

АНОТАЦІЯ

Тимощук О.Ю. Удосконалення паспортизації автомобільних доріг на етапі експлуатації – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю: 192 – «Будівництво та цивільна інженерія». – Національний транспортний університет, Київ, 2021.

Якість управління дорожньою галуззю залежить від доступності, надійності та коректності інформаційних даних, які збираються та накопичуються різними засобами та системами моніторингу при функціонуванні автомобільної дороги на усіх етапах її життєвого циклу.

До таких даних відносяться технічні показники, які характеризують поточний стан автомобільної дороги та використовують для визначення та оцінки її транспортно-експлуатаційного стану, споживчих властивостей, при плануванні робіт з будівництва та ремонту дорожньої мережі з метою раціоналізації фінансових і матеріально-технічних ресурсів.

Основною інформацією для прийняття ефективних управлінських рішень є накопичена та збережена сукупність даних, що характеризує геометричні параметри автомобільної дороги або окремих її об'єктів, дані про транспортні потоки, вплив на довкілля тощо. Для збору вказаних даних виконують роботи з паспортизації та моніторингу стану автомобільних доріг, кінцевою метою яких є створення інформаційної бази даних паспорта автомобільних доріг.

Наразі неузгодженість дій при поточній інформатизації наведених процесів управління дорожньою мережею, спричинили появу великої кількості методів збору даних та наявність окремих програмно-аналітичних комплексів (ПАК), що зберігають такі дані. До основних ПАК можна віднести: паспортизація та технічний облік (створення електронного паспорта автомобільної дороги (ЕПАД)), поточні та періодичні огляди, інструментальні обстеження стану покриття автомобільних доріг (Система управління станом

покриття (СУСП)) та мостових споруд (Аналітично-експертна система управління мостами (АЕСУМ)), оцінка умов руху та заходів з безпеки (база даних дорожньо-транспортних пригод (ДТП)), планування робіт з будівництва та ремонтів автомобільних доріг тощо.

Наведені ПАК накопичують інформацію про стан автомобільних доріг та формують множину технічних показників, перелік яких визначено галузевими стандартами. Проте наведені ПАК функціонують роздільно, використовуються зазвичай для розрізнених завдань та вирішують локальні проблемні завдання при управлінні автомобільними дорогами або окремими об'єктами. Множина даних, які збираються та вносяться до цих ПАК, не завжди корелюються з встановленими вимогами щодо структури та переліку даних згідно концептуальних галузевих документів у сфері стандартизації даних та не враховують сучасний рівень розвитку техніки та технологій.

Наразі відсутній єдиний підхід для оцінка якості зібраних даних про поточний стан автомобільні дороги, яки дав би можливість встановити релевантність, надійність та ефективність використання отриманої інформації.

На основі цього були визначені напрям і мета дослідження, а також основні вимоги до розробленої методики аналітичних та теоретичних досліджень.

Отже, враховуючи вищенаведені дані та відповідно до визначених напрямків дослідження, проведено змістовний аналіз існуючих методів та технологій збору даних, що наразі використовуються в дорожній галуззі та встановлено доцільність їх використання при паспортизації автомобільних доріг.

Аналіз підходів розвинутих країн світу (Великобританія, Німеччина, США, Південна Корея) до визначення переліку даних про автомобільну дорогу, періодичності їх визначення та повноти дозволило сформувати ієрархічну структури паспорта автомобільної дороги враховуючи не лише кількісні показники (частота використання, повторюваність), а і якісні характеристики даних (ефективність використання, вагомість).

На основі проведених теоретичних та аналітичних досліджень розроблено економіко-математичну модель з використанням підходів кваліметрії, що дозволяє в кінцевому етапі чисельно вставити ранги технічних показників паспорта автомобільної дороги (запропоновані кількісні та якісні критерії).

Отримані ранги технічних показників дозволили розробити практичні рекомендації для удосконалення структури паспорта для автомобільних доріг державного та місцевого значення.

За результатами дисертаційної роботи встановлено наступне.

1. Із аналізу відомих літературних даних та досліджень стосовно стану інформатизації дорожньої галузі встановлено, що основні концептуальні рішення щодо розвитку системи інформаційного забезпечення, яка наразі впроваджується в дорожній галузі України відповідають сучасному рівню розвитку технологій, проте потребує удосконалення з урахуванням можливостей.

2. Аналіз методів та технологій збору даних при паспортизації автомобільних доріг дозволив встановити найбільш ефективні з урахуванням діючої структури паспорта. Найменшу кількість технічних показників при паспортизації автомобільних доріг – 5,3 % від загальної кількості, можна визначити з використанням автоматичних засобів збору даних. Найбільшу кількість – 29 %, з використанням дистанційного зондування землі, зокрема методами аерофотозйомки.

3. Розроблена економіко-математична модель для визначення критерію оцінки ефективності (K_E), дозволяє кількісно оцінити ефект від удосконалення паспортизації та зменшення фінансових витрат на виконання зазначених робіт. Економічний ефект згідно даної моделі від впровадження результатів дослідження становить 23,4 тис.грн при паспортизації 1 км автомобільної дороги державного значення та 33,5 тис.грн при паспортизації 1 км автомобільної дороги місцевого значення. Загальний ефект в межах всієї дорожньої мережі України становить 3,5 млрд.грн.

4. Для аналізу технічних показників та структури паспорта автомобільної дороги раціональним є використання наступних кількісних та якісних критеріїв аналізу: K_j – коефіцієнт використання i -го технічного показника; S_i – вагомість i -го технічного показника та R_i – ранг i -го технічного показника, визначеного на основі попередніх критеріїв аналізу.

5. Для узагальнення оцінки ефективності паспортизації автомобільних доріг з урахуванням багатопараметричності та ієрархічності даних, розроблена п'яти рівнева кваліметрична модель:

- на рівні (R_1) встановлюється множина даних, що визначається при паспортизації автомобільних доріг;

- на рівні (R_2) виконується групування (віднесення) показників до конкретних об'єктів автомобільної дороги, які характеризують її конструктивні елементи або функціональний стан;

- на рівні (R_3) визначається вагомість даних з використанням кількісних та якісних критеріїв оцінки;

- рівень (R_4) використовується для оцінки даних з урахуванням функціональних особливостей автомобільної дороги за групами показників: цільові, експлуатаційні, ергономічні, надійнісні, естетичні та щодо безпеки руху;

- на рівні (R_5) встановлюється комплексний показник ефективності даних (K_E), що характеризує доцільність збору та використання окремих даних при паспортизації автомобільних доріг.

6. На основі проранжованих результатів дослідження технічних показників паспорта автомобільної дороги за рівнем їх вагомості (S_i) було встановлено:

- 58 технічних показники (4,0 % від загальної кількості) знаходяться в діапазоні 0 – 0,1, мають дуже низький рівень вагомості;

- 317 технічних показники (22,0 % від загальної кількості) знаходяться в діапазоні 0,1 – 0,25, тобто мають низький рівень вагомості;

- 689 технічних показники (47,8 % від загальної кількості)

знаходяться в діапазоні 0,25 – 0,5, тобто мають середній рівень вагомості;

– 342 технічних показники (23,8 % від загальної кількості)

знаходяться в діапазоні 0,5 – 0,75, тобто мають високий рівень вагомості;

– 34 технічних показники (2,4 % від загальної кількості) знаходяться в діапазоні 0,75 – 1, тобто мають дуже високий рівень вагомості.

Найбільш ефективним за результатами розрахунків згідно розробленої методики є використання методів дистанційного зондування землі (ефективність методу $E_{\text{ПАК}} = 0,80$), безпілотних літальних апаратів (ефективність методу $E_{\text{ПАК}} = 0,60$) та інструментальних обстежень з використанням лазерного сканування (ефективність методу $E_{\text{ПАК}} = 0,58$) для збору даних при паспортизації автомобільних доріг.

7. Розроблено практичні рекомендації щодо удосконалення структури паспорта для автомобільних доріг державного та місцевого значення. За результатами дослідження кількість об'єктів паспорта автомобільної дороги зменшено з 85 до 45 штук, або на 47 %.

Кількість технічних показників по рівнях даних наступна:

Автомобільні дороги державного значення: Рівень 1 – 107 технічних показників та 5 об'єктів паспорта; Рівень 2 – 399 технічних показників та 9 об'єктів паспорта; Рівень 3 – 328 технічних показників та 11 об'єктів паспорта; Рівень 4 – 139 технічних показників та 9 об'єктів паспорта; Рівень 5 – 137 технічних показників та 8 об'єктів паспорта.

Автомобільні дороги місцевого значення: Рівень 1 – 99 технічних показників та 4 об'єктів паспорта; Рівень 2 – 341 технічних показників та 8 об'єктів паспорта; Рівень 3 – 329 технічних показників та 11 об'єктів паспорта; Рівень 4 – 155 технічних показників та 9 об'єктів паспорта; Рівень 5 – 186 технічних показників та 12 об'єктів паспорта.

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Розроблено кваліметричну модель щодо визначення ефективності використання даних паспортизації автомобільних доріг;

2. Розроблено метод оцінки даних паспортизації для раціоналізації структури паспорта автомобільної дороги на основі застосування кількісних та якісних критеріїв;

3. Удосконалено існуючі підходи щодо визначення обсягу та виду інформації під час паспортизації автомобільних доріг на етапі їх експлуатації;

4. Отримало подальший розвиток метод оцінка даних про поточний стан автомобільної дороги з урахуванням заданої ефективності та повноти наявної інформації.

Практичне значення одержаних результатів.

1. Розроблено рекомендації щодо рангів показників паспорта автомобільних доріг з урахуванням їх рівнів вагомості у програмно-аналітичних комплексах, що застосовують у дорожньому господарстві України;

2. Визначено перелік методів та технологій збору даних, які є найбільш ефективними для вирішення завдань паспортизації автомобільних доріг;

3. Встановлено перелік технічних показників паспорта для визначення обсягу необхідних даних при паспортизації автомобільних доріг державного та місцевого значення;

4. Впровадження результатів дослідження: Державне підприємство «Український державний інститут з проектування об'єктів дорожнього господарства» (м. Київ), Служба автомобільних доріг у Запорізькій області (м. Запоріжжя), Служба автомобільних доріг у Сумській області (м. Суми), Служба автомобільних доріг у Харківській області (м. Харків) та в навчальному процесі Національного транспортного університету (м. Київ) при підготовці фахівців спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Ключові слова: автомобільна дорога, дані, ефективність, паспортизація, ранг, технічні показники, удосконалення, структура даних.

Список публікацій здобувача.

Публікації у наукових фахових виданнях України.

1. Тимощук О.Ю., Рахуба О.І. Впровадження геоінформаційних технологій для удосконалення процесу управління автомобільними дорогами. *Автошляховик України*. 2015, № 5. - С. 44 – 46

2. Тимощук О.Ю., Рахуба О.І. Доцільність паспортизації автомобільних доріг місцевого значення. *Науково-технічний збірник «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво»*. К.: НТУ, 2017. – Вип. 99, С. 011 – 014.

3. Пальчик А.М., Тимощук О.Ю. Аналіз структури даних, що характеризують поточний стан автомобільних доріг. *Науково-технічний збірник «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво»*. К.: НТУ, 2018. – Вип. 103, С. 084 – 089.

4. Тимощук О.Ю., Рахуба О.І. Оцінка впливу групи параметрів паспорта автомобільної дороги на ефективність їх використання із застосуванням факторного аналізу (на прикладі шумозахисних споруд). *Збірник Дороги і мости. Розділ «Будівництво та цивільна інженерія»*, К.: ДП «ДерждорНДІ», 2018. – Вип. № 18, С. 146 – 158.

5. Тимощук О.Ю. Використання підходів кваліметрії для оцінки якості даних паспортизації автомобільних доріг. *Науково-технічний збірник «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво»*. К.: НТУ, 2019. – Вип. 106, С. 084 – 089.

Публікації у наукових періодичних виданнях іноземних держав.

6. Тимощук О. Ю., Пальчик А.М. Кількісні та якісні критерії оцінки бази даних технічних показників автомобільної дороги. *Журнал «Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky» (ISSN 1338-9432)*, Словаччина, 2020. – Вип. 8, № 2/2020 – С. 110 – 115.

Публікації апробаційного характеру.

7. Тимощук О.Ю., Рахуба О.І. Етапи створення раціональної бази даних паспорта автомобільної дороги. *Матеріали LXVIII наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. К.: НТУ, 2012. С. 160.

8. Тимощук О. Ю., Рахуба О. І. Критерії для обґрунтування раціональної кількості показників бази даних електронного паспорта автомобільної дороги (ЕПАД). *Матеріали LXVIII наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. К.: НТУ, 2012. С. 160.

9. Тимощук О.Ю., Рахуба О.І. Методологічні основи удосконалення інформаційної бази даних паспорта автомобільної дороги. *Матеріали LXXI наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. К.: НТУ, 2015. С. 194 – 195.

10. Тимощук О.Ю., Рахуба О.І. Підвищення ефективності функціонування інформаційної бази даних паспорта автомобільних доріг. *Матеріали LXXIII наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. К.: НТУ, 2017. С. 193.

11. Тимощук О.Ю., Рахуба О.І. Теоретичні основи створення раціональної інформаційної бази паспорта автомобільної дороги. *Матеріали LXXIV наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. К.: НТУ, 2018. С. 210.

12. Тимощук О.Ю., Рахуба О.І. Використання імітаційного моделювання при формуванні раціональної структури інформаційної бази даних паспорта автомобільної дороги. *Матеріали LXXIV наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. К.: НТУ, 2018. С. 210.

Свідоцтва та патенти.

13. Свідоцтво серія № 93146 Літературно-письмовий твір наукового характеру «Оцінка впливу групи параметрів паспорта автомобільної дороги на ефективність їх використання із застосуванням факторного аналізу (на прикладі шумозахисних споруд)» / Тимощук О.Ю. Дата реєстрації 17.10.2019 р.

ABSTRACT

Tymoshchuk O.Y. Improving the passport system of roads at the operation stage. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for obtaining the Philosophy Doctor in the specialty 192 «Construction and civil engineering». – National Transport University, Kyiv, 2021.

The quality of road management depends on the availability, reliability and correctness of information data that is collected and accumulated by various means and monitoring systems during the operation of the road at all stages of its life cycle.

Such data include technical indicators that characterize the current state of the road and used to determine and assess its transport and operational condition, consumer properties, when planning the construction and repair of the road network to rationalize financial and logistical resources.

The basic information for effective management decisions is the accumulated and stored data set, which characterizes the geometric parameters of the road or its individual objects, data on traffic flows, environmental impact, etc. To collect these data, work is carried out on certification and monitoring of roads, the goal of which is to create an information database of the passport of roads.

Currently, the inconsistency of actions in the current informatization of the above processes of road network management, has led to the emergence of many data collection methods and the presence of separate software and analytical systems that store such data. The main ones include: certification and technical accounting (creation of an electronic road passport), current and periodic inspections, instrumental inspections of the state of road coverage (Coverage Management System) and bridge structures (Analytical and expert bridge management system)), assessment of traffic conditions and safety measures (database of road accidents (road accidents)), satellite and GIS technologies, local use of unmanned aerial vehicles.

These PACs accumulate information about the condition of roads and form a set of technical indicators, the list of which is defined by industry standards. However, these PACs operate separately, are usually used for separate tasks, and solve local problems in the management of roads or individual objects. The set of data that is collected and entered these PACs does not always correlate with the established requirements for the structure and list of data according to conceptual industry documents in the field of data standardization and does not consider the current level of technology.

There is currently no single approach to assessing the quality of the data collected on the current state of roads, which would make it possible to establish the relevance, reliability and efficiency of the information obtained.

Based on this, the direction and purpose of the study were determined, as well as the main requirements for the developed methodology of analytical and theoretical research.

Therefore, considering the above data and in accordance with the identified areas of research, a meaningful analysis of existing methods and technologies of data collection currently used in the road industry and established the feasibility of their use in the certification of roads.

Analysis of the approaches of developed countries (UK, Germany, USA, South Korea) to determine the list of data on the highway, the frequency of their definition and completeness allowed to form a hierarchical structure of the highway passport considering not only quantitative indicators (frequency, frequency) but also qualitative data characteristics (efficiency, weight).

Based on the conducted theoretical and analytical research the economic-mathematical model with use of approaches of qualimetry that allows to insert in the final stage numerically ranks of technical indicators of the passport of the automobile upwards (quantitative and qualitative criteria are offered) is developed.

The obtained ranks of technical indicators allowed to develop practical recommendations for improving the structure of the passport for highways of state and local importance.

According to the results of the dissertation, the following was established.

1. From the analysis of known literature data and research on the state of informatization of the road industry it is established that the main conceptual solutions for the development of information support system, which is currently implemented in the road industry of Ukraine correspond to the current level of technology.

2. Analysis of methods and technologies of data collection in the certification of roads allowed to establish the most effective, considering the current structure of the passport. The lowest number of technical indicators for the certification of roads - 5.3% of the total, can be determined using automatic data collection tools. The largest number - 29%, using remote sensing of the earth, by aerial photography.

3. Developed economic and mathematical model for determining the criterion of performance evaluation (KE), allows you to quantify the effect of improving certification and reducing financial costs for these works. The economic effect according to this model from the implementation of the results of the study is 23.4 thousand UAH for the certification of 1 km of state roads and 33.5 thousand UAH for the certification of 1 km of local roads. The total effect within the entire road network of Ukraine is UAH 3.5 billion.

4. For the analysis of technical indicators and structure of the passport of the highway it is rational to use the following quantitative and qualitative criteria of the analysis: K_j - coefficient of use of the i -th technical indicator; S_i is the weight of the i -th technical indicator and R_i is the rank of the i -th technical indicator, determined based on the previous analysis criteria.

5. To generalize the assessment of the effectiveness of road certification, considering the multiparametric and hierarchical data, developed a five-level qualimetric model:

at the level (R1) the set of the data which is defined at certification of highways is established;

at the level (R2) the grouping (assignment) of indicators to specific objects of the highway, which characterize its structural elements or functional state;

at the level (R3) the weight of data is determined using quantitative and qualitative evaluation criteria;

at the level (R4) is used to evaluate the data taking into account the functional characteristics of the road by groups of indicators: target, operational, ergonomic, reliable, aesthetic and traffic safety;

at the level (R5) is set a comprehensive indicator of data efficiency (K_E), which characterizes the feasibility of collecting and using individual data in the certification of roads.

6. On the basis of the ranked results of research of technical indicators of the passport of the highway on level of their weight (S_i) it was established:

– 58 technical indicators (4.0 % of the total) are in the range of 0 - 0.1, have a very low level of weight;

– 317 technical indicators (22.0 % of the total) are in the range of 0.1 - 0.25, have a low level of weight;

– 689 technical indicators (47.8 % of the total) are in the range of 0.25 - 0.5, have an average level of weight;

– 342 technical indicators (23.8 % of the total) are in the range of 0.5 - 0.75, have a high level of weight;

– 34 technical indicators (2.4 % of the total) are in the range of 0.75 - 1, have a very high level of weight.

The most effective according to the results of calculations according to the developed method are the use of remote sensing methods (efficiency of the method $E_{PACs} = 0.80$), unmanned aerial vehicles (efficiency of the method $E_{PACs} = 0.60$) and instrumental surveys using laser scanning (efficiency of the method $E_{PACs} = 0, 58$) for data collection in the certification of roads.

7. Practical recommendations for improving the structure of the passport for highways of state and local importance have been developed. According to the results of the study, the number of objects in the highway passport was reduced from 85 to 45, or 47%.

The number of technical indicators for data levels is as follows:

Highways of state importance: Level 1 - 107 technical indicators and 5 objects of the passport; Level 2 - 399 technical indicators and 9 passport objects; Level 3 - 328 technical indicators and 11 objects of the passport; Level 4 - 139 technical indicators and 9 objects of the passport;

Level 5 - 137 technical indicators and 8 passport objects.

Highways of local significance: Level 1 - 99 technical indicators and 4 objects of the passport; Level 2 - 341 technical indicators and 8 passport objects; Level 3 - 329 technical indicators and 11 objects of the passport; Level 4 - 155 technical indicators and 9 objects of the passport; Level 5 - 186 technical indicators and 12 passport objects.

Scientific novelty of the obtained results.

1. A qualimetric model has been developed to determine the effectiveness of the use of road certification data.

2. The method of estimation of certification data for rationalization of structure of the passport of the highway based on application of quantitative and qualitative criteria is developed.

3. The existing approaches to determining the amount and type of information during the certification of roads at the stage of their operation have been improved.

4. The method of estimating data on the current state of the highway considering the specified efficiency and completeness of available information has been further developed.

The practical significance of the obtained results.

1. Recommendations on ranks of indicators of the passport of highways considering their levels of weighting in the program-analytical complexes applied in road economy of Ukraine are developed.

2. The list of methods and technologies of data collection which are the most effective for the decision of problems of certification of highways is defined.

3. The list of technical indicators of the passport for definition of volume of the necessary data at certification of highways of the state and local value is established.

4. Implementation of research results: State Enterprise «Ukrainian State Institute for Design of Road Facilities» (Kyiv), Service of roads in Zaporizhia region (Zaporizhzhya), Service of roads in Sumy region (Sumy), Service of roads in the Kharkiv region (Kharkiv) and in the educational process of the National Transport University (Kyiv) in the training of specialists in the specialty 192 «Construction and Civil Engineering».

Key words: highway, data, efficiency, certification, rank, technical indicators, improvements, data structure.

List of the applicant publications.

Publications in scientific journals of Ukraine.

1. Tymoshchuk O.Y., Rakhuba O.I. Introduction of geoinformation technologies to improve the road management process. *Motorway of Ukraine*. 2015, № 5. - P. 44 - 46

2. Tymoshchuk O.Y., Rakhuba O.I. Expediency of certification of highways of local value. *Scientific and technical collection «Roads and road construction»*. K.: NTU, 2017. - Vip. 99, Pp. 011 - 014.

3. Palchik A.M., Tymoshchuk O.Y. Analysis of the structure of data characterizing the current state of roads. *Scientific and technical collection «Roads and road construction»*. K.: NTU, 2018. - Vip. 103, pp. 084 - 089.

4. Tymoshchuk O.Y., Rakhuba O.I. Estimation of influence of group of parameters of the passport of the highway on efficiency of their use with application of the factor analysis (on an example of noise protection constructions). *Collection of Roads and Bridges. Section «Construction and Civil Engineering»*, K.: State Enterprise «State Research Institute», 2018. - Issue. № 18, pp. 146 - 158.

5. Tymoshchuk O.Y., Palchik A.M. Use of qualimetry approaches to assess the quality of road certification data. *Scientific and technical collection «Roads and road construction»*. K.: NTU, 2019. - Vip. 106, pp. 084 - 089.

Publications in scientific periodicals of foreign countries.

6. Tymoshchuk O.Y., Palchik A.M. Quantitative and qualitative criteria for evaluating the database of technical indicators of the highway. *Journal «Scientific Letters of the Academic Society of Michal Baludansky» (ISSN 1338-9432)*, Slovakia, 2020. - Vip. 8, № 2/2020 - P. 110 - 115. Publications in scientific journals of foreign states.

Publications of approbation character.

7. Timoshchuk O.Y., Rakhuba O.I. Stages of creating a rational database of the highway passport. Proceedings of the LXVIII scientific conference of faculty, graduate students, students and staff of separate departments of the university. K.: NTU, 2012. S. 160.

8. Tymoshchuk O.Y., Rakhuba O.I. Criteria for substantiation of the rational number of indicators of the database of the electronic passport of the highway (EPAD). Proceedings of the LXVIII scientific conference of faculty, graduate students, students and staff of separate departments of the university. K.: NTU, 2012. S. 160.

9. Timoshchuk O.Y., Rakhuba O.I. Methodological bases of improvement of the information database of the highway passport. Proceedings of the XXI scientific conference of faculty, graduate students, students and staff of separate departments of the university. K.: NTU, 2015. S. 194 - 195.

10. Timoshchuk O.Y., Rakhuba O.I. Improving the efficiency of the information database of the highway passport. Proceedings of the LXXIII scientific conference of faculty, graduate students, students and staff of separate departments of the university. K.: NTU, 2017. S. 193.

11. Timoshchuk O.Y., Rakhuba O.I. Theoretical bases of creation of a rational information base of the highway passport. Proceedings of the LXXIV scientific

conference of faculty, graduate students, students and staff of separate departments of the university. K.: NTU, 2018. S. 210.

12. Tymoshchuk O.Y., Rakhuba O.I. The use of simulation modeling in the formation of a rational structure of the information database of the highway passport. Proceedings of the LXXIV scientific conference of faculty, graduate students, students and staff of separate departments of the university. K.: NTU, 2018. S. 210

Certificates and patents.

13. Certificate series № 93146 Literary-written work of scientific nature «Assessment of the impact of a group of parameters of the highway passport on the effectiveness of their use using factor analysis (on the example of noise barriers)» / Tymoshchuk O.Y. Date of registration 10/17/2019