

**О. В. Гайдаєнко, аспірант**

e-mail: [O\\_kotsur@mail.ru](mailto:O_kotsur@mail.ru)

Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова  
просп. Героїв Сталінграду, 9, м. Миколаїв, 54000, Україна

## АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНО НЕСТІЙКИХ ПРОЕКТНИХ ПОКАЗНИКІВ

*В роботі запропоновано алгоритм методики статистичного аналізу реальних даних моніторингу медичних захворювань, що представлені часовими рядами. Показано, що показники медичних проектів є неоднорідними та підозрілими. Доцільним є використання стійких (робастних) оцінок, а також їх адаптивних модифікацій для усунення зазначених властивостей. Використання процедур робастного статистичного оцінювання дозволяє отримати незміщені та ефективні оцінки контрольованих показників навіть при наявності неоднорідності.*

*Розроблений алгоритм методики може бути застосований для аналізу вимог користувачів продуктів проекту та загалом усіх його стейкхолдерів. Порівняння існуючих підходів до оцінювання показує перспективність запропонованого алгоритму методики в управлінні стейкхолдерами проектів.*

**Ключові слова:** управління медичними проектами, статистичний аналіз проектних показників, неоднорідність, робастні оцінки, адаптивні робастні оцінки.

**Постановка проблеми** Погіршення екології, політична та економічна нестабільність спонукає застосовувати проектну методологію до управління медичною галуззю [1]. Зазначені фактори впливають на загальний стан здоров'я населення при загальному зменшенні ресурсів на його покращення. Однією з ресурсоемних хвороб є цукровий діабет (ЦД). Він давно став світовою епідемією, кількість пацієнтів у різних країнах постійно зростає. Велика соціальна значимість проблеми полягає в тому, що ЦД є одним із захворювань, що найбільш часто призводять до інвалідизації населення і смерті, у зв'язку з судинними ускладненнями, у тому числі з урахуванням гендерної проблематики [2]. Це вимагає від держави ще більших бюджетних витрат. Тому доцільними є витрати ресурсів та боротьба з хворобою саме на початкових стадіях, а не з її наслідками. Тобто процес лікування ми розуміємо як лікувальний проект [3]. У зв'язку з цим велику увагу слід приділити збору та аналізу статистичних часових даних для підготовки та впровадження таких проектів, їх стратегії та тактики в управлінні [4].

Попередній аналіз медичного закладу показав, що на успішність проектів великою мірою роблять вплив пацієнти як споживачі медичних послуг, на відміну від інших типів проектів [5]. Тому, нагальною потребою є визначення проектного оточення, учасників

або стейкхолдерів медичних проектів, їх внесок до успішності або провалу проекту з урахуванням проектних ризиків [6], набуття цінностей його учасниками, задоволення їх очікувань [1, 3]. Для вирішення таких потреб необхідно провести моніторинг показників і виконати аналіз щодо формування портфеля проектів медичного закладу [7].

Статистичні методи обробки медичних даних спрямовані на визначення здоров'я населення та взаємозв'язку показників здоров'я з факторами навколишнього середовища. На їх основі вивчаються дані про структуру, діяльність [8] і формування кадрової політики лікувально-профілактичних закладів з урахуванням ризиків зовнішнього оточення [9]. Актуальною є задача визначення статистичних оцінок даних моніторингу проектних показників (вибіркове середнє, середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації та ін). Визначення цих оцінок пов'язано з тим, що в основі сучасних методів короткострокового прогнозування лежать оцінки типу «середнє». Необхідно також враховувати, що дані можуть бути неоднорідними, що характеризується спотворенням параметричних моделей (закону розподілу щільності ймовірності). Зазвичай визначення середніх оцінок може бути використане лише у випадку однорідної вибірки, що нормально розподілена [10].

**Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'я-**

зання даної проблеми і на які спирається автор, виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується дана стаття. Статистичний аналіз в медицині використовується досить широко [11–14]. Так, наприклад, у роботі [11] викладено методи статистичної обробки медичних даних: стандартизація, вибіркові дослідження, дисперсійний і кореляційний аналіз, непараметричні критерії. В [12] висвітлено основні питання проведення статистичного аналізу клінічних досліджень. Статистична обробка являє собою складний багатоступінчастий процес, від рівня наукової організації якого вирішальним чином залежить якість накопичуваних статистичних даних, результати їх обробки та осмислення. В [13] розглянуто традиційні методи аналізу часових рядів, підходи, що спираються на машинне навчання, перераховано найважливіші напрями розробки математичних моделей захворювань. В роботі [14] проведено аналіз даних лабораторних досліджень пацієнтів з дерматологією з використанням робастних статистичних процедур і розробленої математичної моделі диференційної діагностики захворювань шкіри. Запропонований підхід сприяє поліпшенню ефективності лікувально-діагностичних заходів. Разом з тим, слід зазначити, що розглянуті роботи використовують традиційні методи статистичного оцінювання даних (вибіркове середнє, дисперсію, середньоквадратичне відхилення та ін). Однак такі оцінки можуть бути використані за умови однорідності даних. В іншому випадку такі оцінки можуть отримати зміщення, не будуть ефективними та апіорі привнесуть додаткові проектні ризики при формуванні бюджетів майбутніх проектів [15].

Таким чином, можемо зазначити, що розглянуті підходи щодо оцінювання нестійких даних не можуть без доопрацювань бути застосованими до аналізу показників медичних проектів.

**Метою** дослідження є адаптація методики статистичного аналізу реальних даних моніторингу медичних процесів, представлених часовими рядами задля використання їх при розробці медичних проектів.

**Матеріали та методи.** Запропонований алгоритм методики зображено у вигляді структури на рис. 1.

На початковому етапі формуються вибірки часових рядів досліджуваних проектних показників, і на їх основі виконується побудова гістограм [16] з наступною апроксимацією їх значень кривими щільності розподілу ймовірності. Далі для вибору методів оцінювання досліджуваних вибірок виконується перевірка статистичних гіпотез на нормальність розподілу. Беручи до уваги те, що за своїм обсягом такі вибірки належать до класу малих, використання традиційних критеріїв перевірки гіпотез, наприклад  $\chi^2$  Пірсона, є некоректним. У зв'язку з цим застосовують специфічні критерії Єппса-Паллі, розроблені для малих вибірок [17]. Після такої перевірки обираються методи статистичного оцінювання. У разі виконання  $H_0$  використовуються традиційні методи: середнє, дисперсія, середньоквадратичне відхилення та ін., в іншому випадку виконується альтернативна гіпотеза  $H_1$ , в методиці пропонується використання робастних статистичних оцінок. Під робастністю в статистиці розуміють нечутливість до різних відхилень і неоднорідностей у вибірці [18], які пов'язані з невідомими причинами та можуть бути трактовані як проектні ризики.

Методи робастного оцінювання дозволяють отримувати надійні незміщені та ефективні оцінки статистичної сукупності даних в умовах наявності перекручених моделей ймовірнісних розподілів. В літературних джерелах розглядаються три класи робастних (стійких) оцінок [19–20]: стійкі оцінки на основі методу максимальної правдоподібності (*M*-оцінки); стійкі оцінки на основі рангових критеріїв (*R*-оцінки); стійкі оцінки на основі лінійних комбінацій порядкових статистик (*L*-оцінки). Широке застосування через простоту обчислення отримали *L*-оцінки. До них відносяться: урізане середнє, середнє за Вінзором, вибіркова медіана, а також адаптивні оцінки (наприклад *HGP* Хогг), в основі яких лежить процедура вибору однієї з чотирьох оцінок типу «середнє» на підставі величини вибіркового ексцесу.

На підставі результатів статистичного аналізу приймаються рішення щодо гармонійного розвитку кожного проекту та медичної установи в цілому [21]. Оскільки відсутня однозначна думка щодо переваг і недоліків якогось із критеріїв, у методиці пропонується їх комплексне використання.

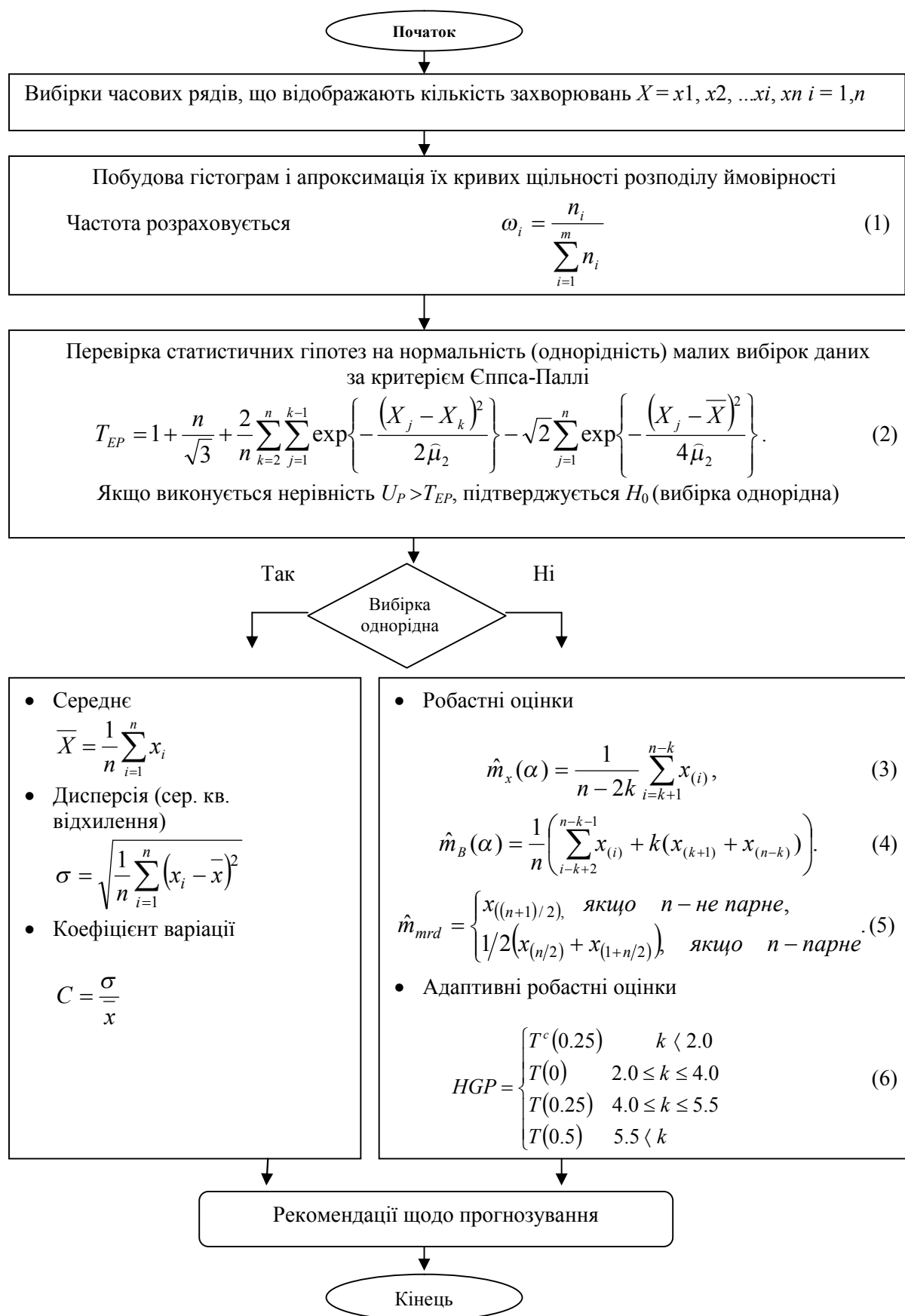


Рис. 1. Алгоритм методики моніторингу даних медичних проєктів

**Результати досліджень.** Розглянемо приклад застосування запропонованої методики для помісячної кількості пацієнтів відділення ендокринології Миколаївської міської лікарні № 1. Визначимо щільність розподілу ймовірності для кожного року окремо, застосовуючи формулу (1). На рис. 2 та 3 відповідно представлено функції щільності розподілу ймовірності проектних показників за 2014 та 2015 роки.

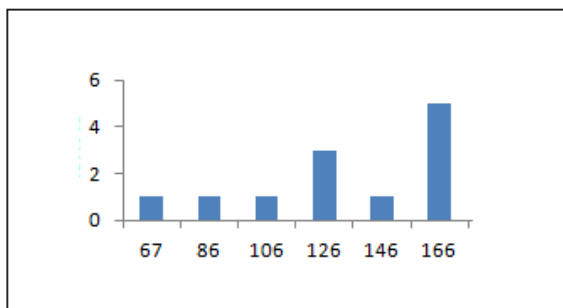


Рис. 2. Щільність розподілу ймовірності даних проектних показників за 2014 рік

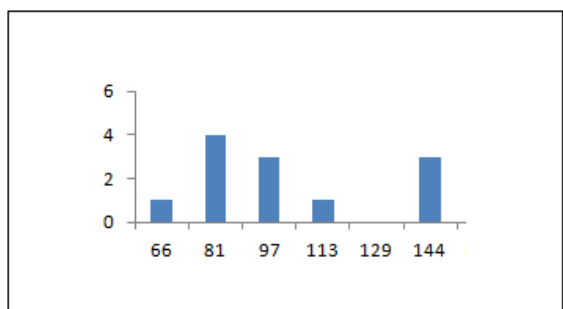


Рис. 3. Щільність розподілу ймовірності даних проектних показників за 2015 рік

З аналізу рис. 2 і 3 видно, що функції щільності розподілу ймовірності проектних показників мають складну структуру: має місце багатомодальність та несиметричність. Для вибору оцінок типу «середнє» необхідно виконати перевірку статистичних гіпотез на однорідність за формулою (2). В результаті одержано:  $T_{EP} = 0,289437$ ,  $U_P = 0,375$ . Це дає змогу зробити висновок, що вибірка неоднорідна.

Отже, дотримуючись алгоритму, застосовуємо до проектних показників формули (3)-(6). Результати розрахунків подано в табл. 1.

Для обрання одного з методів визначення середнього ( $X$ ) знаходимо суму відхилень, яка прямує до мінімуму, тоді для оцінювання нестійких проектних показників будемо використовувати  $X_{HGP}$ . Результати будуть застосовані для формування функції замовника,

тобто майбутніх пацієнтів [22] та для формування команд майбутніх проектів [23].

Таблиця 1

#### Вибір методів статистичного оцінювання

	$X_{(\alpha)}$	$X_{(B)}$	$X_{(med)}$	$X_{HGP}$
2010	83,5	84,5	82,5	88,8
2011	106,1	106,2	104,5	121,1
2012	121,5	122,5	118,5	124,3
2013	131,3	132,9	132,5	132,2
2014	135,3	135,4	132,5	119,8
2015	87,7	89,6	86,5	103,1

**Висновки з даного дослідження і перспективи подальшого розвитку у даному напрямку.** Запропонована методика вигідно відрізняється від існуючих наступним:

- для перевірки законів розподілу проектних показників в умовах малих вибірок запропоновано використовувати спеціальні критерії перевірки статистичних гіпотез;

- для отримання незміщених і ефективних оцінок неоднорідної вибірки даних, закони розподілу яких не відповідають нормальному закону, використано методи робастного і адаптивного оцінювання;

- запропонована методика дозволяє отримати достовірні статистичні оцінки вибірок показників медичних проектів для формування керуючих впливів щодо розвитку організації [24], моніторинг яких в подальшому може бути основою для розв'язання задачі оцінки стейкхолдерів медичних проектів та формування автоматизованого управління офісом медичних проектів за аналогією з [25].

#### Список літератури

1. Кошкин К. В. Особенности жизненного цикла лечебных проектов / К. В. Кошкин, О. В. Гайдаенко, А. В. Гайдаенко // Вісник НТУ «ХПІ». – 2016. – № 1/1173. – С. 87–90. – (Серія «Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами»).
2. Fesenko T. Gender mainstreaming as a factor of project management maturity / T. Fesenko // Управління розвитком складних систем. – 2015. – № 23. – С. 5–10.
3. Гайдаенко О. В. Разработка модели повышения качества медицинских услуг / О. В. Гайдаенко, П. Н. Удовиченко // Управління проектами: стан та перспективи : тези

- доп. ІХ міжнар. наук.-техн. конф. – Миколаїв : НУК, 2013. – С. 100–101.
4. Тесленко П. А. Стратегия и тактика развития проектов на основе закона Тернера-Руденко / П. А. Тесленко // Управління проектами та розвиток виробництва : зб. наук. праць. – № 1 (29). – Луганськ : Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2009. – С. 98–105.
  5. Фесенко Т. Г. Клієнтоцентризм в управлінні комунікаціями проектів (на прикладі житлового будівництва) / Т. Г. Фесенко, Д. М. Мінаєв // Восточноєвропейский журнал передовых технологий. – Вып. 5/3 (71). – Харьков, 2014. – С. 4–10.
  6. Данченко О. Б. Класифікація ризиків в проектах / О. Б. Данченко // Восточноєвропейский журнал передовых технологий. – № 1/12 (55). – Харьков, 2012. – С. 26–28.
  7. Данченко О. Б. Класифікація портфелів проектів / О. Б. Данченко, І. В. Польшаков, І. Б. Семко // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2009. – № 2. – С. 39–42. – (Серія «Технічні науки»).
  8. Вороненко Ю. В. Соціальна медицина та організація охорони здоров'я / Ю. В. Вороненко. – Тернопіль : Укрмедкнига, 2002. – 332 с.
  9. Методика підбору кадрів з врахуванням організаційних ризиків / В. О. Занора, Л. С. Чернова, Ю. М. Кузьмінська, О. Б. Данченко // Управління проектами та розвиток виробництва : зб. наук. праць. – № 1 (45). – Луганськ : Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2013. – С. 88–94.
  10. Поляков И. В. Практическое пособие по медицинской статистике / И. В. Поляков, Н. С. Соколова. – Ленинград : Медицина, 1975. – 227 с.
  11. Павлова В. Ю. Основные вопросы статистического анализа в медицинских исследованиях / В. Ю. Павлова // Клиническая Онкогематология: вопросы медицинской статистики. – 2009. – Т. 2, № 4.
  12. Кондратьев М. А. Методы прогнозирования и модели распространения заболеваний / М. А. Кондратьев, М. Ш. Мухаматзанова. – 2013. – № 5 (5). – С. 863–882.
  13. Высоцкая Е. В. Применение робастных статистических процедур для анализа данных лабораторных исследований пациентов с дерматопатологией / Е. В. Высоцкая – Бионика интеллекта (ХНУРЭ). – 2013. – № 2 (81). – С. 130–134.
  14. Математико-статистические модели прогнозирования эффективности оперативного лечения некоторых заболеваний [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.dissercat.com/content/medico-socialnye-aspekty-zabolevaemosti-vzroslogo-na-seleniya-#ixzz3oYCvsExM>
  15. Тесленко П. О. Прийняття рішень в умовах вартісних обмежень проекту / П. О. Тесленко // Управління розвитком складних систем : зб. наук. праць. – Вип. 9. – К. : Вид-во КНУБА. – 2012. – С. 40–43.
  16. Методи аналізу якості : навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. / І. І. Коваленко, О. М. Дубовий, П. І. Бідюк та ін. ; Нац. ун-т кораблебудування ім. адмірала Макарова. – Миколаїв : НУК, 2004. – 208 с.
  17. Лемешко Б. Ю. Критерии проверки отклонения распределения от нормального закона [Электронный ресурс] / Б. Ю. Лемешко. – Режим доступа : [http://www.ami.nstu.ru/~headrd/seminar/publik\\_html/guid\\_normal\\_tets.pdf](http://www.ami.nstu.ru/~headrd/seminar/publik_html/guid_normal_tets.pdf). Дата обращения 28.03.16
  18. Коваленко И. И. Нетрадиционные методы статистического анализа данных : учеб. пособие / И. И. Коваленко, А. П. Гожий. – 2006. – 107 с.
  19. Холландер М. Непараметрические методы статистики / М. Холландер, Д. Вулф. – М. : Финансы и статистика, 1985. – 518 с.
  20. Хьюбер П. Робастность в статистике / П. Хьюбер. – М. : Мир, 1984. – 304 с.
  21. Тесленко П. А. Гармоничное управление проектами / П. А. Тесленко // Гармоничное развитие систем – третий путь человечества : кол. монография по материалам трудов 1-го Междунар. конгресса, Одесса, 8–10 октября 2011 г. ; под ред. Э. М. Сороко, Т. И. Егоровой-Гудковой. – Одесса : Ин-т креативных технологий, 2011. – С. 375–380.
  22. Фесенко Т. Г. Виконання функцій замовника будівництва: комунікативний контекст / Т. Г. Фесенко // Восточноєвропейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 1/13 (55). – С. 11–14.
  23. Данченко О. Б. Креативний потенціал команди як фактор успіху проекту / О. Б. Данченко, Ю. М. Кузьмінська // Управління проектами та розвиток виробництва : зб. наук. праць. – № 3 (43). – Луганськ : Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2012. – С. 70–74.
  24. Тесленко П. А. Модель управления движения галсами на основе закона Тернера-

- Руденко / П. А. Тесленко // Управління проектами та розвиток виробництва : зб. наук. праць. – № 2 (30). – Луганськ : Вид-во СЧУ ім. В. Даля, 2009. – С. 113–118.
25. Фесенко Т. Г. Модель вибору програмного забезпечення автоматизації бізнес-процесів офісу з управління будівельними проектами / Т. Г. Фесенко // Коммунальное хозяйство городов : науч.-техн. сб. – Вып. 81. – К. : Техника, 2008. – С. 359–365.
8. Voronenko, Yu. V. (2002) Social medicine and organization of health care. Ternopil: Ukrmedknyha, 332 p. [in Ukrainian].
9. Zanora, V. O., Chernova, L. S., Kuz'min-s'ka, Yu. M. and Danchenko, O. B. (2013) The method of recruitment taking into account organizational risks. *Upravlinnya proektamy ta rozvytok vyrobnyctva: zb. nauk. prats.* Lugansk: Vyd-vo SNU im. V. Dalya, No. 1 (45). pp. 88–94 [in Ukrainian].
10. Polyakov, I. V. and Sokolova, N. S. (1975) Practical handbook of medical statistics. Leningrad: Medicina, 227 p. [in Russian].
11. Pavlova, V. Yu. (2009) Basic questions of statistical analysis in medical research. *Clinicheskaya oncohematologiya: voprosy meditsinskoj statistiki*, 2 (4) [in Russian].
12. Kondratyev, M. A. and Mukhametzhanova, M. S. (2013) Forecasting methods and disease spread models, 5 (5). pp. 863–882 [in Russian].
13. Vysotskaya, E. V. (2013) The use of robust statistical procedures for the analysis of patients' laboratory data with dermatopathology. *Bionika intellekta (HNURE)*, No. 2 (81), pp. 130–134 [in Russian].
14. Mathematical and statistical models for predicting the effectiveness of surgical treatment of certain diseases, available at: <http://www.dissercat.com/content/medicosotsialnye-aspekty-zabolevaemosti-vzroslogonaseleniya-#ixzz3oYCvsExM>
15. Teslenko, P. O. (2012) Decision-making in the conditions of project cost limitation. *Upravlinnya rozvytkom skladnyh system*, Kyiv: Vyd-vo KNUBA, (9), pp. 40–43 [in Ukrainian].
16. Kovalenko, I. I., Dubovyy, O. M., Bidiuk, P. I. et al. (2004) Quality analysis methods. Mykolayiv: NUK, 208 p. [in Ukrainian].
17. Lemeshko, B. Yu. The validation criteria of distribution deviation from the normal law, available at: [http://www.ami.nstu.ru/~headrd/seminar/public\\_html/guid\\_normal\\_tets.pdf](http://www.ami.nstu.ru/~headrd/seminar/public_html/guid_normal_tets.pdf)
18. Kovalenko, I. I. and Gozhiy, A. P. (2006) Non-traditional methods of statistical data analysis, 107 p. [in Russian].
19. Kholander, M. and Wolfe, D. (1985) Nonparametric methods of statistics. Moscow: Financy i statistika, 518 p. [in Russian].

### References

1. Koshkin, K. V., Gaydaenko, O. V. and Gaydaenko, A. V. (2016) Features of the life cycle of therapeutic projects. *Visnyk NTU "HPI", seriya "Strategichne upravlinnya, upravlinnya portfelyamy, programamy ta proektamy"*, No. 1/1173, pp 87–90 [in Russian].
2. Fesenko, T. (2015) Gender mainstreaming as a factor of project management maturity. *Upravlinnya rozvytkom skladnyh system*, No. 23, pp. 5–10.
3. Gaydaenko, O. V. and Udovichenko, P. N. (2013) The development of model for improvement of medical services quality. *Upravlinnya proektamy: stan ta perspektivy: tezy dop. IX mizhnar. nauk.-tekhn. konf.* Mykolayiv: NUK, pp. 100–101 [in Russian].
4. Teslenko, P. A., (2009). The strategy and tactics of projects development on the basis of Turner-Rudenko law. *Upravlinnya proektamy ta rozvytok vyrobnyctva: zb. nauk. prats.* Lugansk: Vyd-vo SNU im. V. Dalya, No. 1 (29), pp. 98–105 [in Russian].
5. Fesenko, T. G. and Minaev, D. M. (2014) Client-centrism in managing by projects communications (on the example of housing). *Vostochnoyevropeiskiy zhurnal peredovyh tehnologiy*, Kharkov, 5/3 (71), pp. 4–10 [in Ukrainian].
6. Danchenko, O. B (2012) Classification of risks in projects. *Vostochnoyevropeiskiy zhurnal peredovyh tehnologiy*, Kharkov, 1/12 (55), pp. 26–28 [in Ukrainian].
7. Danchenko, O. B., Polshakov, I. V. and Semko, I. B. (2009) The classification of portfolios of projects. *Visnyk Cherkaskogo derzhavnogo tehnologichnogo universytety. Seriya: Tehnichni nauky*, No. 2, pp 39–42 [in Ukrainian].

20. Khyuber, P. (1984) Robustness in statistics. Moscow: Mir, 304 p. [in Russian].
21. Teslenko, P. A. (2011) Harmonious project management. In: E. M. Soroko, T. I. Egorova-Gudkova (eds.) Harmonious development of systems – the third way of mankind. Odessa: In-t kreativnyh tehnologiy, pp. 375–380 [in Ukrainian].
22. Fesenko, T. G. (2012) The fulfillment of construction customer functions: communicative context. *Vostochnoyevropeiskiy zhurnal peredovyh tehnologiy*, Kharkov, No. 1/13 (55), pp. 11–14 [in Ukrainian].
23. Danchenko, O. B. and Kuzminska, Yu. M. (2012) Creative potential of the team as a factor of project's success. *Upravlinnya proektamy ta rozvytok vyrobnyctva: zb. nauk. prats.* Lugansk: Vyd-vo SNU im. V. Dalya, No. 3 (43), pp. 70–74 [in Ukrainian].
24. Teslenko, P. A. (2009) The model of tacks movement control on the basis of Turner-Rudenko law. *Upravlinnya proektamy ta rozvytok vyrobnyctva: zb. nauk. prats.* Lugansk: Vyd-vo SNU im. V. Dalya, No. 2 (30), pp. 113–118 [in Russian].
25. Fesenko, T. G. (2008) The model of software selection for business processes automation of the office of construction projects management. *Kommunalnoye hozyajstvo gorodov.* Kiev: Tehnika, (81), pp. 359–365 [in Ukrainian].

**O. V. Haydayenko**, graduate student

e-mail: [O\\_kotsur@mail.ru](mailto:O_kotsur@mail.ru)

National University of shipbuilding named after adm. Makarov  
Heroyiv Stalingradu ave., 9, Mykolayiv, 54000, Ukraine

## THE ANALYSIS OF STATISTICALLY UNSTABLE PROJECT PERFORMANCE

**Introduction.** *The change of ecology for the worse, political and economic instability induce to use project methodology for medical branch management. The mentioned factors influence on the state of population health along with general decrease of resources for its improving. Statistical methods of medical data processing are directed on the determination of population health and the interaction of health factors with environmental ones.*

**The aim.** *The adaptation of the method of statistical real data analysis of medical processes monitoring, represented by time series, in order to use them during medical projects development is the aim of the research.*

**Materials and methods.** *It is shown that performance indicators of the projects are heterogeneous and suspicious. The use of resistant (robust) estimates and their adaptive modifications to eliminate these properties is expedient. The use of robust statistical estimation allows to obtain unbiased and efficient estimates of controllable parameters even in the presence of heterogeneity.*

**Results.** *The developed method can be applied for the analysis of the requirements of project product users and all its stakeholders.*

**Conclusion.** *The comparison of existing approaches to the evaluation shows the availability of the proposed methodology algorithm in managing by project stakeholders.*

**Keywords:** *medical projects management, statistical analysis of project performance, heterogeneity, robust estimations, adaptive robust estimations.*

Рецензенти: В. С. Блінцов, д.т.н., професор,  
М. Т. Фісун, д.т.н., професор