

Проведено моделювання на основі реалізації Байєсового підходу к оцінці параметрів векторної авторегресії з використанням різних *priors*. Временні ряди охоплюють період 2001Q1-2010Q4 і включають наступні змінні: ВВП, індекс цін на споживчі товари, обмінний курс грн/дол. США, рівень безробіття населення, номінальна процентна ставка, ціни на газ і нафту.

Осуществлений сравнительный анализ показал, что лучшие результаты получены в рамках BVAR(2) модели с Миннесота *prior*.

**Ключевые слова:** Байєсовские векторные авторегрессионные модели, (BVAR), цепь Маркова Монте-Карло, натуральные сопряженные *priors*, информативные *priors*, неинформативные *priors*.

**Matkovskyy R.B., Khomosh Yu.S. The usage of BVAR models to forecast the main macroeconomic indexes of economic development of Ukraine**

In this article the model with Bayesian approach for vector autoregressive model parameters estimation with different priors have been applied. The time series was from 2001Q1 to 2010Q4 and included the following variables: GDP, CPI, exchange rate, unemployment level, nominal long-term interest rate, and gas and oil prices.

Comparative analysis showed, that the better results were received in the frames of BVAR(2) model with Minnesota *priors*.

**Keywords:** Bayesian Vector Autoregressive model (BVAR), MCMC, Natural Conjunction priors, informative priors, non-informative priors.

УДК 629.113.001.1(075)

*Проф. Ю.В. Шабатура, д-р техн. наук;  
ад'юнкта В.Д. Залитка – Академія сухопутних військ  
ім. гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів*

**МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ  
ВЛАСТИВОСТЕЙ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАПРЯМКОМ РУХУ  
МОДИФІКОВАНИХ ВІЙСЬКОВИХ КОЛІСНИХ ЗАСОБІВ**

Отримано математичні моделі, що дають змогу оцінити динамічні властивості системи управління напрямком руху модифікованих військових колісних засобів та виконано їх комп'ютерне моделювання, зокрема побудовано графіки: залежності часу здійснення повороту від радіуса повороту та швидкості руху військового колісного засобу, залежності кута повороту від швидкості та радіуса повороту, залежності кута повороту від коефіцієнта пропорційності, що пов'язує поворот керма із зміною радіуса коліс та колії ВКЗ.

**Ключові слова:** військові колісні засоби, поворот, радіус повороту, зміна радіуса коліс.

**Актуальність та огляд основних результатів.** Серед існуючого озброєння і військової техніки Сухопутних військ Збройних сил України чільне місце займають військові колісні засоби (ВКЗ), їх особливістю є те, що вони є автономними засобами, які можуть рухатися як по дорогах, так і по бездоріжжю, відповідно до свого призначення. Військові частини та підрозділи забезпечені великою кількістю ВКЗ різних типів та призначення, але сучасні особливості ведення бойових дій потребують створення нових взірців, які відповідали б вимогам сьогодення та забезпечували б перевагу над противником. З огляду на це, автори розробили принципово новий метод зміни напрямку руху (повороту) ВКЗ, який не потребує зміни напрямку площин обертання коліс та вико-

ристання диференціала. В основі роботи запропонованого методу лежить зміна ефективного діаметра коліс, причому для здійснення повороту всі внутрішні колеса по відношенню до кривизни траєкторії шляху зменшують в діаметрі, а всі зовнішні – відповідно збільшують [1]. Раніше виконані теоретичні дослідження показали, що ВКЗ, які використовуватимуть запропонований метод (модифіковані ВКЗ), матимуть кращі експлуатаційні властивості (стійкість, керованість, прохідність), порівняно з традиційними ВКЗ.

У попередніх роботах [2, 3] розроблено теоретичні положення і практичні засади нового методу зміни напрямку руху ВКЗ, отримано аналітичні співвідношення, які дають змогу моделювати кінематику та динаміку руху модифікованих ВКЗ, виведено математичні моделі для визначення граничних параметрів руху модифікованих ВКЗ. Разом із тим, значний науковий і практичний інтерес становлять питання оцінки динамічних властивостей самої системи управління напрямком руху модифікованих ВКЗ, які ще не були досліджені.

**Мета роботи.** Метою цієї роботи є дослідження динамічних властивостей системи керування напрямком руху модифікованих ВКЗ. Зокрема будуть розроблені моделі, які дадуть змогу оцінювати тривалість часових інтервалів, які необхідні для здійснення повороту при певних значеннях швидкості руху та радіуса повороту.

**Основна частина.** Військовим колісним засобам досить часто доводиться рухатися по криволінійній траєкторії, це зумовлено тим, що їм необхідно повернути з однієї дороги на іншу, об'їхати перешкоду, здійснювати різні маневрування. З огляду на це, на них діють бокові сили, які змінюють або намагаються змінити траєкторію їх руху. Розрізняють три етапи повороту:

- перехід від прямолінійного руху до криволінійного, коли кривизна траєкторії збільшується – вхід у поворот;
- рух по кривизні – рівномірний поворот;
- повернення до прямолінійного руху – вихід із повороту [4, 5].

Для дослідження динамічних властивостей системи керування напрямком руху модифікованих ВКЗ визначимо такі основні параметри і характеристики:  $W$  – база ВКЗ,  $D$  – колія ВКЗ,  $r$  – радіус колеса ВКЗ у початковому стані,  $\Delta r$  – зміна радіуса колеса ВКЗ (відповідно колеса однієї осі матимуть радіуси  $r \pm \Delta r$ , відносна зміна радіуса колеса становитиме  $\pm \Delta r / r$ ).

Радіус повороту визначається як:

$$R = \frac{Dr}{2\Delta r}. \tag{1}$$

Поворот здійснює водій повертаючи кермо на деякий кут відносно початкового положення. Приймаємо, що зміна радіуса колеса відбувається синхронно з поворотом керма (рис. 1), кут повороту керма позначатимемо  $\tau$ , тоді:

$$\frac{\Delta r(t)}{r} = \gamma \tau(t), \tag{2}$$

де  $\gamma$  – коефіцієнт пропорційності, що пов'язує поворот керма із зміною радіуса коліс.

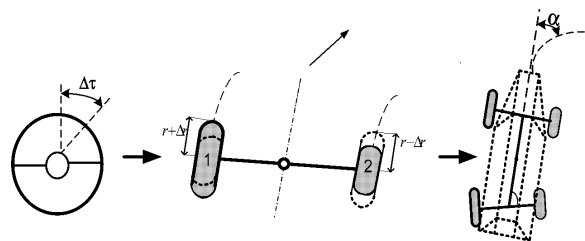


Рис. 1. Схематичне зображення здійснення повороту модифікованого ВКЗ

Нехай, рухаючись прямолінійно, ВКЗ у момент  $t_0$  починає повертати. Починаючи з моменту  $t_1$ , він рухається по дузі кола сталого радіуса. З моменту  $t_2$  до моменту  $t_3$  "виходить" з повороту [6]. Після виходу з повороту новий курс ВКЗ складає кут  $\alpha'$  із попереднім, як це зображено на рис. 2. Якщо цей кут достатньо малий, то фрагмент траєкторії  $t_1, t_2$  може бути відсутній. Величина швидкості ВКЗ протягом виконання повороту приймається сталою і рівною  $V$ .

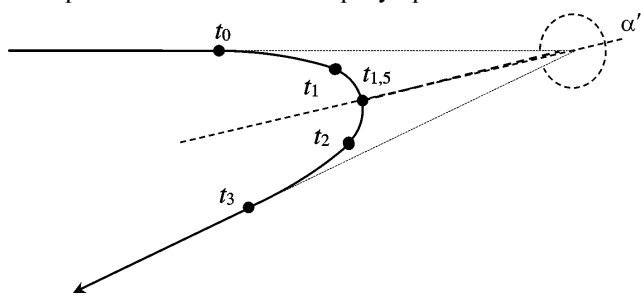


Рис. 2. Траєкторія повороту модифікованого ВКЗ

Введемо позначення:  $\varepsilon_{\max}$  – найбільше кутове прискорення обертання керма,  $\tau_{\max}$  – максимальний кут повороту керма, що відповідає максимальній відносній зміні радіуса коліс:

$$K_{\max} \equiv \frac{\Delta r_{\max}}{r} = \gamma \tau_{\max}. \quad (3)$$

Приймаємо, що початок виконання повороту виконується за обертального рівноприскореного руху керма, тоді у момент часу  $t$  кермо буде повернуто на кут:

$$\tau = \frac{\varepsilon_{\max} t^2}{2}. \quad (4)$$

Далі рух керма стає рівносповільненим із таким же за модулем прискоренням, доки не буде досягнуто максимальний кут повороту  $\tau_{\max}$  у момент  $t_1$ . Таким чином, швидкість повороту зростатиме від моменту  $t_0$  до деякого моменту  $t_{0,5} = t_1 / 2$ , протягом  $t_{0,5} - t_1$  буде досягнуто максимальний кут повороту керма  $\tau_{\max}$  відповідно траєкторія руху вийде на мінімальний радіус повороту:

$$R_{\min} = \frac{D}{(2\gamma\tau_{\max})}. \quad (5)$$

З умови  $\tau_{0,5} = \tau_{\max} / 2$  знаходимо:  $\varepsilon_{\max} t_{0,5}^2 / 2 = \tau_{\max} / 2$ ,  $t_{0,5} = \sqrt{\tau_{\max} / \varepsilon_{\max}}$ , тоді момент часу  $t_1$  можна знайти з формули

$$t_1 = 2\sqrt{\tau_{\max} / \varepsilon_{\max}}. \quad (6)$$

На рис. 3 наведено графік зміни кута повороту керма функції від часу за умови руху ВКЗ по траєкторії, вказаній на рис. 2.

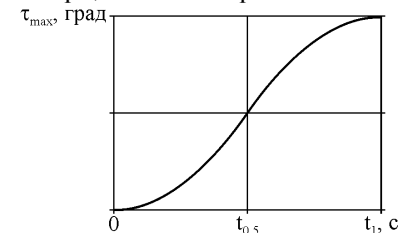


Рис. 3. Динаміка зміни кута повороту керма

Зазначимо, що зміна радіуса коліс пропорційна до величини  $\tau$ , зображеної на графіку, а миттєвий радіус повороту ВКЗ – обернено пропорційний.

Під час повороту по колу радіуса  $R$  зі швидкістю  $V$  за малий час  $\Delta t$  ВКЗ змінить курс на кут  $\Delta\alpha$ , причому:

$$\Delta\alpha = \frac{V}{R} \Delta t. \quad (7)$$

Якщо радіус повороту змінюється неперервно, то сумарний кут повороту становитиме:

$$\Delta\alpha \equiv \alpha_1 - \alpha_0 = \int_{t_0}^{t_1} \frac{V}{R(t)} dt = \int_{t_0}^{t_1} \frac{2V\gamma\tau(t)}{D} dt = \frac{2V\gamma}{D} \int_{t_0}^{t_1} \tau(t) dt. \quad (8)$$

Після моменту  $t_1$  ВКЗ продовжує поворот по колу з радіусом  $R_{\min}$  до моменту  $t_2$  і далі продовжує рух у зворотному порядку, а тому важливо описати рух ВКЗ від моменту  $t_0$  до  $t_{1,5}$ , коли ВКЗ поверне на кут  $\alpha' / 2$ . Відповідний час розрахуємо за формулою

$$t_{1,5} - t_1 = \frac{R_{\min}}{V} \left( \frac{\alpha'}{2} - \alpha_1 \right). \quad (9)$$

Сумарний час на поворот  $T$  становитиме:

$$T = 2t_{1,5} = 2 \left[ 2\sqrt{\frac{\tau_{\max}}{\varepsilon_{\max}}} + \frac{R_{\min}}{V} \left( \frac{\alpha'}{2} - \frac{2V\gamma}{D} \int_0^{\sqrt{\tau_{\max}/\varepsilon_{\max}}} \tau(t) dt \right) \right]. \quad (10)$$

Для знаходження цього часу потрібно визначити функцію  $\tau(t)$ . На основі рис. 2 можна стверджувати, що вид функції  $\tau(t)$  визначатиметься на інтервалах за формулою

$$\tau(t) = \begin{cases} \varepsilon_{\max} t^2 / 2, & 0 < t \leq \sqrt{\tau_{\max} / \varepsilon_{\max}}, \\ \tau_{\max} - \varepsilon_{\max} (t - 2\sqrt{\tau_{\max} / \varepsilon_{\max}})^2 / 2, & \sqrt{\tau_{\max} / \varepsilon_{\max}} < t \leq 2\sqrt{\tau_{\max} / \varepsilon_{\max}}. \end{cases} \quad (11)$$

Нескладно побачити, що інтеграл у виразі (10) дорівнює площі криволінійної трапеції, представленої на рис. 2, а остання у силу симетрії на інтервалах  $\tau_{\max} - \tau(t) = \tau(t_1 - t)$  становить:

$$\frac{1}{2} \tau_{\max} t_1 = \tau_{\max} \sqrt{\frac{\tau_{\max}}{\epsilon_{\max}}}, \quad (12)$$

тому вираз (10) можна переписати у вигляді:

$$T = 4 \cdot \sqrt{\frac{\tau_{\max}}{\epsilon_{\max}}} + \frac{R_{\min}}{V} \left( \alpha' - \frac{4V\gamma}{D} \tau_{\min} \sqrt{\frac{\tau_{\max}}{\epsilon_{\max}}} \right). \quad (13)$$

Перший доданок у формулі (13) означає час, протягом якого ВКЗ переходить до повороту по колу мінімального радіуса. Другий доданок, який обов'язково повинен бути додатним, виражає час руху по дузі кола. Враховуючи співвідношення між максимальним кутом повороту керма  $\tau_{\max}$  та мінімальним радіусом повороту  $R_{\min} = D / (2\gamma\tau_{\max})$ , співвідношення (13) можна переписати у вигляді:

$$T = 2 \cdot \sqrt{\frac{D}{2\gamma R_{\min} \epsilon_{\max}}} + \frac{R_{\min}}{V} \alpha' \quad \text{або} \quad T = 2 \cdot \sqrt{\frac{\tau_{\max}}{\epsilon_{\max}}} + \frac{D}{2\gamma\tau_{\max}} \frac{\alpha'}{V}. \quad (14)$$

Проведемо аналіз отриманих формул. Параметр  $\epsilon_{\max}$  вказує на максимальну "різкість" здійснення управління ВКЗ. Якщо б ВКЗ міг миттєво розпочинати поворот по колу мінімального радіуса, що фактично означає досягнення безмежного прискорення, то в наведених формулах перший доданок перетворюється у нуль і отримаємо:

$$T = \frac{R_{\min}}{V} \alpha' = \frac{D}{2\gamma\tau_{\max}} \frac{\alpha'}{V}. \quad (15)$$

Очевидно, що як і слід було очікувати, час прямо пропорційний до кута, на який здійснюється поворот, та обернено пропорційний до швидкості руху. Серед інших параметрів істотний вплив має колія ВКЗ (чим менша, тим швидше проводиться поворот) та максимальний кут повороту керма ВКЗ (що фактично прив'язано до максимально можливої зміни радіуса колеса ВКЗ –  $\Delta r_{\max}$ ).

На рис. 4 наведено графічне зображення залежності  $T(R_{\min}, V)$  для

$$\alpha' = \frac{\pi}{2}, \epsilon_{\max} = 1(1/\text{сек})^2, D = 2\text{ м}, \gamma = 0.25.$$

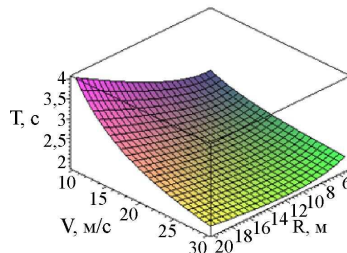


Рис. 4. Залежність часу здійснення повороту від радіуса повороту та швидкості руху ВКЗ

На основі формули (14) проведемо числовий аналіз взаємозв'язку основних параметрів, що характеризують поворот модифікованого ВКЗ.

Дослідимо спочатку, при якому співвідношенні швидкості та мінімального радіуса повороту може бути здійснений поворот за визначений час. Прийmemo:  $\alpha' = \frac{\pi}{2}, \epsilon_m = 1(1/\text{сек})^2, D = 2\text{ м}, \gamma = 0.25$ . Тоді на основі виразу (14) розрахуємо залежності швидкості від радіуса повороту для фіксованого часу повороту  $T_1 = 5\text{ с}, T_2 = 10\text{ с}, T_3 = 15\text{ с}$ . Вигляд цих залежностей зображено на рис. 5 а).

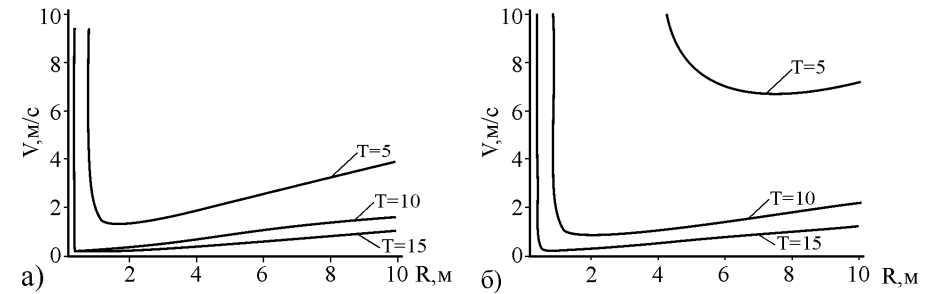


Рис. 5. Вплив співвідношення швидкості руху ВКЗ та мінімального радіуса повороту на час проходження повороту

Аналіз отриманих залежностей показує, що якщо мінімальний радіус повороту для прикладу становить 6 м, то за швидкості у 2,8 м/с поворот може бути здійснений за час  $T = 5\text{ с}$ , якщо ж швидкість менша, то буде затрачено більше часу.

Отримані графіки істотно залежать від інших параметрів повороту. Так, якщо прийняти  $\epsilon_{\max} = 0.2(1/\text{сек})^2$ , то відповідні графіки зміняться, (рис. 5 б) тобто для повороту за 5 с потрібна вже швидкість 7 м/с.

З формули (14) можемо отримати вираз для швидкості:

$$V = \frac{R_{\min} \alpha'}{2 \cdot \sqrt{\frac{D}{2\gamma R_{\min} \epsilon_{\max}} - T}}. \quad (16)$$

Аналіз отриманої формули показує, що при інших сталих параметрах існує пряма залежність від кута повороту та обернена залежність від часу повороту.

Проведемо аналіз допустимих значень параметрів. Як слідує з формули (13), для того, щоб поворот був проведений за цією схемою, потрібно, щоб виконувалася нерівність:

$$\left( \alpha' - \frac{4V\gamma}{D} \tau_{\max} \sqrt{\frac{\tau_{\max}}{\epsilon_{\max}}} \right) \geq 0 \quad \text{або} \quad \left( \alpha' - \frac{2V}{R_{\min}} \sqrt{\frac{D}{2\gamma \epsilon_{\max} R_{\max}}} \right) \geq 0. \quad (17)$$

Вигляд залежності кута повороту ВКЗ від швидкості та радіуса повороту наведено на рис. 6, а.

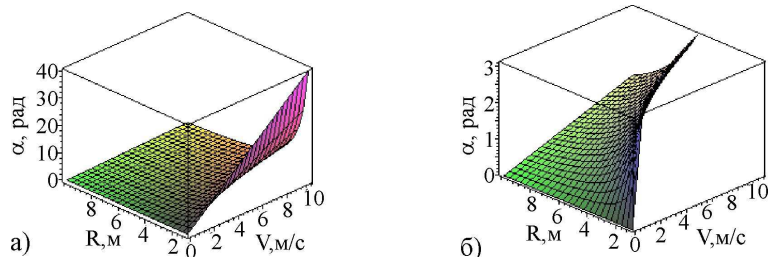


Рис. 6. Залежність кута повороту від швидкості та радіуса повороту

Наведені поверхні визначають області допустимих значень параметрів. Тобто точки, що знаходяться нижче графіка, є недопустимими. Оскільки зазвичай поворот здійснюється на кут, що не перевищує  $180^\circ$ , то на рис. 6, б зображено цю саму залежність, але із врахуванням обмеження по куту. Залежність кута повороту від параметрів  $\gamma$  та  $D$  при сталих значеннях  $V = 10\text{ м/с}$  та  $R = 6\text{ м}$  подано на рис. 7.

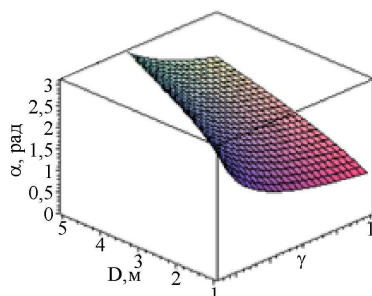


Рис. 7. Залежність кута повороту від коефіцієнта пропорційності та колії ВКЗ

Аналіз цього графічного зображення показує як колія ВКЗ та коефіцієнт пропорційності, що пов'язує поворот керма із зміною радіуса коліс, впливають на кут повороту.

**Висновки.** Дослідили динамічні властивості системи керування напрямком руху модифікованих ВКЗ під час здійснення повороту, а саме отримали математичні моделі, які дадуть змогу оцінити залежності: зміни радіуса коліс від кута повороту керма, часу проходження повороту від радіуса повороту та швидкості руху ВКЗ. Провели комп'ютерне моделювання, яке підтверджує достовірність отриманих результатів.

Отже, система керування буде забезпечувати достатньо швидко і належну зміну напрямку руху таких ВКЗ, а отже, підрозділи, на озброєнні в яких будуть модифіковані ВКЗ, матимуть очевидні переваги перед існуючими, тому більш ефективно безперешкодно зможуть виконувати свої завдання.

### Література

1. Патент № 46775 Україна. МПК<sup>9</sup> В62D 9/00 Спосіб здійснення поворотів колісного транспортного засобу / Шабатура Ю.В., Фолошняк О.М.; заявник і патентовласник Шабатура Ю.В., Фолошняк О.М., № 200905878; заявл. 09.06.09; опубл. 11.01.10, Бюл. № 1.
2. Шабатура Ю.В. Теоретичні засади і практичні аспекти застосування нового принципу керування напрямком руху колісного транспортного засобу військового призначення / Ю.В. Шабатура, В.Д. Залипка. – Львів : Вид-во Академії сухопутних військ, 2011. – С. 85-92. – (Військово-технічний зб. – № 2(5)).
3. Шабатура Ю.В. Моделі оцінки граничних умов руху модифікованих військових колісних засобів / Ю.В. Шабатура, В.Д. Залипка // Збірник наукових праць Військового інституту : зб. наук. праць. – К. : ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – 2013. – № 2(49). – С. 52-62.

4. Фаробин Я.Е. Теория поворота транспортных машин / Я.Е. Фаробин. – М. : Вид-во "Машиностроение", 1970. – 176 с.
5. Лобас Л.Г. Качественные и аналитические методы в динамике колесных машин / Л.Г. Лобас. АН УССР. Ин-т механики. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1990. – 232 с.
6. Доброгорский М.В. Определение работы внешних сил при движении автомобиля по криволинейной траектории / М.В. Доброгорский // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета : сб. науч. труд. – Харьков. – 2005. – Вып. 30. – С. 158-161.
7. Дубовик В.П. Вища математика : навч. посібн. / В.П. Дубовик, І.І. Юрик. – К. : Вид-во А.С.К., 2006. – 648 с.

### Шабатура Ю.В., Залипка В.Д. Математические модели оценки динамических свойств системы управления направлением движения модифицированных военных колесных средств

Получены математические модели, позволяющие оценить динамические свойства системы управления направлением движения модифицированных военных колесных средств, и выполнено их компьютерное моделирование, в частности построены графики: зависимости времени совершения поворота от радиуса поворота и скорости движения военного колесного средства, зависимости угла поворота от скорости и радиуса поворота, зависимости угла поворота от коэффициента пропорциональности, связывающего поворот руля с изменением радиуса колес и колее ВКС.

**Ключевые слова:** военные колесные средства, поворот, радиус поворота, изменение радиуса колес.

### Shabatura Yu. V., Zalyпка V. D. Mathematical models for evaluation of dynamic properties of modified driving directions military wheel

These mathematical models that allow to assess the dynamic properties of the system of direction of motion of the modified military wheeled vehicles and made their computer simulations, including graphs: dependence of the implementation turning radius of rotation and speed of military wheeled vehicle, depending on the speed of the rotation angle and the radius of rotation, angle of rotation depends on the coefficient of proportionality that links helm with changing radius wheels and track military wheeled vehicle.

**Keywords:** war wheeled vehicles, turn, turning radius, changing the radius of the wheels.

УДК 65.014.134

Доц. Ю.Я. Вовк, канд. екон. наук – Дрогобицький ДПУ ім. Івана Франка

### ПРОЦЕС УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ ПІДПРИЄМСТВА ТА ЙОГО ОСОБЛИВОСТІ

Розглянуто процес управління знаннями організації. Проаналізовано різні підходи до трактування процесу управління знаннями, його основні компоненти та особливості. Досліджено різні стилі керівництва організацією. Запропоновано шляхи підвищення рівня конкурентоспроможності організації. Проаналізовано особливості системи роботи з персоналом у сучасній організації. Розглянуто процес навчання з точки зору фінансових витрат і витрат часу. Проаналізовано основні підходи для забезпечення стратегічної переваги у знаннях та інноваціях, які забезпечують підприємству конкурентну перевагу. Виділено роль інформаційних технологій у процесі організаційно-інформаційної підтримки процесу управління знаннями.

**Ключові слова:** знання підприємства, елементи знань, корпоративна культура, конкурентна перевага, інновації, інформаційні технології, управлінські завдання, ринок, управлінські завдання, джерела знань, домени знань, типи знань, класифікація знань.

**Вступ.** На сьогодні знання працівників і підприємств загалом стають цінним ресурсом, який за значущістю не поступається ресурсам матеріальним.