УДК 001.891+519.21

МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСІВ РЕСУРСОСПОЖИВАННЯ

Щербак Л.М. доктор техн. наук

Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. Марії Капніст, 2а, Київ, 03057, Україна

<https://doi.org/10.31472/ttpe.3.2020.12>

Запропонована і розглянута на прикладі складних динамічних процесів ресурсоспоживання, в тому числі електро-, газо-, теплоспоживання, нова методологія наукових досліджень у редакції *об'єкт – модель – міра – експеримент – результат*. Наведений опис кожного предмета досліджень запропонованої методології.

Предложена и рассмотрена на примере сложных динамических процессов ресурсопотребления, в том числе электро-, газо-, теплоснабжения, новая методология научных исследований в редакции *объект – модель – мера – эксперимент – результат*. Приведено описание каждого предмета исследования предложенной методологии.

The new methodology of scientific researches in edition *object – model – measure – experiment – result* is offered. This methodology has considered on examples of difficult dynamic processes of resource consumption such as electric, gas, heat energy consumption. The description of each subject of researches on the offered methodology has given.

Бібліографія 12, рис. 3.

Ключові слова: методологія досліджень, процес ресурсоспоживання, модель, міра, експеримент, результат.

$r = (x, y, z)$ – змінні в декартовій системі координат;

R – дійсна пряма;

t – поточний час;

ω – елементарна випадкова подія;

Ω – простір елементарних випадкових подій;

$G \subset R^3$ – просторова область;

T – інтервал часу;

$\Xi(\omega, r, t)$ – векторне випадкове поле;

$A(r, t)$ – трендова детермінована компонента;

$\xi_{\Pi}(\omega, r, t)$ – випадкове періодичне поле;

$\xi(\omega, r, t)$ – випадкове поле;

$I(\cdot, t)$ – індикаторна функція.

Вступ. Тема даної роботи не є новою. У 50-80-х роках в колишньому СРСР було опубліковано ряд теоретичних і прикладних робіт, в основному, з результатами математичного і комп'ютерного моделювання роботи технічних систем, включаючи системи промисловості і військового комплексу, наприклад, ядерний реактор. У цих роботах, і це підкреслювалось для популяризації, була використана наступна парадигма методології досліджень: *модель – алгоритм – програма*. Вона зіграла позитивну роль не лише в період публікацій, а й в подальші роки. Але, по своїй суті, така редакція не є повною, оскільки в ній відсутнє поєднання теорії і практики для отримання основної мети досліджень – достовірного кількісного результату з використанням відповідних мір. Тут доречно згадати афоризм відомого французького вченого Р. Декарта (R. Descartes): “теорія без практики є мертвою і безплідною, а практика без теорії є неможливою”.

Матеріали даної роботи мають дискусійний характер і відображають спробу на сьогодні сформулювати сучасну методологію наукових досліджень. З метою

конкретизації така методологія розглянута на прикладі досліджень складних динамічних процесів ресурсоспоживання, в тому числі електро-, газо- і теплоспоживання різними структурами споживачів (організація, район, місто, регіон, країна). Такі процеси мають місце в енергетиці, екології та інформатиці, а в загальному випадку в економіці і соціумі кожної країни. Тому проблематика споживання різних видів ресурсів була, є і буде важливою та актуальною для широкого кола досліджень.

У певній мірі тему даної роботи можна проілюструвати наступною спрощеною структурною схемою, яка наведена на рис. 1. При цьому ресурси розуміються у широкому сенсі, як природні так і штучно створені з використанням природних.

Сформулюємо постановку завдання роботи.

Постановка завдання. Запропонувати і на прикладі процесів ресурсоспоживання розглянути методологію наукових досліджень у редакції *об'єкт – модель – міра – експеримент – результат*. Навести опис кожного предмета дослідження запропонованої методології.

Рис. 1. Спрощена схематична ілюстрація створення і використання ресурсів.

Основні результати

Для досягнення мети роботи використаємо результати ряду фундаментальних і прикладних публікацій. Наведемо лише деякі із них.

У роботі по кібернетиці [1] американського вченого Н. Вінера (N. Wiener) обґрунтована ідея створення технічних (штучних) систем по аналогії з природними. Американський інженер і вчений К. Шеннон (C. Shannon) в роботі [2] сформулював принципи побудови і функціонування сучасних телекомунікаційних і інформаційних систем. Французький філософ і вчений Л. Брілюен (L. Brillouin) в роботі [3] провів аналіз ступені невизначеності інформації наукових досліджень на конкретних прикладах. У колективній праці групи дослідників і вчених з міжнародних метрологічних організацій [4], яка опублікована в 1993 році, рекомендована кількісна міра невизначеності результатів вимірювань. Теоретичні і прикладні результати наукових досліджень наведені, наприклад, по: випадковим процесам [5], теорії міри [6], математичній статистиці [7], теорії масового обслуговування [8], математичному і комп'ютерному моделюванню [9], цифрових методах опрацювання даних досліджень [10, 11], моделях і мірах у вимірюваннях [12].

Конкретизуємо на прикладі процесів ресурсоспоживання методологію досліджень. Спочатку наведемо означення досліджуваного процесу.

Означення. *Складний динамічний процес ресурсоспоживання – це процес використання в часі й просторі того чи іншого виду ресурсу різними структурами споживачів, виражений певною кількісною мірою.*

Модель. При дослідженнях зустрічаються різні види моделей, але найбільш відомими є фізична і математична моделі як теоретичні моделі. Теоретична модель процесу ресурсоспоживання відображає характерні властивості динаміки процесу з використанням математичних об'єктів і фізичних законів (фізична модель), а на основі математичних символів, позначень і об'єктів – математична модель, яка в більшій мірі формалізує фізичну модель. В подальшому будемо розглядати математичну модель процесу ресурсоспоживання.

Така модель повинна:

- відображати стохастичну динаміку процесу в часі і просторі з використанням багатовимірних функцій, а саме функцій з аргументами простору в декартовій системі координат $\mathbf{r} = (x, y, z) \in G \subset \mathbf{R}^3$, часу $t \in T \subset [0; \infty)$ і множини випадкових подій $\omega \in \Omega$;

- враховувати фізичну природу механізму формування процесу, який є складним і в загальному випадку має три складові: регулярну або трендову, циклічну або періодичну, повністю стохастичну (випадкову).

Таким вимогам задовольняє наступна математична модель процесу ресурсоспоживання у вигляді векторного випадкового поля:

$$\Xi(\omega, \mathbf{r}, t) = (A(\mathbf{r}, t), \xi_{II}(\omega, \mathbf{r}, t), \xi(\omega, \mathbf{r}, t)), \quad (1)$$

де $A(\mathbf{r}, t)$ – трендова детермінована компонента, $\xi_{II}(\omega, \mathbf{r}, t)$ – стохастичне періодичне поле, яке в ряді випадків є детермінованим періодичним полем, а $\xi(\omega, \mathbf{r}, t)$ – випадкове поле як стохастична компонента.

Модель (1) іноді іменують кортежем, тому що в ній вказані неоднорідні компоненти. Але це не зовсім так, бо детермінована компонента є частинним випадком стохастичної.

Більш конструктивною моделлю процесу ресурсоспоживання є так звана адитивна модель виду:

$$\xi_{\Sigma}(\omega, \mathbf{r}, t) = A(\mathbf{r}, t) + \xi_{II}(\omega, \mathbf{r}, t) + \xi(\omega, \mathbf{r}, t). \quad (2)$$

У ряді випадків модель (2) використовується у виді

$$\xi_{\Sigma}(\omega, \mathbf{r}, t) = A(\mathbf{r}) \cdot A(t) + \xi_{II}(\omega, \mathbf{r}) \cdot \xi_{II}(\omega, t) + \xi(\omega, \mathbf{r}) \cdot \xi(\omega, t), \quad (3)$$

тобто, обґрунтування такої моделі базується на декомпозиції компонент моделі (2) на незалежні складові множники по часу і простору. При цьому, один із множників має розмірність моделі, а інший є безрозмірним (управляючим).

На сьогодні більш дослідженими є наступні частинні випадки моделей (1), (2) і (3):

- при фіксованих $\mathbf{r}$ і t – випадковий вектор або випадкова величина;
- при фіксованому $\mathbf{r}$ – векторний випадковий процес або просто випадковий процес;
- при фіксованому t – векторне просторове випадкове поле або просторове випадкове поле.

Для теоретичних досліджень вказаних моделей використовується математичний апарат випадкових функцій, як у рамках кореляційної теорії з використанням перших двох моментних функцій, так і з врахуванням моментних функцій вищих порядків. На сьогодні найбільш дослідженими є випадкові процеси і поля з незалежними приростами. Для досліджень таких випадкових функцій використовується фундаментальний результат безмежно подільних законів розподілу суми незалежних випадкових величини. Ця проблема вирішувалася різними вченими на протязі більше двох століть. Вперше цю проблему сформулював швейцарський математик Я. Бернуллі (J. Bernoulli) на початку XVIII століття. Остаточна проблема була вирішена в 30-х роках XX століття французьким вченим П. Леві (P. Lévy) та радянськими математиками А.М. Колмогоровим і О.Я. Хінчиним. Тому в публікаціях зустрічаються вирази безмежно подільних законів розподілу у формах Леві, Леві-Хінчина і Колмогорова.

Частинними випадками безмежно подільних законів розподілу ймовірностей є розподіли Гауса (неперервний) і Пуассона (дискретний, імпульсний). Прикладами випадкових функцій з незалежними приростами є випадкові процеси і випадкові поля: Вінерівські, Гаусівські, Пуассонівські та Марковські. Областями їх практичного використання є теорія масового обслуговування, статистична радіофізика і радіотехніка, статистична гідроакустика, теорія автоматизованого управління, геофізика та ін.

На практиці використовуються частинні випадки випадкових функцій такі, як однорідні та ізотропні по просторових змінних, стаціонарні по часу.

Обмеження по скінченним областям визначення моделей (1), (2) і (3) враховується за допомогою використання багатовимірної індикаторної функції виду:

$$I(\mathbf{r}, t) = \begin{cases} 1, & \mathbf{r} \in G \subset \mathbf{R}^3; t \in T \subset [0; \infty), \\ 0, & \mathbf{r} \notin G \text{ або } t \notin T \text{ або } \mathbf{r} \in G \text{ і } t \notin T. \end{cases} \quad (4)$$

Функція (4) може бути записана у вигляді

$$\chi(\mathbf{r}, t) = (\mathbf{r}, \mathbf{r}_0) \cdot (\mathbf{r}_0, \mathbf{r}) \quad (5)$$

На основі незалежної декомпозиції (4) по простору і часу.

Використання моделей (1), (2) і (3) на практиці можна конкретно деталізувати з допомогою методів знаходження розладок їх динаміки в часі і просторі. При цьому визначаються миттєві моменти зміни характеристик процесів по простору і часу або окремо або разом.

Запишемо вираз моделі (3) з врахуванням (4) і (5), тобто для випадку, коли кожна компонента моделі визначається сумою однорідних складових з використанням індикаторних функцій. Кожна з індикаторних функцій вказує на межі їх областей однорідності (стабільності), відповідно, по простору і часу. Для такого випадку модель (3), з використанням (4) і (5) може бути записана у вигляді:

$$\begin{aligned} \xi_{\Sigma}(\omega, \mathbf{r}, t) I(\mathbf{r}, t) &= \sum_{i=1}^n A_i(\mathbf{r}) I(\mathbf{r}, G_i) \cdot \sum_{j=1}^m A_j(t) I(t, T_j) + \\ &+ \sum_{i=1}^n \xi_{iII}(\omega, \mathbf{r}) I(\mathbf{r}, G_i) \cdot \sum_{j=1}^m \xi_{jII}(\omega, t) I(t, T_j) + \\ &+ \sum_{i=1}^n \xi_i(\omega, \mathbf{r}) I(\mathbf{r}, G_i) \cdot \sum_{j=1}^m \xi_j(\omega, t) I(t, T_j). \end{aligned} \quad (6)$$

У моделі (6) використано наступне розбиття просторової області G і інтервалу часу T , відповідно, на компоненти, які не перетинаються:

$$\begin{aligned} G_1 < G_2 < \dots < G_n, \quad \bigcup_{i=1}^n G_i = G, \\ T_1 < T_2 < \dots < T_m, \quad \bigcup_{j=1}^m T_j = T. \end{aligned} \quad (7)$$

Наведені моделі процесів ресурсоспоживання мають загальний вигляд. Природно, що кожна конкретизація потребує значних зусиль обґрунтування тієї чи іншої моделі досліджуваного процесу з використанням відповідних даних, включаючи експериментальні дані (статистики). Для подальшого використання математичних моделей необхідно використати міру з метою отримання кількісної інформації.

Міра. Створюється враження, що міра, яка має таке широке застосування для відображення кількісної інформації, наприклад, у метрах, кілограмах, кіловатах і т.д., є простим предметом досліджень. Та це не відповідає дійсності. Створена теорія міри, в якій міра досліджується як математичний об'єкт, а саме, міра є функцією множин і відповідною моделлю довжини,

площі і об'єму, інших величин. В фізиці, в першу чергу при вимірюваннях значень різних фізичних величин, міра використовується при визначенні еталонів одиниць фізичних величин. На сьогодні система одиниць СІ є міжнародною, а нормативно-правове забезпечення процесів вимірювань, створене на її основі, виконується кожною країною на рівні законів. В філософії міра дає змогу перетворити якість як категорію у кількісну інформацію.

В теорії ймовірності використовується нормована ймовірнісна міра з областю значень $P \in [0,1]$.

В процесі ресурсоспоживання міра використовується для отримання кількісної інформації з використанням методів і засобів вимірювання. В якості прикладу, на рис. 2 наведено спрощену схематичну ілюстрацію використання міри при реалізації процесу ресурсоспоживання.

При дослідженнях випадкових моделей використовується ймовірнісна міра, для визначення якої застосовується породжуюча функція розподілу ймовірностей числових значень моделі. Для прикладних задач застосовується так звана статистична міра, отримана на основі результатів опрацювання по даних (статистикам) досліджень, як статистична оцінка ймовірнісної міри.

Результати досліджень міри наведені у значній кількості публікацій. В теоретичних публікаціях міра визначається як узагальнена математична модель, а у прикладних, в основному, як числова міра одиниць або шкали одиниць фізичних величин. Остання міра реалізується матеріальними еталонами одиниць величин, при цьому номенклатура таких еталонів у кожній країні оцінюється на рівні валового продукту.

Таким чином, при дослідженнях процесів ресурсоспоживання фізична міра використовується для отримання кількісної первинної інформації при формуванні даних досліджень (вимірювань). А ймовірнісна міра – для оцінювання отриманих результатів опрацювання первинних статистик. Більш детально взаємозв'язок фізичних і ймовірнісних мір для досліджень описаний в [11].

Далі розглянемо спільне використання моделей і мір.

Інформаційне забезпечення. Моделі і міри служать основою методології досліджень процесів ресурсоспоживання а інформаційне забезпечення, в першу чергу, алгоритмічно-програмне, є інструментарієм їх практичного використання. Сучасні технології оцінюються потужністю та ефективністю їх інформаційного забезпечення. При його створенні застосовуються різні засоби та методи, включаючи методи обчислювальної математики, цифрового опрацювання даних досліджень, а також використовуються потужні програмні середовища (Matlab, Mathcad, Statistica, Anaconda тощо), мережі розподіленого опрацювання даних.

Для отримання об'єктивного кількісного результату досліджень процесів ресурсоспоживання необхідно провести експеримент.

Експеримент. Це узагальнений термін при проведенні досліджень. Він має ряд етапів і операцій, свій життєвий цикл і свою класифікацію. Для реалізації експерименту витрачається значна кількість різних видів ресурсів.

Найбільш відомими є імітаційні (моделюючі) і натурні експерименти. Якщо в якості об'єкта досліджень використовується фізична або математична модель ре-

Рис. 2. Спрощена схематична ілюстрація використання мір при дослідженнях процесів ресурсоспоживання.

ального об'єкта, то маємо імітаційні (модельні) експерименти. В натурному експерименті реальний об'єкт приймає безпосередню участь. Відомо, що на сьогодні імітаційні експерименти широко використовуються у різного роду дослідженнях. Вони проводяться, як правило, раніше натурного експерименту і їх результати коректують програму і методику його проведення. Іноді на основі аналізу результатів імітаційних експериментів приймається рішення не проводити ресурсозатратний натурний експеримент. Але такі випадки зустрічаються рідко, наприклад, коли натурний експеримент взагалі неможливий.

Широке використання моделюючих (обчислювальних) експериментів при математичному і комп'ютерному моделюванні проводиться на основі потужного інформаційного забезпечення. Наведемо на рис. 3 умовну ілюстрацію діаграми об'ємів результатів при проведенні теоретичних досліджень, імітаційних і натурних експериментів.

Якщо оцінювати важливість і змістовність отриманих результатів, а також вартість і об'єми використання ресурсів, то порівняльна діаграма на рис. 3 є оберненою, тобто: (1) – це результат натурного експерименту, (2) – результат імітаційного експерименту і (3) – результат теоретичних досліджень.

Для проведення кожного експерименту розробляється, узгоджується і затверджується програма і методика експерименту, яка визначає кількісну міру використання різних видів ресурсів, терміни проведення, види інформаційного забезпечення, технічні засоби та інше обладнання.

Перейдемо до заключного етапу проведення досліджень.

Результат. Життєвий цикл кожного дослідження закінчується обґрунтуванням його результату. Описати типовий приклад результату для різних досліджень складно. В якості умовного зразка можна привести результат вимірювання кількості певного ресурсу, дані вимірювання якого описуються випадковою величиною. Такий результат має дві складові:

Рис. 3. Умовна ілюстрація об'ємів результатів при теоретичних дослідженнях (1), імітаційних (2) і натурних (3) експериментах.

- кількісний результат ресурсу, як статистичну оцінку математичного сподівання випадкової величини, отриманої по даним вимірювань;

- характеристику ефективності вимірювань у формі розширеної невизначеності – довірчого інтервалу, який містить (накриває) істинне значення кількості ресурсу із заданою ймовірністю.

В цілому при формуванні результату досліджень необхідно враховувати наступне.

1. Результат є інтегрованим продуктом порівняльного аналізу отриманих результатів теоретичних досліджень, імітаційних і натурних експериментів.

2. Результат є основою прийняття наступних варіантів рішення:

а) результат рекомендується для подальшого використання, мета дослідження досягнута і завдання виконано в повній мірі;

б) результат потребує доопрацювання у відповідності з визначеними рекомендаціями і термінами виконання;

в) проведені дослідження не дали змістовного результату, необхідно скорегувати модель і програму досліджень.

Останній варіант зустрічається дуже рідко, але його необхідно включати для повноти можливих варіантів прийняття рішень.

Висновки

На основі аналізу і узагальнення відомих результатів наукових досліджень з врахуванням мети даної роботи запропонована і розглянута на прикладі складних динамічних процесів ресурсоспоживання, включаючи електро-, газо- і теплоспоживання різними структурами споживачів, нова методологія наукових досліджень у редакції *об'єкт – модель – міра – експеримент – результат*.

Наведено короткий опис кожного предмета дослідження запропонованої методології.

Розглянуті багатовимірні математичні моделі процесів ресурсоспоживання з використанням індикаторних функцій на скінченних інтервалах часу і обмежених просторових областях.

Коротко описані фізичні та ймовірнісні міри для отримання кількісної інформації результатів досліджень.

Підкреслено, що при проведенні теоретичних досліджень, імітаційних і натурних експериментів використовується відповідне інформаційне забезпечення з використанням програмних середовищ (Matlab, Mathcad, Statistica, Anaconda тощо) і мереж розподілених обчислень.

Наведені вимоги по формуванню результату дослідження і варіанти його використання.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Wiener, N.* Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine. The M.I.T. Press, 1969.
2. *Shannon, C. E.* A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal, vol. 27, no. 3, pp. 379-423, July 1948, doi: 10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x
3. Brillouin, L. Scientific Uncertainty and Information. Academic press Inc., New York, 1964.
4. *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement: First Edition.* – ISO, Switzerland. 1993. – 112 p.
5. *Doob, J. L.* Stochastic Processes. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1953.
6. *Halmos, P. R.* Measure Theory. Van Nostrand, New York, 1950.
7. *Wilks, S.* Mathematical Statistics. Princeton University Press, New Jersey, 1947.
8. *Боровков А.А.* Вероятностные процессы в теории массового обслуживания. М.: Физматлит, 1972. – 368 с.
9. *Самарский А.А., Михайлов А.П.* Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – 2-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2001. – 320 с.
10. *Oppenheim, A. V., Shafer, R. W.* Digital Signal Processing. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1975.
11. *Babak V.P., Babak S.V., Myslovych M.V., Zaporozhets A.O., Zvaritch V.M.* Diagnostic Systems for Energy Equipments. Studies in Systems, Decision and Control, vol 281. Springer, Cham. 2020. – 133 p.
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-44443-3>
12. *Бабак В.П., Єременко В.С., Куц Ю.В., Мислович М.В., Щербак Л.М.* Моделі та міри у вимірюваннях : монографія / за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака. К.: Наукова думка, 2019. – 192 с.

THE METHODOLOGY OF RESEARCH ON RESOURCE CONSUMPTION PROCESSES

Scherbak L.M.

*Institute of Engineering Thermophysics of the National
Akademy of Sciens of Ukraine, 2a, Marii Kapnist Str., Kyiv,
03057, Ukraine*

<https://doi.org/10.31472/tpe.3.2020.12>

On the basis of the analysis and generalization of known results of scientific researches the new methodology of scientific researches in edition *object - model - measure - experiment - result* is offered. This methodology is considered on an example of difficult dynamic processes of resource consumption, such as electric, gas and heat energy consumption.

The description of each subject of researches on the offered methodology has given.

Multidimensional mathematical models of resource consumption processes using indicator functions for limiting time intervals and bounded space areas are considered.

Physical probabilistic measures for obtaining quantitative information of research results are briefly described.

It is emphasized that when conducting theoretical research, simulation, and field experiments, appropriate information support is used using software environments (Matlab, Mathcad, Statistica, Anaconda etc.) and networks for distributed computing.

The requirements for the formation of the research result and options for its use are given.

References 12, figures 3.

Key words: methodology of research, resource consumption process, model, measure, experiment, result.

1. Wiener, N. Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine. The M.I.T. Press, 1969.

2. Shannon, C. E. A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal, vol. 27, no. 3, pp. 379-423, July 1948, doi: 10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x

3. Brillouin, L. Scientific Uncertainty and Information. Academic press Inc., New York, 1964.

4. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement: First Edition, ISO, Switzerland. 1993, 112 p.

5. Doob, J. L. Stochastic Processes. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1953.

6. Halmos, P. R. Measure Theory. Van Nostrand, New York, 1950.

7. Wilks, S. Mathematical Statistics. Princeton University Press, New Jersey, 1947.

8. Borovkov A.A. Вероятностные процессы в теории массового обслуживания [Probabilistic processes in queuing theory]. M.: Fizmatlit, 1972, 368 P. (in Rus.)

9. Samarskyi A.A., Mykhailov A.P. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры [Mathematical Modeling: Ideas. Methods. Examples]. Ed. 2, M.: Fizmatlit, 2001, 320 P. (in Rus.)

10. Oppenheim, A. V., Shafer, R. W. Digital Signal Processing. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1975.

11. Babak V.P., Babak S.V., Myslovych M.V., Zaporozhets A.O., Zvaritch V.M. Diagnostic Systems for Energy Equipments. Studies in Systems, Decision and Control, vol 281. Springer, Cham. 2020, 133 p.

<https://doi.org/10.1007/978-3-030-44443-3>

12. Babak V.P., Yeremenko V.S., Kuts Yu.V., Myslovych M.V., Scherbak L.M. Моделі та міри у вимірюваннях : монографія / за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака [Models and measures in measurements: a monograph / edited by Corresponding Member NAS of Ukraine Babak V.P.]. K.: Naukova Dumka, 2019, 192 P. (in Ukr.)

Отримано 30.07.2020

Received 30.07.2020