**Національний технічний університет України**

**«Київський політехнічний інститут ІМЕНІ**

**ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**ФАКУЛЬТЕТ АВІАЦІЙНИХ І КОСМІЧНИХ СИСТМ**

**КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНО – ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ**

|  |  |
| --- | --- |
| «На правах рукопису»  УДК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | «До захисту допущено»  Завідувач кафедри  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (підпис) (ініціали, прізвище)  “\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ р. |

**Магістерська дисертація**

**на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

(код і назва)

на тему: Оцінювання комплексного показника якості програмних засобів

Виконав: студент VI курсу, групи ВВ-61м

(шифр групи)

Проскін Владислав Владиславович \_\_\_\_\_\_\_\_\_

(прізвище, ім’я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник проф., к.т.н., доцент, Яремчук Н.А. \_\_\_\_\_\_\_\_\_

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант \_\_\_\_\_\_\_\_\_

(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, , прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент к.т.н.,доц. Шумков Ю.С.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(підпис)

Київ – 2018 року

Реферат

Магістерська дисертація: 106с., 33 рис., 5 табл., 2 додатки, 53 джерела.

В даній магістерській дисертації розглянуто процес оцінки комплексного показника якості програмних засобів з характеристикою невизначеності. На основі аналізу стандартів ISO 9126 наведена експериментальна модель оцінки якості програмних засобів у вигляді взаємозв'язку факторів, критеріїв та метрик з аналізом якості систем. Для вирішення цієї задачі було розроблено метод оцінювання комплексного показника якості при поданні даних показників якості за метричними і ординальними шкалами.

Розроблена система призначена для визначення показників якості програмних засобів в ієрархічних структурах які можуть містити метричні і не метричні властивості з оцінкою невизначеності.

Для метричних властивостей оператором агрегування є середнє арифметичне і зважене середнє арифметичне, але аналіз факторів, критеріїв, метрик і оціночних елементів показав, що значна їх частина є ординальними властивостями. Для кількісних показників якості, що агрегуються за одиничними показниками якості які є ординальними величинами, визначаються з використанням оператора агрегування – медіани. Вона є адекватним оператором для агрегування значень ординальних величин.

В стандартах наведено методи оцінки кількісних показників якості за умови відображення одиничних показників якості за метричними шкалами. Але відсутні методи оцінювання невизначеності кількісних показників якості за інформацією про невизначеність одиничних показників якості. Тому, магістерській роботі розроблено метод оцінювання невизначеності кількісних показників якості. Показано, що невизначеність кількісних показників якості складається з середнього квадратичного відхилення агрегування одиничних показників якості і середнього квадратичного відхилення невизначеності окремих одиничних показників якості.

Розроблена методика на прикладі оцінювання невизначеності отриманого комплексного показника якості за умови використання операторів агрегування одиничних показників якості за середнім арифметичним, зваженим середнім арифметичним та медіаною.

Для впровадження отриманих результатів розроблено методику і програмний засіб для автоматизації оцінювання невизначеності кількісних показників якості, що представлені в вигляді StartUp-проекту.

Публікації:

В.В. ПроскінОцінювання комплексного показника якості складного об’єкту з характеристикою невизначеності **/** Н. А. Яремчук,О. Ю. Года, В. В. Проскін **//** XIV Міжнародний науково-технічний семінар «Неопределенность измерений: научные, нормативные, прикладные и методические аспекты» UM-2017 Тезисы докладов, Созополь 8.09.2017 с.104-105.\40.

В.В. Проскін Методика оцінювання компонентів показників якості програмних засобів з використанням ординальних даних. Тези доповіді на конференції факультету авіаційних і космічних систем НТУУ «КПІ».

Ключові слова: програмний засіб, комплексний показник якості, невизначеність, ординальні властивості.

Перелік умовних позначень, символів, скорочень і термінів

ПЗ – програмний засіб;

ПЯ – показник якості;

ОПЯ – одиничний показник якості;

КПЯ – кількісний показник якості;

СКВ – середнє квадратичне відхилення.

**Зміст**

1. ВСТУП 3
2. ОГЛЯД ІЄРАРХІЧНОЇ СТРУКТУРИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ 4

2.1 Забезпечення якості програмних засобів 4

2.1.1 Характеристика програмних засобів оброблення даних 4

2.1.2 Підхід до моделювання якості ПЗ оброблення даних 6

2.1.3 Трирівнева модель якості ПЗ у контексті  
 характеристики “ завершеність” 7

2.1.4 Огляд підходів до встановлення кількісних вимог до   
якості ПЗ 9

2.1.5 Модель вимог до завершеності компонентів ПЗ 11

2.2 Структура моделі якості програмного продукту 14

2.3 Модель якості 21

2.4 Ієрархічна структура оцінювання якості 26

2.5 Шкали оцінювання метрик 28

2.6 Висновки за розділом 35

3. РОЗРОБКА МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ КОМПЛЕКСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ З ХАРАКТЕРИСТИКОЮ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ 37

3.1 Загальний підхід до оцінки комплексного показника якості 37

3.2 Розрахунок невизначеності оцінювання   
КПЯ для метричних шкал 39

3.3 Апробація методу оцінювання КПЯ з характеристикою

невизначеності 48

3.4 Спосіб оцінювання КПЯ для одиничних показників якості, що відображаються за ординальними властивостями 58

3.5 Апробація методу визначення комплексного показника

якості за медіаною з характеристикою невизначеності 72

3.6 Визначення вагових коефіцієнтів 76

4. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ КПЯ ПЗ РЕАЛІЗОВАНА У ВИГЛЯДІ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ 80

4.1 Приклад оцінки КПЯ ПЗ за метричними шкалами 82

4.2 Презентаційний матеріал StartUp-проекту 86

5. ВИСНОВКИ ЗА МАГІСТЕРСЬКОЮ ДИСЕРТАЦІЄЮ 95

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 96

ДОДАТКИ 102

Додаток А. Тези доповідей, Созополь. «Оцінювання комплексного показника якості складного об’єкту з характеристикою невизначеності»

Додаток Б. Тези доповіді на конференції факультету авіаційних і космічних систем НТУУ «КПІ», Методика оцінювання компонентів показників якості програмних засобів з використанням ординальних даних.

**1 Вступ**

Відомі методи оцінювання комплексних показників якості програмних засобів засновані на використанні моделі якості оцінювання якості програмного продукту. За цими методами комплексні показники якості визначають за допомогою ієрархічної структури показників якості, нижні рівні якої займають одиничні показники, які безпосередньо вимірюють або оцінюють. Показники якості вищого рівня і інтегральний показник якості розраховують за даними нижніх рівнів і ваговими коефіцієнтами.

За аналізом існуючих методів оцінювання комплексних показників якості видно, що вони орієнтовні на використання метричних шкал. Але перелік факторів, критеріїв, метрик, як показників якості програмних засобів, свідчить про те, що значна їх частина є ординальними властивостями, що обмежує можливість алгебраїчних операцій з отриманими значеннями. Більш того, при поєднанні ординальних і метричних властивостей постає проблема оцінки невизначеності для отриманого комплексного показника якості.

В даній роботі розглянута і вирішена проблема оцінювання якості програмних засобів в поєднанні ординальних і метричних властивостей показників якості і запропоновано спосіб визначення комплексного показника якості за умови, що одиничні показники є ординальними величинами, з використанням оператора агрегування – медіани. Розроблено методику (або систему) оцінювання невизначеності отриманого комплексного показника якості за умов використання оператора агрегування одиничних показників якості за середнім арифметичним, зваженим середнім арифметичним та медіаною.

**5. ВИСНОВКИ ЗА МАГІСТЕРСЬКОЮ ДИСЕРТАЦІЄЮ**

Розглянуто моделі якості ПЗ. Найбільш розповсюджена за стандартом ІSO 9126 є ієрархічна модель, де основними рівнями показників якості є фактор, критерії, метрики і оціночні елементи. Аналіз показав, що значна їх частина є ординальними величинами для яких немає методу розрахунку.

Розглянуто спосіб отримання КПЯ для одиничних ПЯ, що відображаються за метричними шкалами.

В роботі представлено спосіб оцінювання невизначеності комплексного ПЯ за ієрархічною структурою ПЯ складного об’єкта при використанні операторів агрегування ПЯ: середнього арифметичного і зваженого середнього арифметичного.

Оцінювання невизначеності комплексного показника якості представлено у вигляді загальної невизначеності, вона складається з невизначеності агрегування одиничних ПЯ і невизначеності окремих одиничних ПЯ.

Запропоновано і розглянуто спосіб оцінювання комплексного ПЯ за одиничними ПЯ, що характеризують ординальні властивості складного об’єкта, з використанням оператора агрегування одиничних ПЯ – медіани.

Представлено спосіб оцінювання невизначеності комплексного ПЯ з використанням оператора агрегування одиничних ПЯ – медіани.

Зазначено, що при плануванні процедури оцінювання якості складного об’єкта треба враховувати можливу розбіжність внесків одиничних ПЯ, що може бути причиною значного збільшення невизначеності.

Запропоновані способи оцінювання супроводжені методиками складання бюджетів невизначеності триманого комплексного ПЯ за різними способами агрегування одиничних ПЯ.

Розроблено методику і програмний засіб для автоматизації оцінювання невизначеності КПЯ.

StartUp-проект пройшов такі етапи, як аналіз ринку і ліцензування інтелектуальної власності, наступним кроком є пошук інвесторів.

Додаток А

**Список використаної літератури**

1. Коваль Г.І. Основні задачі підтримки прийняття рішень в інженерії надійності програмних систем // Проблеми програмування. – 2005. – № 3. – С. 35–41.

2. ДСТУ 2844-94 Програмні засоби ЕОМ. Забезпечення якості. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України. – 1994. – 18 с.

3. Липаев В.В. Методы обеспечения качества крупномасштабных программных систем. – М.: СИНТЕГ. – 2003. – 510 с.

4. Грищенко В.Н., Лаврищева Е.М. Методы и средства компонентного программирования // Кибернетика и системный анализ. – 2003. – № 1. – C. 39–55.

5. Лаврищева Е.М. Парадигма интеграции в программной инженерии // Проблемы программирования.– 2000.– № 1-2. – С. 351 – 360.

6. Основы инженерии качества программных систем / Ф.И. Андон, Г.И. Коваль, Т.М. Коротун, В.Ю. Суслов // Под ред. И.В. Сергиенко. – Киев: Академпериодика. – 2002. – 504 с.

7. Липаев В.В. Обеспечение качества программных средств. Методы и стандарты. – М.: СИНТЕГ. – 2001.– 380 с.

8. Abd-Allah A. Extending reliability block diagrams to software architectures / Center for Software Engineering. Computer Science Department.

University of Southern California. Los Angeles. Technical Report: USC-CSE-97-501.- http:// sunset.usc.edu/publications/TECHRPTS/1997/usccse97-501/usccse97-501, ps.

9. Lakey P.B., Neufelder A.M. System and software reliability assurance notebook // Rome Laboratory Report, Griffiss Aif Force Base, Rome NY. – 1997. – 186 с.

10. Мороз Г.Б., Коваль Г.И., Коротун Т.М. Концепция профилей в инженерии надежности программных систем // Математичні машини і системи. – 2004. – № 1. – C. 166 – 184.244

11. Cheung R. A User-oriented Software Reliability Model // IEEE Trans. Soft. Eng., – 1980. – SE-6, N. 2. – P. 11– 125.

12. Musa J.D. Operational Profiles in Software Reliability Engineering // IEEE Software. –1993. –V.10, N.2. –– P. 14 – 32.

13. Munson J., Elbaum S. Software reliability as a function of user execution patterns // Proc. of the 32nd Hawaii International Conference on System Sciences. – 1999. – P. 1 – 12.

14. Rajgopal J., Mazumdar M., Majety S.V. Optimum Combined Test Plans for Systems and Components // IIE Transactions. – 1999. – V.31. – P. 481 – 490.

15. Whittaker J., Thomason M. Markov chain model for statistical Software testing // IEEE Trans. Soft. Eng. – 1994.–SE-20, N.10. – P.812–824.

16. Runesson P., Wohlin C. Usage Modelling: The Basis for Statistical Quality Control // Proceedings 10th Annual Software Reliability Symposium, Denver, Colorado. – 1992. –- P. 77 – 84.

17. Hecht H. An Alternative Software Reliability Assessment // Proceedings 14h International Symposium on Software Reliability Engineering (ISSRE 2003), Denver, Colorado. – 2003. – P. 293 – 295.

18. Ohlsson N., Helander M., Wohlin C. Quality Improvement by Identification of Fault-Prone Modules using Software Design Metrics //Proceedings Sixth International Conference on Software Quality. – 1996. – P. 1 – 13.

19. Lyu M.R., Rangarajan S., vanMoorsel A.P.A. Optimization Of Reliability Allocation And Testing Schedule For Software Systems // Proceedings Eighth International Symposium on Software Reliability Engineering (ISSRE '97). – 1997. – P. 336 – 438.

20. Helander M.E., Zhao M., Ohlsson N. Planning Models for Software Reliability and Cost //IEEE Trans. Softw. Eng. – 1998. – V. 24. – N. 6. – P. 420 – 434.

21. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 315 с.

22. Мороз Г.Б. Пуассоновские модели роста надежности программного обеспечения и их приложение. Аналитический обзор // УCиМ. – 1996. - № 1-2. – С. 69 – 85.

23. Мороз Г.Б., Лаврищева Е.М. Модели роста надежности ПО. – Киев, 1992. – 25 с. – (Препр. / АН Украины. Институт кибернетики им. В. М. Глушкова; 92–38).

24. Коваль Г.И. Методы определения размера ПО // Проблемы программирования. – 1999 – № 1. – С. 63–71.

25. Коваль Г.І. Байєсівські мережі як засіб оцінювання та прогнозування якості програмного забезпечення // Проблеми програмування. – 2005. – № 2. – С. 15–23.

26. Г.І. Коваль Моделювання вимог до якості програмних систем оброблення даних / Г.І. Коваль, Г.Б. Мороз // Проблеми програмування. – 2006. – N 2-3. – C. 237-244.

27. Програмна інженерія. Якість продукту. Частина 1. Модель якості: ДСТУ ISO/IEC 9126-1:2013. – К. : Мінекономрозвитку України, 2014. – 20с. – (Національний стандарт України).

28. Информационная технология. Оценка програмного продукта. Характеристики качества и руководство по их применению: ISO 9126 ГОСТ З ИСО / МЕК 9126-93. – К. : Национальная сертификационная палата, 1993. – 2с.

29. Оценка качества программных средств. Общие положения: ГОСТ 28195-89. – К.: утв Постановлением Госстандарта СССР, 1989. – С. 32. – (Национальный стандарт).

30. Шкалы порядка, или ординальные шкалы [Электронный ресурс]: <http://studopedia.org/2-68197.html> - Студопедия.

31. Харитонов Е.В. Метод согласования субъективных измерений в иерархиях матриц отношений предпочтения / Е.В. Харитонов // Измерительная техника. – 2000. - №9. – С. 26-29.

32. Н.А. Яремчук. Оценивание неопределенности ординального измерения/Н.А. Яремчук, О.Ю. Года// Неопределенности измерений: научные, законодательные, методические и практические аспекты – Минск – 2016. – С. 140-142.

33. Оценка качества программных средств. Общие положения.: ГОСТ 28195–89. – [Введ. 01.07.90]. – М.: Изд – во стандартов, 1990. – 30 с.2.

34. Інформаційні технології. Оцінювання програмного продукту. Частина 1. Загальний огляд (ISO/IEC 14598 -1:1999, IDT): ДСТУ ISO/ IEC 14598-1:2004 –[Чинний від 2006-04-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2006.–17с. –(Національний стандарт України).

35. Програмна інженерія. Якість продукту. Частина 1. Модель якості (ISO/IEC 9126-1:2001, IDT): ДСТУ ISO/IEC 9126-1:2013 –[Чинний від 2014-07-01]. –К.: МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ України, 2014. –20 с. –(Національний стандарт України).

36. Програмна інженерія. Якість продукту. Частина 2. Зовнішні метрики (ISO/IEC TR 9126-2:2003, IDT): ДСТУ ISO/IEC TR 9126-2:2008–[Чинний від 2010-07-01].–К.: Держспоживстандарт України, 2011. –85 с.–(Національний стандартУкраїни).

37. Програмна інженерія. Якість продукту. Частина 3. Внутрішні метрики (ISO/IEC TR 9126-3:2003, IDT): ДСТУ ISO/IEC TR 9126-3:2012–[Чинний від 2013-05-01].–К.:МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ України, 2013.–46 с.–(Національний стандарт України).

38. Програмна інженерія. Якість продукту. Частина 4. Метрики якості під час використання (ISO/IEC TR 9126-4:2004, IDT): ДСТУ ISO/IEC TR 9126-4:2012–[Чинний від 2013-05-01].–К.: МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ України, 2013. –49 с. –(Національний стандарт України).

39. Н. А. ЯремчукОцінювання комплексного показника якості складного об’єкту з характеристикою невизначеності **/** Н. А. Яремчук,О. Ю. Года, В. В. Проскін **//**

40. Харитонов В.А. Новые способы преобразования форм представления субъективных измерений / В.А. Харитонов, Е.В. Харитонов // Измерительная техника. – 2000. - №9. – С. 29-32.

41. Метрологія. Терміни та визначення : ДСТУ 2681-94. – К. : Держспоживстандарт України, 1994. – 50с. – (Національний стандарт України).

42. Радаев Н.Н. Точность экспертного оценивания состояния объекта методом попарных сравнений с количественной оценкой предпочтения / Н.Н. Радаев // Измерительная техника. – 2007. - №9. – С. 6-11.

43. Гохман О.Г. Экспертное оценивание / О.Г. Гохман. // – Воронеж. Изд-во Воронежского ун-та, 1991. – 217 с.

44. Гнатієнко Г.М Алгоритми обробки експертної інформації в задачах ранжування та їх застосування: дис. … канд. техн. Наук : 05.13.16 / Гнатієнко Григорій Миколайович. – К., 1994. – 133 с.

45. Дэвид Г. Метод парных сравнений / Г. Дэвид. – М.: Матстатистика, 1978. – 144 с.

46. Гнатієнко Г.М. Експертні технології прийняття рішень: монографія / Г.М. Гнатієнко, В.Є. Снитюк. // – К.: ТОВ «Маклаут», 2008. – 444 с.

47. Тульчин Л.Г. Оценка качества электроизмерительних приборов / Л.Г. Тульчин, А.М. Хаскин, В.Д. Шаповалов – Л.: Энергоиздат. Ленингр. Отд-ние, 1982. – 216 с.

48. О.М. Сікоза. Обчислення невизначеності при експертному оцінюванні вагових коефіцієнтів / О.М. Сікоза, Н.А. Яремчук // Системи обробки інформації. – 2011. - №1(91). – С. 48-51.

49. Г.Н. Солопченко. Представление измеряемых величин и погрешностей измерений как нечетких переменных / Г.Н. Солопченко// Общие вопросы метрологии и измерительной техники. – 2007. - №2. – С. 1-7.

50. Бойко В.А., Клименко Ю.В., Корнейчук В.Н. Курсовые и дипломные проекты. Требования к оформлению документации. - К.: Издательство "Корнейчук". 2003. - 176с

51. Вимірювальні системи: Методичні вказівки до курсового проектування/ С.В. Шантир. – М.: Київ, НТУУ “КПІ”, 2010 г.

52. International vocabulary of metrology. – Basic and general concepts and associated terms (VIM). – ICGM, 2012. – 88 p.

*53. Лагутин М.Б. Наглядная математичная статистика / М.Б. Лагутин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний.- 2007.- 472с*