

В. І. СТЕЦІЮК, В. В. МІШАН, В. В. КРИЛІВСЬКИЙ
Хмельницький національний університет

СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИМИ МЕРЕЖАМИ

Масове впровадження автоматизації на виробництво, еволюція комп'ютерів та мобільних пристроїв, застосування величезної кількості датчиків, що передають дані в глобальну мережу, а також побутових інтернет-технологій вимагають розробки новітніх засобів управління телекомунікаційними мережами. В даній роботі розглянуто проблемні аспекти системи управління телекомунікаціями. Уточнено структуру мережі управління телекомунікаціями, яка представляє собою спосіб взаємодії розподілених прикладних програм відповідно до моделі взаємозв'язків відкритих систем OSI. Проведено аналіз концепцій побудови та функціонування систем управління телекомунікаційними мережами та сервісами. Для мережевого управління за стандартами TMN розроблена математична модель категорій управління несправностями, визначено коефіцієнт готовності та оптимальне значення періоду опитування пристроїв.

Ключові слова: мережа, система, управління, інформація, телекомунікації, архітектура, ієрархія.

V. I. STETSIUK, V. V. MISHAN, V. V. KRYLIVSKYI
Khmelnitskyi National University

AUTOMATED CONTROL SYSTEMS TELECOMMUNICATIONS NETWORKS

The massive introduction of automation to production, the evolution of computers and mobile devices, the introduction of a huge number of sensors, transmitting data to the global network, as well as everyday Internet technologies, require the development of the latest means of managing telecommunications networks. One of the key areas is the development of information infrastructure, including the creation of information systems that allow you to receive, process, analyse and store data. The most widespread class of distributed information systems is hierarchical systems used in transnational companies, vertically integrated and state-owned companies. Today, the existing technology of building control systems does not allow the construction of an integrated management system entirely based on the telecommunications management system (TMN). Relevant processes implement distributed systems of management of a new type, which represent a system of interconnections in time and space of protocol, computing, algorithmic and switching means and is an essential element of networks, regardless of their architecture and the principle of intellectualization. The complex solution of the above-mentioned tasks represents a complex scientific problem related to the development of scientifically based methods for analysing systems that support the maintenance, maintenance, administration and management of telecommunication networks and their elements. In this paper the problematic aspects of telecommunication management system are solved. The structure of the telecommunication management network is specified, which is a way of interaction of distributed applications in accordance with the model of interconnections of open systems OSI. The analysis of concepts of construction and functioning of telecommunication networks and services management systems is carried out. For TMN's network management, a mathematical model of malfunction management categories has been developed, a readiness factor, a survey time, and an optimal value of the device survey period have been determined.

Keywords: network, system, management, information, telecommunications, architecture, hierarchy.

Вступ

На сучасному етапі розвитку суспільства відбувається прискорення інформатизації різних аспектів його діяльності, зокрема, збільшення темпів створення та розвитку телекомунікаційної інфраструктури. Масове впровадження автоматизації на виробництво, еволюція комп'ютерів та мобільних пристроїв, впровадження величезної кількості датчиків, що передають дані в глобальну мережу, а також побутових інтернет технологій викличе вибуховий ріст обсягу інформації. Одним із ключових напрямків є розвиток інформаційної інфраструктури, в тому числі створення інформаційних систем, що дозволяють отримувати, обробляти, аналізувати і зберігати дані [1–3]. Глобалізація і вдосконалення комунікаційного середовища, як ще один аспект інформатизації, акцентують увагу розробників та користувачів на розподілених систем. Найбільш поширений клас розподілених інформаційних систем – це ієрархічні системи, які використовуються в транснаціональних компаніях, вертикально-інтегрованих і державних компаній. Сьогодні наявні технології побудови систем управління не дають можливості побудови інтегрованої системи управління цілком на базі системи управління телекомунікаціями (TMN). Відповідні процеси реалізують розподілені системи управління нового типу, які представляють собою систему взаємозв'язків у часі та просторі протокольних, обчислювальних, алгоритмічних та комутаційних засобів і є необхідним елементом мереж незалежно від їх архітектури та принципу інтелектуалізації. Комплексне рішення вищезгаданих завдань представляє складну наукову проблему, пов'язану з розробкою науково обґрунтованих методів аналізу систем, що забезпечують підтримку процесів експлуатації, технічного обслуговування, адміністрування та управління телекомунікаційними мережами та їх елементами.

Основна частина

Різноманітність варіантів використання мережевих та інформаційних технологій, наявність багатопрокольних трафіків роблять задачу ефективного функціонування телекомунікаційних мереж досить складною. Ця задача може бути вирішена, лише шляхом створення системи управління мережею, побудованої на розподілених технологіях [4].

TMN – мережа управління телекомунікаціями, яка представляє собою спосіб взаємодії розподілених прикладних програм (рис. 1). Основна проблема полягає в уніфікації правил роботи в таких мережах, які б задовольняли вимогам управління. Суть всіх стандартів ITU-T зводиться до визначення наступних чотирьох засобів [5]:

- структура і принципи входу/вихід в мережу;
- засоби взаємодії між об'єктами управління (протоколи);
- засоби структурного опису наборів даних та операцій (об'єктно-орієнтована, структурна мова опису даних);
- системи підтримки роботи розподілених об'єктів (інформаційна база даних та засобів роботи з нею).

Основна задача управління телекомунікаційною мережею – забезпечення її функціонування з заданим набором та високою якістю наданих послуг при мінімальній витраті ресурсів. Структура системи управління телекомунікаційними мережами відповідно до моделі взаємозв'язків відкритих систем (OSI, рис. 2) будується за ієрархічним принципом і має п'ять рівнів управління.

Архітектура розподіленого управління повинна мати високий ступінь гнучкості, для того щоб не залежати від топології самої телекомунікаційної мережі і архітектури управління. Використовуючи об'єктно-орієнтований підхід, розподілене керування в телекомунікаційних системах можна розглядати в функціональній площині як підмножину абстрактних типових функціональних блоків:

- мережевий елемент NEF (Network Element Function), який є моделлю довільного елемента мережі, що підлягає управлінню;
- операційна система OSF (Operations System Function), що забезпечує виконання функцій обробки, зберігання та пошуку управляючої інформації;
- робоча станція WSF (Work Station Function), через яку організують людино-машинний інтерфейс між системою управління і людиною-оператором;
- медіатор (проміжний пристрій сполучення) MF (Mediation Function), який обробляє інформацію, що проходить між блоками NEF і OSF і здійснює проміжну обробку та зберігання даних, перетворення протоколів і т. п.

- Q-адаптер QAF (Q-Adapter Function), який призначений для взаємодії з мережевими елементами або операційними системами, що мають непередбачувані в TMN інтерфейси.

На функціональних блоках NEF і OSF будуються ядра архітектури розподіленого управління і відповідно до ієрархії визначаються функціональний блок OSF чотирьох рівнів:

- управління елементами (E-OSF),
- управління мережею (N-OSF),
- управління обслуговуванням (S-OSF),
- адміністративного управління (B-OSF).

Найнижчий рівень являє телекомунікаційну мережу, як сукупність окремих мережевих елементів зі своїми автономними системами управління у вигляді комутаційних станцій, систем передачі, мультиплексорів, комплектів тестового обладнання і т. д. Інформація про стан цих мережевих елементів надходить на рівень управління мережевими елементами, а звідти вниз, до мережних елементів, йдуть керуючі впливи. Ступінь автоматизації управління може бути різним і зазвичай має місце поєднання автоматизованих і ручних процедур. На цьому рівні здійснюється контроль, відображення параметрів роботи, технічне обслуговування, тестування, конфігурація окремих елементів або деяких їх підмножин. Рівень управління мережею дозволяє охопити єдиним поглядом всю мережу, контролюючи підмножини мережевих елементів в їх взаємозв'язку між собою.

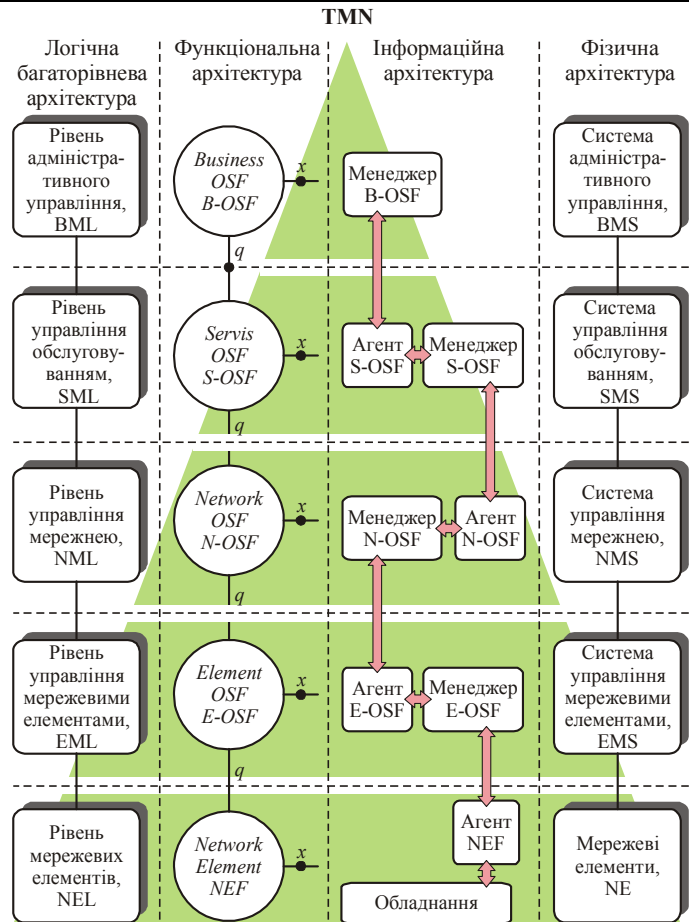


Рис. 1. Функціональна ієрархія TMN і систем підтримки

Рівень управління обслуговуванням, на відміну від всіх нижчих рівнів, які безпосередньо пов'язані з мережею, тобто з технічними засобами, "звернений обличчям" до користувача. Тут приймаються рішення з надання та припинення послуг, здійснюється ведення відповідного планування та обліку і т. п. Ключовим фактором тут є забезпечення якості обслуговування.

Рівень адміністративного управління забезпечує функціонування компанії-оператора мережі зв'язку. На цьому рівні вирішуються організаційні та фінансові питання, здійснюється взаємодія з компаніями-операторами інших телекомунікаційних мереж. На сьогоднішній день розроблені і пропонуються провідними фірмами системи управління мережами зв'язку, які реалізують функції рівнів не вище, ніж управління елементами або управління мережею, в окремих випадках – управління обслуговуванням.

Всі функції, пов'язані з управлінням телекомунікаційними системами, можна розбити на дві частини: загальні та прикладні. Загальні функції забезпечують підтримку прикладних рівнів і включають, наприклад, переміщення керуючої інформації між елементами телекомунікаційної мережі, її зберігання, відображення, сортування, пошук і т.п.

Прикладні функції розподіленого управління відповідно до класифікації ІТУ поділяються на п'ять категорій:

- управління якістю роботи;
- управління конфігурацією;
- управління усуненням несправностей;
- управління безпекою;
- управління розрахунками.

Управління якістю роботи має на меті підтримку на необхідному рівні основних характеристик мережі. Воно включає збір, обробку, реєстрацію, зберігання та відображення статистичних даних про роботу мережі і її елементів, виявлення тенденцій в їх поведінці і попередження про можливі порушення в роботі.

Управління конфігурацією забезпечує інвентаризацію мережевих елементів (їх типи, місцезнаходження, ідентифікатори і т.п.), включення елементів в роботу, їх конфігурацію та виведення з роботи; встановлення і зміну фізичних з'єднань між елементами.

Управління усуненням несправностей забезпечує можливості виявлення, визначення місця розташування несправностей в мережі, їх реєстрацію, доведення відповідної інформації до обслуговуючого персоналу, видачу рекомендацій щодо усунення несправностей.

Управління безпекою необхідно для захисту мережі від несанкціонованого доступу може включати обмеження доступу за допомогою паролів, видачу сигналів тривоги при спробах несанкціонованого доступу, відключення небажаних користувачів, або навіть криптографічний захист інформації.

Управління розрахунками здійснює контроль за використанням мережевих ресурсів і підтримує функції нарахування оплати за їх використання.

Розглянемо модель функціонального інтерфейсу TMN. Кожен мережевий елемент представляє систему масового обслуговування (СМО), таким чином, на рівні мережевих елементів паралельно функціонують "N" систем масового обслуговування, які позначимо номером «0». На вхід усіх "N" систему масового обслуговування 0 надходять аварійні сигнали, які характеризують потік несправностей у обладнанні мережевих елементів з інтенсивністю $\lambda^{(1)}(1), \lambda^{(1)}(2), \dots, \lambda^{(1)}(j), \dots, \lambda^{(1)}(N)$, де "N" – число мережевих елементів, $j=1, 2, \dots, N$. Процес взаємодії із застосуванням пристрою послідовного опитування починається з того моменту, коли система управління елементами мережі (EMS) потребуватиме дані для операції. Враховуючи, що даний процес є Марківським з безперервним часом, виділимо його стани: готовність, опитування, відмова (рис. 3).

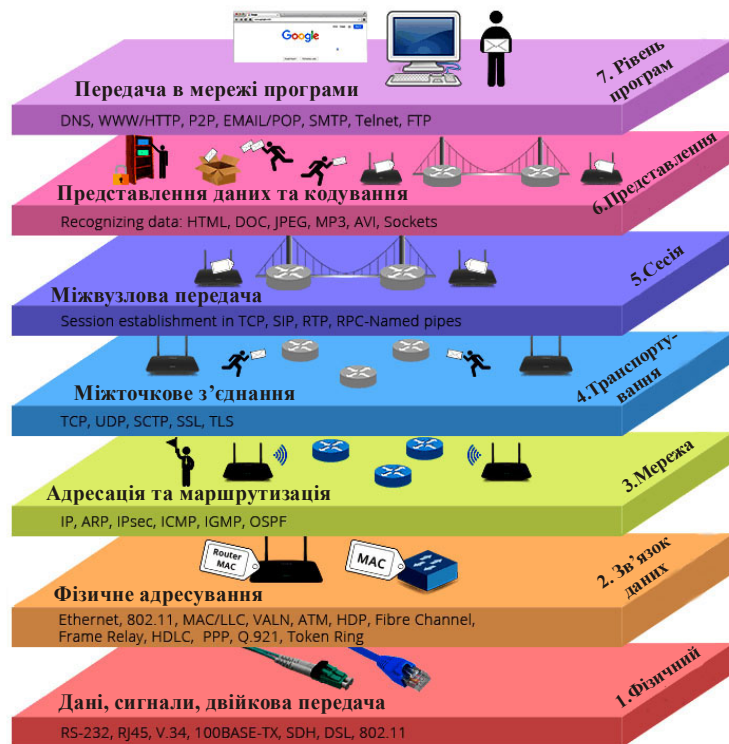


Рис. 2. Модель OSI

Для визначення можливих станів процесу в стаціонарному режимі, складаємо систему лінійних алгебраїчних рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{dP_1(t)}{dt} = -(a_{12} + a_{13})P_1(t) + a_{21}P_2(t); \\ \frac{dP_2(t)}{dt} = -a_{21}P_2(t) + a_{12}P_1(t) + a_{32}P_3(t); \\ \frac{dP_3(t)}{dt} = -a_{32}P_3(t) + a_{13}P_1(t) \end{cases} \quad (1)$$

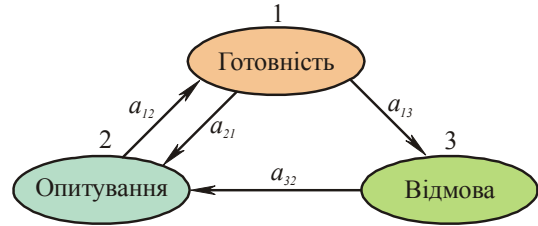


Рис. 3. Граф переходів опитуваних пристроїв

Рішивши дану систему, отримуємо вираз для вірогідності знаходження пристроїв в стані готовності P_1 :

$$P_1 = K_2 = \frac{1}{\left(\frac{\tau_{перем.}}{T_{опит.}}\right) + \lambda_{неспр.} \left(\frac{\tau_{перем.}}{T_{опит.}} + T_{опит.}\right) + e^{-\lambda_{неспр.} T_{перем.}}} \quad (2)$$

Для визначення оптимальних значень вірогідності знаходження у стані готовності, необхідно скористатися похідною від функції, за допомогою якої можна дослідити дану функцію на монотонність та екстремум. Візьмемо часткову похідну від коефіцієнта готовності K_2 за часом опитування $T_{опит.}$. Вона має вигляд:

$$\frac{\partial K_2}{\partial T_{опит.}} = \frac{\left(\frac{\tau_{перем.}}{T_{опит.}^2}\right) - \lambda_{неспр.} + \lambda_{неспр.} e^{-\lambda_{неспр.} T_{перем.}}}{\left(\left(\frac{\tau_{перем.}}{T_{опит.}}\right) + \lambda_{неспр.} \left(\frac{\tau_{перем.}}{T_{опит.}} + T_{опит.}\right) + e^{-\lambda_{неспр.} T_{перем.}}\right)^2} \quad (3)$$

Для знаходження екстремуму, прирівнюємо цей вираз до нуля. Тоді оптимальне значення періоду опитування пристроїв:

$$T_{опит.} = \arg \left[\left(\frac{\tau_{перем.}}{T_{опит.}^2}\right) - \lambda_{неспр.} + \lambda_{неспр.} e^{-\lambda_{неспр.} T_{перем.}} \right] = 0 \quad (4)$$

Всі можливі комбінації варіантів зв'язку при взаємодії показані на рис. 4. Проміжне програмне забезпечення (ППЗ) баз даних забезпечує доступ до локального або віддаленого ресурсу даних і включає в себе деякі низькорівневі засоби ППЗ комунікацій, необхідні для зв'язку клієнта і сервера. Основна задача ППЗ баз даних – приховати складне розташування розподіленого ресурсу даних. Проміжне програмне забезпечення баз даних включає шлюзи, концентратори, універсальні API-інтерфейси, СУБД, процесори перетворення даних, а також інструментальні засоби передачі змін між декількома екземплярами баз даних.

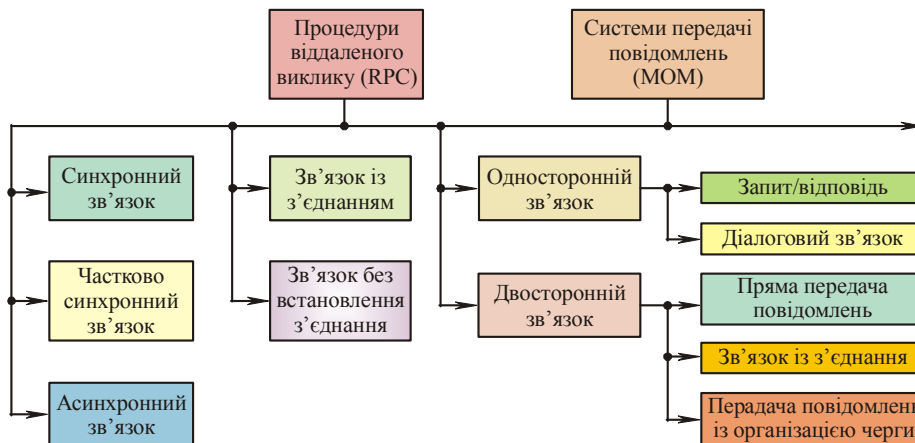


Рис. 4. Моделі і типові схеми комунікацій

Шлюзи і концентратори баз даних забезпечують доступ мовою SQL до різноманітних джерел даних. Коли джерела не підтримують SQL, шлюзи транслюють SQL-запити, отримані від додатків, в запити, зрозумілі цільовій базі даних. Концентратор бази даних аналогічний шлюзу, але може мати справу з декількома джерелами даних одночасно.

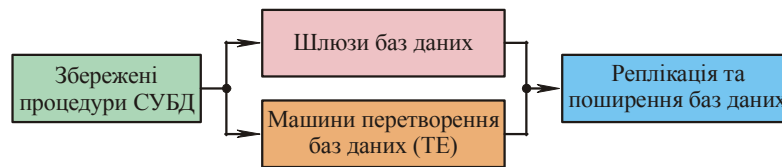


Рис. 5. Процедури СУБД

Даний тип програмного забезпечення (рис. 5) представляє собою ППЗ комунікацій з рядом додаткових функцій, які зазвичай відносяться до операційної системи. Воно відділяє додаток від мережевого програмного забезпечення та ОС, не тільки забезпечуючи API-інтерфейс більш високого рівня для комунікації, але і допомагає зробити прозорими ряд інших завдань: керування пам'яттю, управління процесами (включаючи їх автоматичний запуск і завершення), виявлення помилок і, іноді навіть автоматичне відновлення (наприклад, включення дублюючої системи). Також доступні деякі додаткові послуги, подібні до балансування завантаження та управління транзакціями. Платформне проміжне програмне забезпечення включає в себе сервери додатків, монітори обробки транзакцій та об'єктних запитів.

Висновки

Уточнено структуру мережі управління телекомунікаціями, яка представляє собою спосіб взаємодії розподілених прикладних програм відповідно до моделі взаємозв'язків відкритих систем OSI. Проведено аналіз концепцій побудови та функціонування систем управління телекомунікаційними мережами та сервісами. Для мережевого управління за стандартами TMN розроблена математична модель категорій управління несправностями, визначено коефіцієнт готовності, час опитування та оптимальне значення періоду опитування пристроїв.

Література

1. Стецюк В. І. Аналіз методів кодування інформації в цифровому телебаченні / В. І. Стецюк // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : міжнародний науково-технічний журнал. –2000. – № 3. – С. 78–82.
2. Стецюк В. І. Вплив психовізуальної надлишковості телевізійних повідомлень на спектр частот відеосигналів / В. І. Стецюк // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : міжнародний науково-технічний журнал. – 2001. – № 3. – С. 77–79.
3. Стецюк В. І. Аналіз систем обмеженого доступу в мережах кабельного телебачення / В. І. Стецюк // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : міжнародний науково-технічний журнал. 2002. – № 2. – С. 172–178.
4. Стецюк В. І. Підвищення якості обробки сигналів цифрового телебачення / В. І. Стецюк, О. А. Мідяниць // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : міжнародний науково-технічний журнал. – 2006. – № 2. – С. 66–71.
5. Стецюк В. І. Аналіз і вдосконалення методів синхронізації телекомунікаційних систем / В. І. Стецюк, В. Р. Любчик, І. В. Файфура // Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький, 2015. – № 3. – С. 232–238.

References

1. Stetsiuk V. I. Analiz metodiv koduvannya informatsii v tsyfrovomu telebachenni / V. I. Stetsiuk // Vymiriuvalna ta obchysliuvalna tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh : mizhnarodnyi naukovo-tekhnichnyi zhurnal. –2000. – № 3. – S. 78–82.
2. Stetsiuk V. I. Vplyv psikhovizualnoi nadlyshkovosti televiziinykh povidomlen na spektr chastot videosyhnaliv / V. I. Stetsiuk // Vymiriuvalna ta obchysliuvalna tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh : mizhnarodnyi naukovo-tekhnichnyi zhurnal. – 2001. – № 3. – S. 77–79.
3. Stetsiuk V. I. Analiz system obmezhenoho dostupu v merezhakh kabelnoho telebachennia / V. I. Stetsiuk // Vymiriuvalna ta obchysliuvalna tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh : mizhnarodnyi naukovo-tekhnichnyi zhurnal. 2002. – № 2. – S. 172–178.
4. Stetsiuk V. I. Pidvyshchennia yakosti obrobky syhnaliv tsyfrovoho telebachennia / V. I. Stetsiuk, O. A. Midianyts // Vymiriuvalna ta obchysliuvalna tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh : mizhnarodnyi naukovo-tekhnichnyi zhurnal. – 2006. – № 2. – S. 66–71.
5. Stetsiuk V. I. Analiz i vdoskonalennia metodiv synkhronizatsii telekomunikatsiinykh system / V. I. Stetsiuk, V. R. Liubchik, I. V. Faifura // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnogo universytetu. – Khmelnytskyi, 2015. – № 3. – S. 232–238.

Рецензія/Peer review : 7.11.2018 р.

Надрукована/Printed :19.12.2018 р.
Рецензент: д.т.н., доц. Любчик В.Р.