

Ткаченко О.М., Руденко Н.В., Лемешко А.В., Стрельніков В.І., Фокін В.І. Державний університет телекомунікацій, Київ

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ УЗАГАЛЬНЕНИХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕЛЕМЕНТІВ І ПРИСТРОЇВ РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

Анотація: Проблема вибору ефективних засобів і методів контролю результатів тестового діагностування багатofункціональних розподілених об'єктів є на сьогоднішній день актуальною й невирішеною внаслідок великої розмірності, взаємовпливу багатьох факторів і складності завдання. Вирішення зазначених завдань дозволить розробити й впровадити в складі відповідної автоматизованої інформаційної системи формалізований апарат опису методів і засобів контролю якості керованих об'єктів і процесів.

Оцінка результатів тестового діагностування – складне завдання, оскільки може зважуватися протягом декількох етапів діагностування й з використанням різних засобів і методів. Тому важливо одержати адекватні оцінки об'єктів діагностування (у запропонованій діагностичній моделі – елементарних функцій), а потім визначити якісні оцінки формованих їх складових видів забезпечення об'єкта діагностування. Для формування кількісної оцінки кожного рівня (елементарних функцій, груп функцій, підсистем і видів забезпечення в цілому) запропоновано використання адитивного інтегро-диференціального критерію оцінки (АІДКО), побудованого за результатами тестового діагностування. Лінійний формат АІДКО вимагає аналізу впливу кожної диференціальної оцінки (результату реалізації конкретного тесту) на інтегральну оцінку (ступінь виконання елементарних функцій). При цьому виникає завдання аналізу шляхів досягнення бажаних (заданих, граничних та ін.) значень для досягнення необхідного (заданого) ступеня виконання елементарних функцій. У статті запропоновані загальні підходи (у рамках запропонованого ІДК) до кількісної оцінки результатів тестового діагностування стосовно до іншої предметної області. Також вирішуються завдання кількісної оцінки результатів тестування й застосування адитивного інтегро-диференціального критерію оцінки ступеню виконання елементарних функцій.

Ключові слова: розподілені системи, елементарна функція, технічні показники, комп'ютерні системи, системи керування, Марківський процес, оцінка впливу.

Tkachenko O., Rudenko N., Lemeshko A., Strelnikov V., Fokin V. State University of Telecommunications, Kyiv

METHOD OF CALCULATION OF GENERALIZED OPERATING AND TECHNICAL INDICATORS OF ELEMENTS AND DEVICES OF DISTRIBUTED INFORMATION-COMPUTER

Abstract: The problem of choosing effective means and methods of monitoring the results of test diagnostics of multifunctional distributed objects is relevant and unresolved today due to the large size, the interaction of many factors and the complexity of the task. The decision of the specified tasks will allow to develop and implement as a part of the corresponding automated information system the formalized device of the description of methods and means of quality control of the managed objects and processes.

Evaluating the results of a test diagnosis is a difficult task, as it can be weighed over several stages of diagnosis and using various tools and methods. Therefore, it is important to obtain adequate estimates of atomic diagnostic objects (in the proposed diagnostic model - elementary functions), and then determine the qualitative estimates of their formed components of the types of providing the diagnostic object. To form a quantitative assessment of each level (elementary functions, groups of functions, subsystems and types of support in general), the use of additive integro-differential evaluation criterion (AIDCO), based on the results of test diagnostics of these atomic objects of control. AIDCO's linear format requires an analysis of the impact of each differential assessment (the result of the implementation of a particular test) on the integrated assessment (the degree of performance of elementary functions). At the same time there is a task of the analysis of ways of achievement of desirable (set, limit, etc.) values for achievement of necessary (set)

© Ткаченко О.М., Руденко Н.В., Лемешко А.В., Стрельніков В.І., Фокін В.І. 2020

degree of performance of elementary functions. The article proposes general approaches (within the framework of the proposed IDC) to the quantitative evaluation of test diagnosis results in relation to another subject area. Private problems of quantitative evaluation of test results and application of additive integro-differential criterion for evaluation of the degree of performance of elementary functions are also solved.

Keywords: distributed systems, elementary function, technical indicators, computer systems, control systems, Markov process, impact assessment.

Ткаченко О.Н., Руденко Н.В., Лемешко А.В., Стрельников В.И., Фокин В.И.
Государственный университет телекоммуникаций, Киев

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОБОБЩЕННЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ И УСТРОЙСТВ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ

Аннотация: Проблема выбора эффективных средств и методов контроля результатов тестового диагностирования многофункциональных распределенных объектов на сегодняшний день есть актуальной и нерешенной вследствие большой размерности, взаимовлияния многих факторов и сложности задачи. Решение указанных задач позволит разработать и внедрить в составе соответствующей автоматизированной информационной системы формализованный аппарат описания методов и средств контроля качества управляемых объектов и процессов.

Оценка результатов тестового диагностирования – сложная задача, так как может решаться на протяжении нескольких этапов диагностики и с использованием различных средств и методов. Поэтому важно получить адекватные оценки объектов диагностирования (в предложенной диагностической модели – элементарных функций), а затем определить качественные оценки формируемых их составляющих видов обеспечения объекта диагностирования. Для формирования количественной оценки каждого уровня (элементарных функций, групп функций, подсистем и видов обеспечения в целом) предложено использование аддитивного интегро-дифференциального критерия оценки (АИДКО), построенного по результатам тестового диагностирования указанных атомарных объектов контроля. Линейный формат АИДКО требует анализа влияния каждой дифференциальной оценки (результата реализации конкретного теста) на интегральную оценку (степень выполнения элементарных функций). При этом возникает задача анализа путей достижения желаемых (заданных, предельных и др.) значений для достижения необходимого (заданного) степени выполнения элементарных функций. В статье предложены общие подходы (в рамках предложенного ИДК) к количественной оценке результатов тестового диагностирования применительно к иной предметной области. Также решаются частные задачи количественной оценки результатов тестирования и применения аддитивного интегро-дифференциального критерия оценки степени выполнения элементарных функций.

Ключевые слова: распределенные системы, элементарная функция, технические показатели, компьютерные системы, системы управления, Марковский процесс, оценка воздействия.

1. Вступ. Проблема формування інтегральної (узагальненої) оцінки по ряду диференціальних (часток) оцінок актуальна в будь-якій області і по теперішній час, де реалізуються підходи й методи теорії прийняття розв'язків. Основними етапами розв'язку завдання є вибір і аналіз критерію оцінювання, розробка методик його побудови й застосування, а також аналіз показників вірогідності ухвалення рішення з урахуванням невизначеності. На практиці найчастіше використовуються алгебраїчні адитивні (лінійні) критерії оцінювання, засновані на математичних методах (наприклад, середнє зважене). Їхньою перевагою є простота побудови й використання, а недоліком – можливість компенсації (те, що в діагностиці називається «неправильне бракування» і «пропуск дефекту»). Незважаючи на це, лінійні критерії одержали широке поширення при вирішенні завдань кількісної оцінки стану, особливо багаторівневих ієрархічних систем і об'єктів. Тому представляється важливим і практично значимим визначити умови застосування даного критерію для запропонованої в статті діагностичної моделі елементів розподілених інформаційно-комп'ютерних систем.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Досить часто в літературі [1-4] можна зустріти лише ті характерні особливості, які не дозволяють в повній мірі оцінити ефективність функціонування комп'ютерних систем і, зокрема, при створенні моделей таких систем дотримуватися традиційних методів, що розвиваються в теорії ідентифікації.

В роботі [5] досить детально розглянуто особливості ідентифікації параметрів моделі складного об'єкта. Сформульовано одне з бачень поняття «складний об'єкт».

Робота [6] присвячена одному з етапів процесу моделювання – оптимізації параметрів систем. Проаналізовано та виконано порівняння методів зведення векторного синтезу до скалярного.

В роботах [7, 8] розглянуто питання управління розподілом інформації на мережах. Проаналізовано можливості динамічного розподілу потоків інформації.

В роботах [9, 10] показано досить нові підходи до побудови систем управління мережами, в тому числі з врахуванням все зростаючого зацікавлення до їх інтелектуальності.

В [11] розглянуто ієрархічні моделі для опису комп'ютерних мереж.

На основі аналізу літературних джерел можна зробити *наступні висновки*. Сучасні комп'ютерні системи та мережі є складною інфраструктурою, яка для ефективного виконання своїх функцій потребує ефективних засобів і методів контролю, тому необхідно розвивати загальну теорію технічного діагностування, розробляти нові принципи тестового діагностування, методи побудови систем, що мають здатність до самоприспосовування, самонавчання та самоорганізації.

3. Ціль дослідження. Метою дослідження є підвищення експлуатаційно-технічних показників надійності елементів систем керування.

4. Результати дослідження. Для оцінки впливу показників системи діагностування на узагальнені експлуатаційно-технічні показники системи керування і її елементів пропонується наступна методика розрахунків, заснована на використанні «класичного» підходу теорії надійності [38, 63, 104] з урахуванням особливостей (визначення станів і переходів між ними) обраного класу об'єктів.

Визначаються й описуються n станів об'єкта діагностування S_i (елемента, підсистеми, системи керування).

Будується діагностична модель (наприклад, у вигляді Марківського ланцюга), задаються характеристики переходів q_{ij} .

Будується система диференціальних рівнянь для визначення фінальних імовірностей знаходження об'єкта в кожному зі станів P (1):

$$P'_j(t) = \sum_{i=1}^n P_i(t) \cdot q_{ij}, j \in [1; n] \quad (1)$$

Ухвалюється гіпотеза, що Марківський процес [1] є стаціонарним, тому фінальні ймовірності вважаються постійними. З урахуванням цього будується система алгебраїчних рівнянь, яка вирішується відносно P .

Визначаються узагальнені показники надійності, такі, коефіцієнт готовності K_g , коефіцієнт технічного використання K_{tv} , коефіцієнт простою K_p і ін.

Проілюструємо пропоновану методика на прикладі елемента розподіленої інформаційно-комп'ютерної системи.

Виділимо й опишемо наступні стани об'єкта діагностування:

- об'єкт перебуває в робочому режимі;
- об'єкт перебуває в передбаченому регламентом режимі діагностування;
- об'єкт несправний (непрацездатний, неправильно функціонує) і перебуває в робочому режимі;

- об'єкт перебуває в режимі відновлення (пошук несправностей, ремонт, заміна, перевірка якості проведених робіт і т.п.).

Для побудови графа переходів Марківського процесу (рис. 1) уведемо позначення станів S_i і характеристики переходів q_{ij} :

S_1 - Р; S_2 - Д; S_3 - Н; S_4 - В;

λ – переходи в несправний стан (зі справного стану S_1 $q_{13} = \lambda_i$; зі стану діагностування S_2 $q_{23} = \lambda_d$);

μ – переходи в робочий стан (зі стану діагностування $S_2 = \mu_d$; зі стану відновлення S_4 $q_{41} = \mu_b$);

γ – переходи в стан діагностування або відновлення (з робочого стану S_1 $q_{12} = \gamma_p$; з несправного стану S_3 $q_{34} = \gamma_n$).

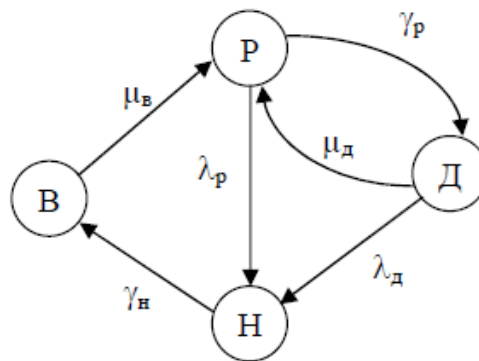


Рис. 1. Граф переходів

Будуємо систему рівнянь із урахуванням стаціонарності процесу:

$$\begin{cases} \mu_d P_d + \mu_b P_b - (\lambda_p + \gamma_p) P_p = 0 \\ \gamma_p P_p - \mu_d P_d = 0 \\ \lambda_p P_p + \lambda_d P_d - \gamma_n P_n = 0 \\ \gamma_n P_n - \mu_b P_b = 0 \\ P_p + P_d + P_n + P_b = 1 \end{cases} \quad (2)$$

Результат розв'язку системи рівнянь:

$$P_d = (\gamma_p P_p) / \mu_d$$

$$P_n = (\lambda_p P_p) / \gamma_n \quad (3)$$

$$P_b = (\lambda_p P_p) / \mu_b$$

$$P_p + P_d + P_n + P_b = P_p + (\gamma_p P_p) / \mu_d + (\lambda_p P_p) / \gamma_n + (\lambda_p P_p) / \mu_b = P_p (1 + \gamma_p / \mu_d + \lambda_p / \gamma_n + \lambda_p / \mu_b) = 1$$

Звідси визначається вираз для ймовірності P_p , а через неї – і для всіх інших:

$$\begin{aligned} P_d &= (\gamma_p \mu_b) / (\gamma_n \mu_b (\mu_d + \gamma_p) + \mu_d \lambda_p (\mu_b + \gamma_n)); \\ P_n &= (\lambda_p \mu_b) / (\gamma_n \mu_b (\mu_d + \gamma_p) + \mu_d \lambda_p (\mu_b + \gamma_n)); \\ P_b &= (\lambda_p \mu_d \gamma_n) / (\gamma_n \mu_b (\mu_d + \gamma_p) + \mu_d \lambda_p (\mu_b + \gamma_n)). \end{aligned} \quad (4)$$

Інтенсивності переходів визначаються як зворотні величини до усереднених часових характеристик процесу:

$\lambda_p = 1/T_e$, де T_e – наробіток на відмову об'єкта в робочому режимі;

$\lambda_d = 1/T_p$, де T_p – час перевірки об'єкта й виявлення дефектів у режимі діагностування;

$\mu_d = 1/T_r$, де T_r – час переходу об'єкта в робочий режим з режиму діагностування;

$\mu_v = 1/T_v$, де T_v – час відновлення об'єкта;

$\gamma_r = 1/T_d$, де T_d – період проведення регламентних робіт з об'єктом;

$\gamma_n = 1/T_n$, де T_n – час переходу об'єкта в режим відновлення з режиму несправного стану.

Для спрощення розрахунків частину однотипних інтенсивностей можна прирівняти. Визначимо узагальнені показники надійності:

$$K_{\Gamma} = P_p + P_d; \quad (5)$$

$$K_{\Gamma} = 1 - K_{\Gamma} = 1 - (P_p + P_d) = P_n + P_v.$$

З урахуванням отриманих співвідношень можна на різних етапах (проектування, експлуатація, прогнозування, порівняльний аналіз і т.п.) оцінити вплив одного або декількох показників системи діагностування на основні узагальнені експлуатаційно-технічні показники системи керування.

Основним показником безвідмовності є наробіток на відмову - для елемента ця характеристика задається виробником і вказується в паспорті (технічних умовах). Для всієї системи показники безвідмовності визначаються на основі аналізу її структури (розрахунки за еквівалентною схемою заміщення або графові Марковського ланцюга). Підвищити їхні значення можна шляхом вибору більш надійного обладнання або введенням резервування в топологію.

Показники відновлення визначаються середнім часом відновлення об'єкта, який визначається декількома факторами (пошуку й визначення характеру несправності, можливість ремонту або заміни, доступ, перевірка якості після відбудовних робіт і т.п.). Для якісного виконання зазначених процедур перевірки справності (працездатності) необхідно побудувати адекватну діагностичну модель. Виділимо основні етапи процесу відновлення після несправності:

1. Підготовка й реалізація тестів пошуку (тестове діагностування).
2. Організація додаткових вимірів.
3. Аналіз результатів діагностування (лог-файлів, звітів, статистики).
4. Ухвалення рішення (визначення місця й характеру несправності).
5. Виконання коригувальних дій (доступ, ремонт, заміна, реконфігурація, перевірка якості відновлення).

Також вплив на експлуатаційно-технічні показники виявляють можливості системи по діагностуванню (профілактичному обслуговуванню), протягом якого можуть бути оперативно виявлені несправності, які поки, що не приводили до відмови, наприклад, за рахунок поглибленого тестування або прогнозування. Середній час, ефективність і точність діагностування також є значимими параметрами для підвищення надійності систем керування. Як правило, зазначені завдання вирішуються під час проведення регламентних робіт з перевірки правильності функціонування, для чого повинна бути побудована й реалізована у відповідних видах забезпечення системи керування й моніторингу адекватна діагностична модель. Виділимо основні етапи процесу діагностування:

1. Підготовка й реалізація тестів перевірки правильності функціонування (тестування).
2. Збір і проміжне зберігання результатів тестування.
3. Обробка, дешифрація й кількісна оцінка результатів тестування.
4. Ухвалення рішення про показники функціонування елементів і всієї системи

керування.

Засоби й інструменти, які необхідні для проведення процедур діагностування: фахівець-діагност, система керування й моніторингу, система діагностування, вимірювальна техніка, експертна система (при можливості зазначені функції можуть бути сполучені апаратно або програмно).

Наведено приклад розрахунків і оцінки впливу показників діагностування на узагальнені експлуатаційно-технічні показники елементів системи керування: $K_{\Gamma} = f(T_{\text{в}})|n = \text{const}$ (рис. 2, а); $K_{\Gamma} = f(T_{\text{в}})|T_{\text{о}} = \text{const}$ (рис. 2,б); $K_{\Gamma} = f(T_{\text{в}})|T_{\text{н}} = \text{const}$ (рис. 2, в).

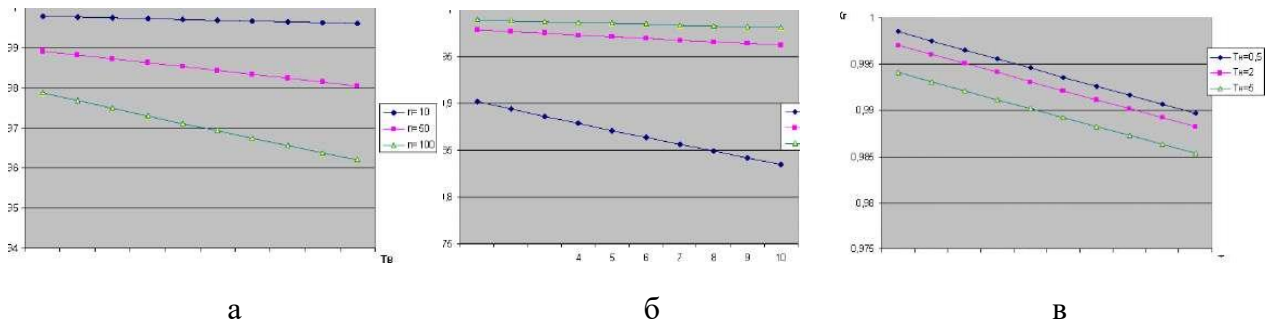


Рис. 2. Оцінка впливу середнього часу відновлення на значення K_{Γ} із аналізу

З рис. 2 можна зробити висновок, що вплив показників діагностування для різних параметрів має різний характер: при збільшенні кількості мережних елементів n (рис. 2,а) і погіршенні напрацювання на відмову $T_{\text{о}}$ (рис. 2,б) воно підсилюється (збільшується похідна - кут нахилу прямої), а для середнього часу пошуку несправності $T_{\text{н}}$ - залишається незмінним (рис. 2,в).

Запропонована методика кількісної оцінки показників надійності й інструментарій моделювання дозволяє проводити синтез і аналіз розподілених інформаційно-комп'ютерних систем, варіюючи показники надійності елементів і структури з метою досягнення заданих (необхідних) значень експлуатаційно-технічних показників.

5. Обговорення результатів проведеного дослідження. У даній статті представлено методику розрахунку узагальнених експлуатаційно-технічних показників елементів і пристроїв розподілених інформаційно-комп'ютерних систем. Розроблені діагностичні моделі, алгоритми тестового діагностування, методи дешифрування й ухвалення рішення, способи кількісної оцінки результатів контролю дозволяють підвищити експлуатаційно-технічні показники надійності елементів систем керування.

У наукових дослідженнях для розв'язку різних завдань діагностування (контроль технічного стану й контроль функціонування) розроблені різні діагностичні моделі, адекватність яких дозволяє підвищити ефективність діагностування за рахунок активного застосування засобів діагностування з урахуванням відповідних моделей дефектів. Для перевірки правильності функціонування запропоновані алгоритми умовного й безумовного пошуку дефектів заданого класу, які дозволяють зменшити середній час діагностування й кількість реалізованих тестів.

Розроблена методика може бути використана на різних стадіях життєдіяльності системи керування (при проектуванні, для аналізу поточної ситуації, після внесення змін, для прогнозування, для перевірки на відповідність вимогам, для вибору варіанта реалізації і т.п.).

Незважаючи на те, що в останні роки науковці активно використовують різні системи керування для побудови якісних інформаційних комп'ютерних систем, створення нових та вдосконалення уже існуючих залишається актуальним питанням сьогодення.

6. Висновки. В статті наведені результати побудови й практичного застосування методів аналізу й кількісної оцінки результатів діагностування елементів і пристроїв інформаційно-комп'ютерних систем.

Виконана класифікація способів визначення інтегральних оцінок результатів тестового діагностування, а також аналіз і обґрунтування вибору критерію формування інтегральної оцінки стану елементів інформаційно-комп'ютерних систем - адитивного інтегродиференціального критерію оцінювання, який дає необхідні показники точності й адекватності в рамках розв'язуваних завдань діагностування, з урахуванням обмежень і особливостей його використання.

Розроблена методика розрахунків вагових коефіцієнтів адитивного інтегродиференціального критерію оцінювання (АІДКО), яка припускає облік важливості (значимості) і властивостей засобів контролю (діагностичних тестів), що дозволило автоматизувати процедуру побудови АІДКО по заданій таблиці діагностування, а також виключити суб'єктивне (ручне) завдання значень вагових коефіцієнтів.

Розроблена методика аналізу узагальненої структури обраного адитивного лінійного критерію оцінювання стану об'єкта контролю, запропонований спосіб формалізованої оцінки впливу диференціальних складових (результатів тестів) на інтегральний показник, що характеризує технічний стан об'єкта контролю, створена методика формування коригувальних дій при необхідності зміни (поліпшення) результатів діагностування й контролю.

Побудована ієрархічна процедура визначення кількісної оцінки стану елементів інформаційно-комп'ютерних систем, що враховує особливості діагностичної моделі для розв'язку завдань перевірки правильності функціонування. Показані особливості її використання для оцінки результатів діагностування, а також можливість її застосування для інших часткових завдань (наприклад, порівняльного аналізу й вибору елементів інформаційно-комп'ютерних систем для реалізації проекту системи керування із заданими технічними характеристиками).

Запропонована методика розрахунків основних експлуатаційно-технічних показників елементів інформаційно-комп'ютерних систем, особливістю якої є встановлення й оцінка впливу процедур і характеристик діагностування на значення основних показників інформаційно-комп'ютерних систем, дані рекомендації із практичного застосування.

Запропонована методика кількісної оцінки показників надійності й інструментарій моделювання дозволяє проводити синтез і аналіз інформаційно-комп'ютерних систем, варіюючи показники надійності елементів і структури з метою досягнення заданих (необхідних) значень експлуатаційно-технічних показників.

Список використаної літератури

1. Столлингс В. Современные компьютерные сети / В. Столлингс. – СПб.: Питер, 2003. - 783 с.
2. Таненбаум Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл. - СПб.: Питер, 2013. - 960 с.
3. Stallings William. Computer Networking with Internet Protocols and Technology / William Stallings. - 2004. - 640 p.
4. Thurwachter Jr. Data and telecommunication : systems and applications / Jr. Thurwachter, N. Charles. - 2000. - 630 p.
5. Ткаченко О. М. Ідентифікація параметрів моделі як один з етапів управління складним об'єктом / О. М. Ткаченко // Тези доповідей IV Міжнар. наук.-техн. конференції студентства та молоді «Світ інформації та телекомунікацій-2007». – Київ: 12-13 квітня 2007 р. – С. 61.
6. Ткаченко О. М. Оптимізація параметрів систем управління телекомунікаційними мережами / О. М. Ткаченко, Д. О. Нацик // Вісник Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій. – 2005. – Т. 3, № 3–4. – С. 71–73.
7. Лазарев В.Г. Вопросы управления распределением информации на сетях связи / В.Г.

Лазарев // Дискретные автоматы и сети связи. – М.: Наука, 1970. – С. 3-13.

8. Ткаченко О. М. Динамічний розподіл потоків інформації на телекомунікаційних мережах / О. М. Ткаченко // Тези доповідей III Міжнар. наук.-техн. конференції «Сучасні інформаційно-комунікаційні технології /COMINFO'2007/». – Київ: 24-28 вересня 2007 р. – С. 114–116.

9. Стеклов В.К. Підходи до ситуаційного управління телекомунікаційними мережами / В.К. Стеклов, Л.Н. Беркман, Л.В. Рудик, А.С. Стець // Зв'язок. – 2005. – №1. – С. 47–57.

10. Принципи побудови інтелектуальних систем управління мережами зв'язку / М. Ю. Артеменко, Л. Н. Беркман, Т. І. Олешко, О. М. Ткаченко, Н. В. Коршун // Зв'язок. – 2006. – № 7. – С. 43–46.

11. Марковська модель безпеки для системи управління телекомунікаційною мережею / І.І. Борисенко, Н.В. Руденко // Зв'язок. - 2019. - № 1(137) - С.49-55.

References

1. Stallings W. (2003) “*Modern computer networks*”. SPb.: Peter. 783 p.

2. E. Tanenbaum, D. Weatherall (2013). “*Computer networks*” SPb.: Peter. 960 p.

3. Stallings William. (2004) “*Computer Networking with Internet Protocols and Technology*”. 640 p.

4. / Jr. Thurwachter, N. Charles (2000)/ “*Data and telecommunication: systems and applications*”. 630 p.

5. Tkachenko O.M. (2007) Identification of model parameters as one of the stages of management of a complex object. *Abstracts IV International. scientific and technical conference of students and youth "World of Information and Telecommunications-2007"*. Kyiv: April 12-13, 2007. P. 61.

6. Tkachenko O.M. Natsyk D.O. (2005) Optimization of parameters of telecommunication networks management systems. *Bulletin of the State University of Information and Communication Technologies*. V. 3. No 3–4. P. 71–73.

7. Lazarev V.G. (1970) Issues of information distribution management on communication networks. *Discrete automata and communication networks*. М.: Nauka, P. 3-13.

8. Tkachenko O.M. (2007) Dynamic distribution of information flows on telecommunication networks. *Abstracts of the III International. scientific and technical conference "Modern information and communication technologies / COMINFO'2007 /"*. Kyiv: September 24-28, 2007 P. 114–116.

9. V.K. Steklov, L.N. Berkman, L.W. Rudik, A.S. Stets. (2005) Approaches to situational management of telecommunication networks. *Communication*. No 1. P. 47–57.

10. M.Yu. Artemenko, L.N. Berkman, T.I. Oleshko, O.M. Tkachenko, N.V. Korshun (2006) Principles of building intelligent control systems for communication networks. *Communication*. No 7. P. 43–46.

11. I.I. Borisenko, N.V. Rudenko (2019) Markov model of security for the telecommunication network management system. *Communication*. No 1 (137). P.49-55.