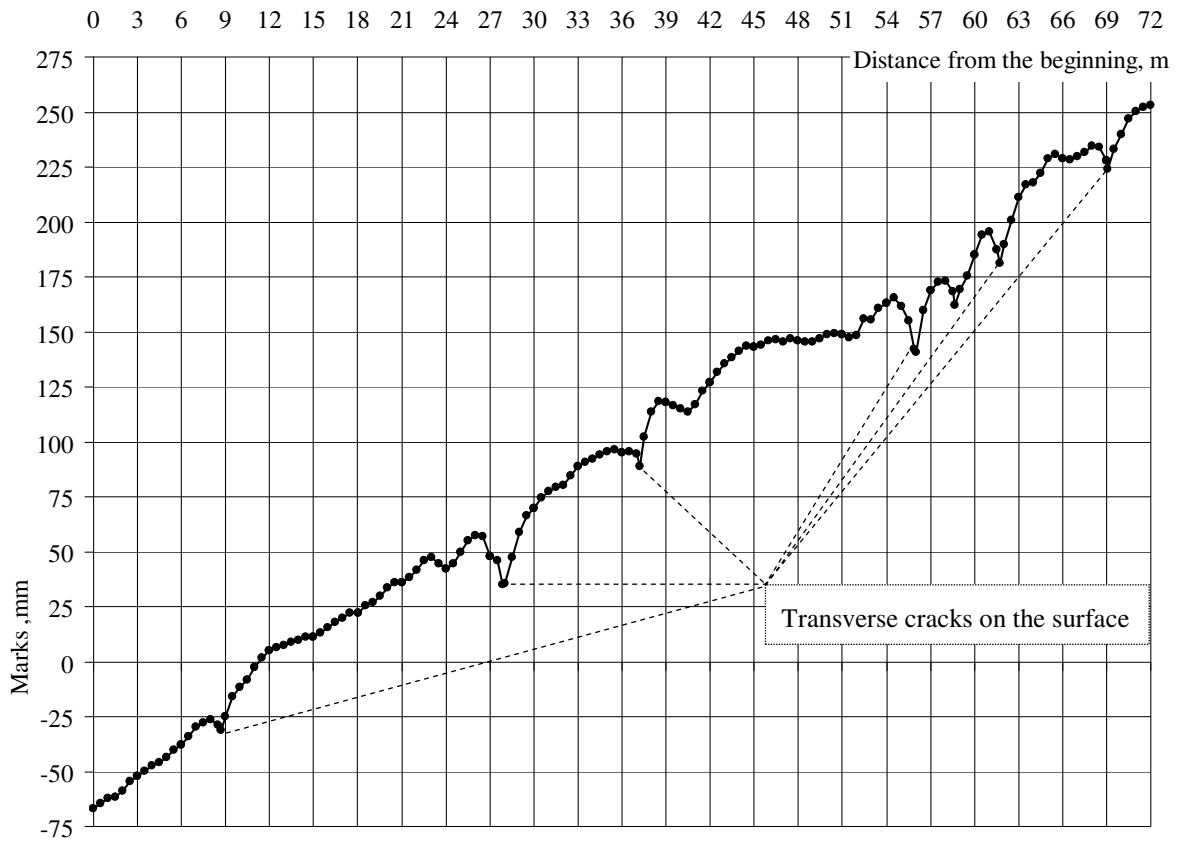


Figure 3 – Longitudinal profile of the right trafficway track



Figure 4 – Continuous transverse temperature crack at a characteristic section

In order to explain the road topping irregularities causes and cracking it is taken the samples in certain places – on crack (km 63+114,10) and in a place with no visible defects (km 63+105,00) (Fig. 5).

Comparison of road-mat cores taken without defects and at place of transverse crack passing through is shown on Fig. 6.

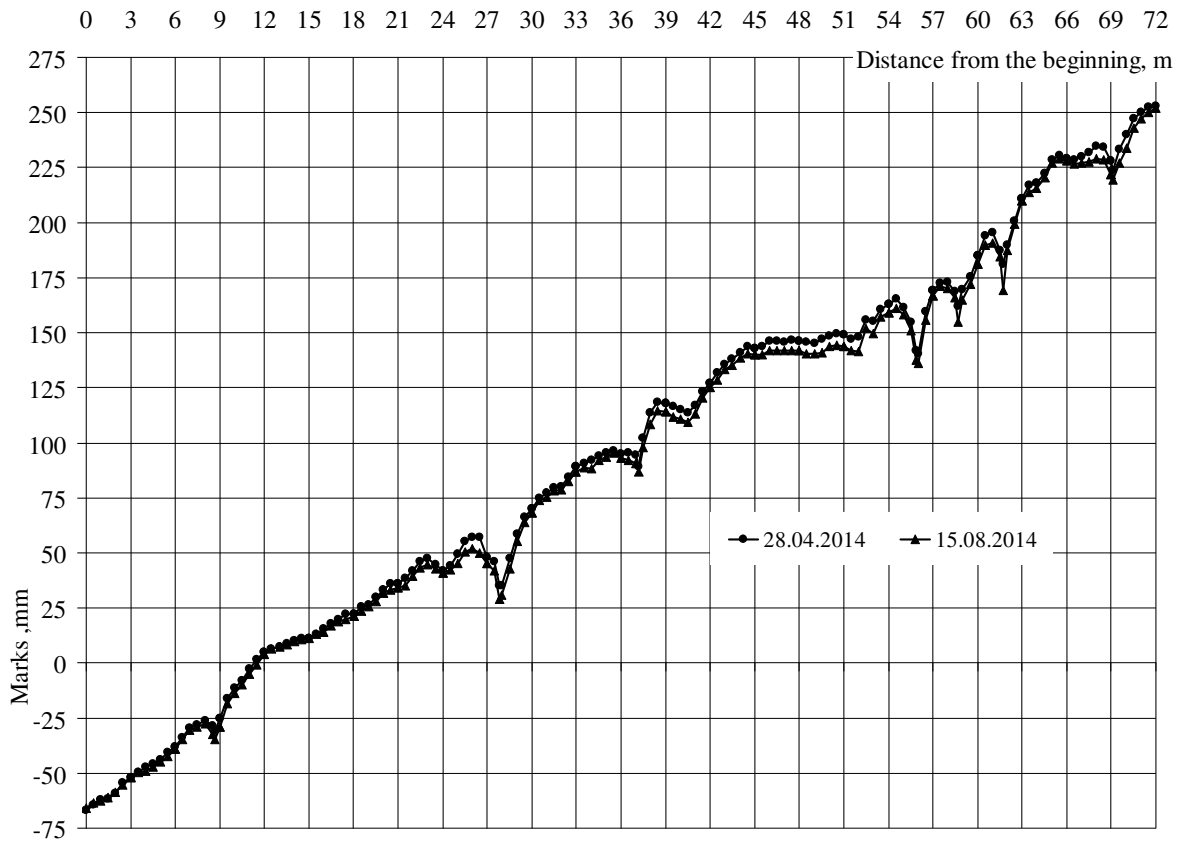


Figure 5 – Location of core taking points in the longitudinal profile section



Figure 6 – Road-mat cores

As shown on Fig. 6, left road-mat core that taken on the road section without defects (km 63+105,00) has the upper layer of fine graded bituminous concrete with thickness of 4,5 cm, lower layer – coarse bituminous concrete with thickness of 7 cm. Right core, taken on the road section in a place of transverse crack passing through (km 63+114,10) has a thickness layers respectively 3 and 4 cm.

Situation's arisen, can be represented schematically on Fig. 7.

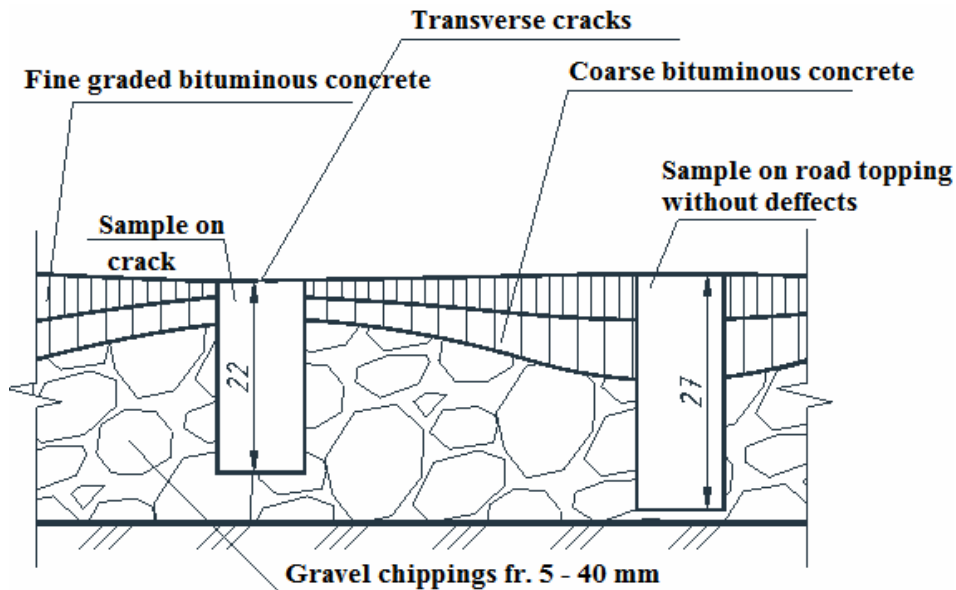


Figure 7 – Schematic representation of longitudinal profile road-mat cores

Longitudinal profile hollows and transverse cracks caused by layers uneven thickness along the road length. In the places of reduced layers thickness it is a weakening of the road-mat profile cross-section, so when the environment temperature is reducing in these places there was a gap that led to the cracks formation.

Conclusions. Trafficway longitudinal profile detailed analysis of the experimental highway section H-18 (km 63+098 – km 63+170) and the samples content, selected in specific places suggests that the regular irregularities cause of the road topping and transverse temperature cracks may be the layers uneven road-mat construction thickness, that is primarily connected with irregularities in the procedure of its structure.

References

1. Савенко В. Я. Про обґрунтування рівня показників рівності дорожніх покриттів / В. Я. Савенко, Д. І. Кіяшко // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К. : НТУ, 2011. – № 81. – С. 19 – 22.
Savenko V. Ya. Pro obgruntuvannya rivnya pokaznikov rivnosti dorozhnih pokrittiv / V. Ya. Savenko, D. I. Kiyashko // Avtomobilni dorogi i dorozhne budivnitstvo. – K. : NTU, 2011. – № 81. – S. 19 – 22.
http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/avtodorogi_i_stroitelstvo.html
2. Лушников Н. А. К вопросу об оценки продольной ровности покрытий автомобильных дорог / Н. А. Лушников, П. А. Лушников // Дороги и мосты. – М. : ФГУП Росдорнии, 2010. – № 23. – С. 97 – 104.
Lushnikov N. A. K voprosu ob otsenki prodolnoy rovnosti pokrytiy avtomobilnyh dorog / N. A. Lushnikov, P. A. Lushnikov // Dorogi i mosty. – M. : FGUP Rosdornii, 2010. – № 23. – S. 97 – 104.
<http://www.rosdornii.ru>
3. Taghirad H. D. Automobile passenger comfort assured through LQR/LQG active suspension / H. D. Taghirad, E. Esmailzadeh // Journal of Vibration and Control [Electronic resource]. – Access mode: <http://saba.kntu.ac.ir/eecd/aras/papers/J3-JVC-99.pdf>.
4. ISO 8606:1995(E). Mechanical vibration-Road surface profiles-reporting measured data. – 1995. – 29 p.
5. Karamihas S. M. Critical Profiler Accuracy Requirements [Final report] / S. M. Karamihas. – Michigan: The University of Michigan Transportation Research Institute, 2005. – 115 p.

6. Arriaga M. Índice internacional de rugosidad en la red carretera de México / M. Arriaga, P. Garnica, A. Rico // *Publicación Técnica* № 1081998. – México: Instituto Mexicano del Transporte, 1998. – 46 p.
7. Кияшко Д. И. Методы обоснования нормативных значений показателей продольной ровности дорожных покрытий: дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.22.11 – автомобильные дороги и аэродромы / Д. И. Кияшко. – К. : НТУ, 2013 – 183 с.
Kiyashko D. I. Metody obosnovaniya normativnykh znacheniy pokazateley prodolnoy rovnosti dorozhnykh pokrytiy: dis. ... kand. tehn. nauk: spets. 05.22.11 – avtomobilnye dorogi i aerodromy / D. I. Kiyashko. – K. : NTU, 2013 – 183 s.
8. Досвід виробничої експлуатації автомобільної причіпної установки ПКРС-2У та поштовохміра «ВСВП-УТУ» / Д. О. Павлюк, Л. Л. Рибіцький, О. С. Лебедев, Є. В. Іваниця // *Автомобіляри України*. – 2004. – № 2. – С. 25 – 27.
Dosvid virobничої експлуатації авtomobilної причіпної установки PKRS-2U та poshtovhomira «VSPV-UTU» / D. O. Pavlyuk, L. L. Ribitskiy, O. S. Lebedev, E. V. Ivanitsya // *Avtoshlyahovik Ukraini*. – 2004. – № 2. – S. 25 – 27.
9. Bomhard F. I. Verfahren zur Messung der dynamischen Beim Kraftwagen / F. I. Bomhard. – Munhen, 1959. – 168 p.
10. Андреев А. В. Универсальный дорожный курвиметр УДК «Ровность» [Электронный ресурс] / А. В. Андреев // *Интерэкспо Гео-Сибирь*, 2012. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/universalnyy-dorozhnyy-kurvimetr-udk-rovnost-1>.
Andreev A. V. Universalnyy dorozhnyy kurvimetr UDK «Rovnost» [Elektronnyy resurs] / A. V. Andreev // *Interekspo Geo-Sibir*, 2012.
11. Вплив геодезичних і будівельних робіт на рівність дорожнього покриття / В. В. Ільченко, Р. А. Міщенко, В. І. Козарь, Л. М. Козарь // *Наукові нотатки: міжвузівський збірник*. – Луцьк: ЛНТУ, 2014. – Вип. 46. – С. 227 – 232.
Vpliv geodezichnih i budivelnih robit na rivnist dorozhnogo pokrittya / V. V. Ilchenko, R. A. Mishchenko, V. I. Kozar, L. M. Kozar // *Naukovi notatki: mizhvuzivskiy zbirnik*. – Lutsk: LNTU, 2014. – Vip. 46. – S. 227 – 232.
http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nn_2014_46_38
12. Фещенко А. П. Влияние ровности дорожного покрытия на безопасность движения на дорогах Республики Беларусь / А. П. Фещенко // *Наука – образованию, производству, экономике: материалы 11-й Международной научно-технической конференции*. Т. 3. – Минск : БНТУ, 2013. – С. 142 – 143.
Feshchenko A. P. Vliyanie rovnosti dorozhnogo pokrytiya na bezopasnost dvizheniya na dorogah Respubliki Belarus / A. P. Feshchenko // *Nauka – obrazovaniyu, proizvodstvu, ekonomike: materialy 11-y Mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii*. Т. 3. – Minsk : BNTU, 2013. – S. 142 – 143.
13. Чванов В. В. Ровность дорожных покрытий и безопасность движения / В. В. Чванов // *Научный информационный сборник «Транспорт. Наука, техника, управление»*. – М., ВИНТИ 2010. – Вып. 11. – С. 33 – 36.
Chvanov V. V. Rovnost dorozhnykh pokrytiy i bezopasnost dvizheniya / V. V. Chvanov // *Nauchnyy informatsionnyy sbornik «Transport. Nauka, tehnika, upravlenie»*. – М., VINITI 2010. – Vyp. 11. – S. 33 – 36.
14. Забезпечення рівності дорожнього покриття на стадії геодезичних і будівельних робіт / В. В. Ільченко, В. І. Козарь, Р. А. Міщенко, Л. М. Козарь // *Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета*. – Х. : ХНАДУ, 2013. – Вып. 60. – С. 123 – 127.
Zabezpechennya rivnosti dorozhnogo pokrittya na stadiyi geodezichnih i budivelnih robit / V. V. Ilchenko, V. I. Kozar, R. A. Mishchenko, L. M. Kozar // *Vestnik Harkovskogo natsionalnogo avtomobilno-dorozhnogo universiteta*. – H. : HNADU, 2013. – Vyp. 60. – S. 123 – 127.
<http://dspace.khadi.kharkov.ua/dspace/handle/123456789/561>

© Pavlyuk D., Tereshchuk V., Chapovskyi V.
Received 25.04.2016