

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Кафедра математичних проблем управління і кібернетики

МОНІТОРИНГ ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ ІТ-ПРОЄКТІВ

Навчальний посібник

Укладачі: Кириченко О.О., Кириченко О.Л.



Чернівці
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича
2024

УДК 004.05+004.412] (075.8)

М 773

Друкується за ухвалою вченої ради
Навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича
(протокол № 6 від 13.06.2024)

Рецензенти:

Луцюк В., Solutions Architect в ІТ-компанії з консалтингу і розробки ПЗ «SoftServe»;
Зенін Я., технічний лідер, ІТ-компанія Qlicks B.V.

М 773 Моніторинг та оцінка якості ІТ-проектів : навчальний посібник /
укладачі : Кириченко О.О., Кириченко О.Л. Чернівці : Чернівець. нац. ун-т
ім. Ю. Федьковича, 2024, 104 с.
ISBN 978-966-423-925-4

Запропонований посібник містить теоретичний матеріал з дисципліни «Моніторинг та оцінка якості ІТ-проектів». Подано основні поняття якості програмного забезпечення. Описано процеси управління якістю програмного забезпечення. Розглянуто принципи організації моніторингу програмного забезпечення та викладено основні концепції Application Performance Monitoring (APM) та Site Reliability Engineering (SRE).

Для студентів технічних спеціальностей, які володіють базовими знаннями з “Управління ІТ-проектами”, “Проектування інформаційних систем”, а також студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності «Комп'ютерні науки» (ОП «Алгоритмічне та програмне забезпечення комп'ютерних систем») навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук ЧНУ.

УДК 004.05+004.412] (075.8)

ISBN 978-966-423-925-4

© Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича, 2024

© Укладачі: Кириченко О.О., Кириченко О.Л., 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ПОНЯТТЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	6
1.1. Основні поняття і характеристики якості програмного забезпечення	6
Визначення якості ПЗ	6
Стандартизація ПЗ	7
Основні аспекти якості ПЗ	10
Основні критерії якості програмного забезпечення	14
1.2. Особливості вимірювання характеристик програмного забезпечення	15
Методи вимірювання. Загальні поняття	15
Проектування методу вимірювання	17
Розробка методу вимірювання	17
Застосування методу вимірювання	21
Використання результатів вимірювання	23
1.3. Моделі якості програмного забезпечення	24
Моделі якості	24
- Модель якості МакКолла	25
- Модель якості Боема	27
- Модель ISO/IEC 25010	28
- ISO 9126	31
Стандартна еталонна модель	34
1.4. Базові та виведені метрики моделей якості програмного забезпечення	37
Приклад виведеної метрики	37
Особливості «Use Case» метрик	40
Особливості метрик продуктивності	42
Порядок визначення базових метрик	44
Питання для самоконтролю	45
РОЗДІЛ 2. ПРОЦЕСИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	46
2.1. Моделі зрілості програмного забезпечення	46

Показники якості додатка	46
Методи оцінки якості	48
Моделі зрілості розробки програмного забезпечення (Software Development Maturity Models) ..	50
- Capability Maturity Model (CMM)	50
- Test Maturity Model Integration (TMMI)	54
- ISO/IEC 15504 (SPICE)	57
- Agile Maturity Model	60
- DevOps Maturity Model	62
- Lean Software Development Maturity Model ..	67
2.2. Стандарти та процеси управління якістю програмного забезпечення	70
Стандарти управління якістю	70
Процес управління якістю	73
Питання для самоконтролю	78
РОЗДІЛ 3. МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	79
3.1. Моніторинг і методи контролю якості програмного забезпечення	79
Забезпечення якості проєкту	79
Статистичний контроль процесу	80
Тестування на відмову	82
Системне управління якістю	84
Методи контролю якості проєкту	86
3.2. Моніторинг продуктивності додатків (Application Performance Monitoring, APM) і розробка надійності сайту (Site Reliability Engineering, SRE)	89
Моніторинг проєкту	89
Основні концепції APM (Application Performance Monitoring) та SRE (Site Reliability Engineering)	92
Для чого потрібні Service level objectives (SLO)....	94
Реалізація моніторингу для SLO	95
Питання для самоконтролю	100
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	101

ВСТУП

Підготовка майбутніх ІТ-фахівців включає розвиток загальних і професійних компетентностей у сфері оцінювання та забезпечення якості ІТ-проектів, інформаційних і комп'ютерних систем різного призначення, впровадження міжнародних стандартів якості програмного забезпечення, а також застосування моделей оцінки зрілості процесів розробки таких систем.

Мета викладання дисципліни «Моніторинг та оцінка якості ІТ-проектів» – ознайомлення студентів із основними концепціями та принципами моніторингу та оцінки якості в ІТ проєктах; ознайомлення студентів з методами планування та визначення вимог проєкту перед його початком; формування у студентів практичних навичок використання ключових метрик та показників для оцінки ефективності та якості реалізації проєктів; формування у студентів практичних навичок роботи з інструментами для моніторингу прогресу та ідентифікації ризиків у реальному часі; формування компетентностей зі створення ефективних звітів та комунікацій з усіма зацікавленими сторонами проєкту.

Матеріал курсу спрямований на формування у студентів, як майбутніх фахівців, комплексу знань, умінь і практичних навичок у сфері оцінювання та забезпечення якості інформаційних і комп'ютерних систем різного призначення; тестування програмного забезпечення; збору, формалізації, систематизації та аналізу потреб і вимог до інформаційних або комп'ютерних систем, що розробляються, експлуатуються чи супроводжуються.

РОЗДІЛ 1. ПОНЯТТЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1.1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Визначення якості ПЗ

Інженерія розробки програмного забезпечення – це застосування систематичного підходу, стандартів та кількісного виміру характеристик програмного забезпечення до розробки, використання та супроводу програмного забезпечення. З розвитком технологій значення програмної інженерії постійно зростає, а методи оцінки якості програмного забезпечення стають дедалі більш затребуваними. Складність розробки та супроводу програмного забезпечення значною мірою зумовлена підвищеними вимогами до його якості. Це підкреслює необхідність розробки формалізованих підходів до управління якістю програмного забезпечення. На тепер використовуються кілька визначень поняття якості програмного забезпечення, які загалом сумісні одне з одним. Узагальнюючи визначення на основі стандартів, можна зробити висновок, що якість програмного забезпечення – це здатність програмного продукту відповідати встановленим або передбачуваним потребам при використанні в заданих умовах.

Якість програмного забезпечення відіграє важливу роль для всієї системи. Так, якість сприймається як дуже важливий аспект для розробників, користувачів та керівників проєктів. Якість програмного забезпечення – величина, що відображає, в якому обсязі в програмний продукт включений набір бажаних функцій для підвищення ефективності цього продукту протягом життєвого циклу. Для будь-якої системи, яка використовує програмне забезпечення, повинні бути розроблені три види специфікацій, такі як:

- функціональні вимоги;
- вимоги до якості;
- вимоги до ресурсів.

Якість програмного забезпечення можна розділити на дві складові: якість процедур розробки та якість програмного продукту. Розробка програмного забезпечення, що пов'язує такі елементи, як технології, засоби, співробітники, організація та обладнання,

розглядаються в контексті якості процедур розробки програмного продукту. Проте якість програмного продукту складається з певних аспектів – ясності документації та цілісність, надійності і повноти тестування основних характеристик.

Стандартизація ПЗ

Абревіатура ISO (ICO) давно асоціюється з високими стандартами якості. Вона походить від назви Міжнародної організації зі стандартизації (International Organization for Standardization). Ця організація створює стандарти, які забезпечують безпеку, надійність та високу якість продуктів і послуг, а також сприяють ефективному використанню ресурсів із мінімальним впливом на довкілля. Стандарти ISO охоплюють різні сфери, зокрема управління якістю, екологічну безпеку, енергетичний менеджмент тощо.

Більшість стандартів ISO застосовуються в багатьох країнах світу, включно з Україною, де їх адаптовано під назвою ДСТУ ISO.

Визначимо значення стандартів ISO для споживачів.

По-перше, наявність сертифікату ISO на підприємстві гарантує споживачеві безпеку продукції, яку він обирає. Ці стандарти регламентують виробничі норми та характеристики, що забезпечують виготовлення товарів і надання послуг відповідно до загальноприйнятих вимог. Завдяки цьому стандартизація стає запорукою належної якості продукції та послуг.

По-друге, процес розробки стандартів залучає не лише виробників і постачальників, а й споживчі організації з різних країн, що дозволяє максимально враховувати потреби та очікування споживачів.

Кожен стандарт ISO має своє маркування, яке вказує сферу його застосування. Цифри перед двокрапкою вказують на об'єкт регулювання (наприклад, якість, екологія тощо), а після двокрапки – рік затвердження стандарту.

Основні стандарти, що регламентують розробку ПЗ наведені на рис.1.

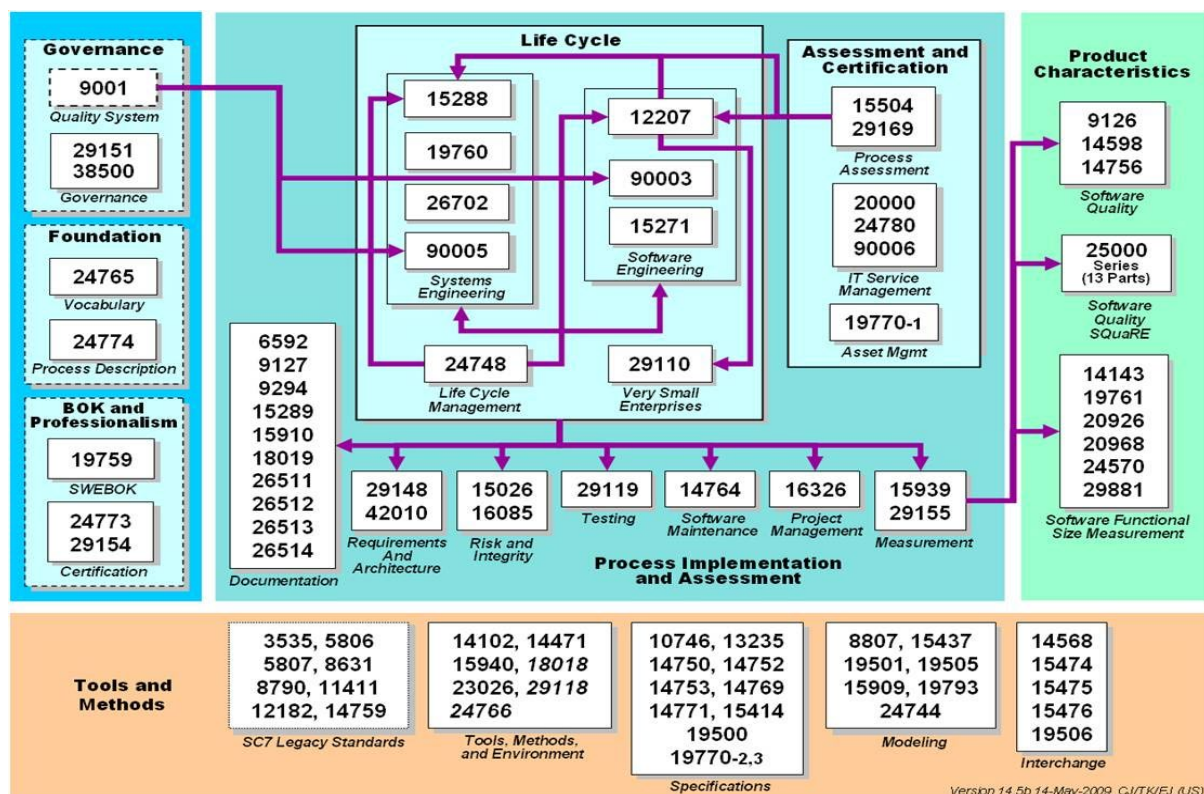


Рис. 1. Основні стандарти, що регламентують розробку ПЗ

ISO 9001:2015. є одним із найбільш відомих стандартів, розроблених Міжнародною організацією зі стандартизації, і використовується більше ніж у 170 країнах світу. Цей стандарт визначає систему управління якістю, а його сертифікація свідчить про здатність компанії стабільно виробляти продукцію високої якості та постійно вдосконалювати її.

ISO 9001 – це стандарт для системи управління якістю, сертифікація за яким засвідчує, що підприємство здатне стабільно виробляти продукцію високої якості та постійно вдосконалювати процеси її виготовлення. В Україні цей стандарт має аналог – ДСТУ ISO 9001:2015. Дотримання принципів ISO 9001 свідчить про контроль якості на всіх етапах виробництва, що знижує ризик виготовлення продукції неналежної якості та робить процес вдосконалення якості основою виробничої діяльності. Це стандарт управління якістю, сертифікація за яким підтверджує здатність підприємства виробляти продукцію стабільної якості та постійно покращувати її. В Україні його аналогом є ДСТУ ISO 9001:2015. Дотримання принципів ISO 9001 означає, що компанія здійснює контроль якості на всіх етапах виробництва, що знижує ризик

випуску продукції низької якості та робить поліпшення якості невід'ємною частиною виробничого процесу.

Якщо говорити про стандарти, що регламентують якість програмного забезпечення, то за функціональним змістом їх можна поділити на дві групи:

- загальні, для якості будь-яких типів виробів;
- формалізують показники якості програмних засобів.

ISO 8402:1986 – «Якість. Словник» – містить терміни та визначення, що стосуються якості та її управління.

ISO 9000:1987 – «Система якості. Загальне керівництво якістю та стандарти забезпечення якості» – надає загальні принципи та рекомендації для створення та впровадження систем управління якістю на підприємствах.

ISO 9001:1987 – «Система якості. Модель для забезпечення якості при проєктуванні, розробці, виробництві, монтажі та обслуговуванні» – визначає вимоги до системи якості, що повинна забезпечити стабільність та відповідність продукції вимогам клієнтів на всіх етапах життєвого циклу.

ISO 9002:1987 – «Система якості. Загальні заходи щодо забезпечення якості під час виробництва та монтажу виробів» – встановлює вимоги для організації процесів забезпечення якості на етапах виробництва та монтажу.

ISO 9003:1987 – «Система якості. Загальні заходи щодо забезпечення якості при остаточному контролі та випробуваннях» – регламентує процедури забезпечення якості на етапі кінцевого контролю та тестування готової продукції.

ISO 9004:1987 – «Система якості. Загальні заходи щодо забезпечення якості під час впровадження та спільного керівництва системою якості для виробництва конкурентоспроможної продукції» – пропонує заходи для управління якістю на всіх етапах від впровадження до виробництва конкурентоспроможної продукції.

ISO 9126:1991 – «ІТ. Оцінка програмного продукту. Характеристики якості та посібник з їх застосування» – надає характеристики якості програмного забезпечення і методи їх

оцінки, що допомагають визначити ступінь задоволення вимог користувачів.

ISO/IEC 12207 – описує ключові процеси життєвого циклу розробки програмного забезпечення, включаючи організаційні, допоміжні та інженерні процеси, які регулюють планування та управління якістю програмного забезпечення.

Основні аспекти якості ПЗ

Метою будь-якого проєкту в галузі інформаційних технологій є відповідність вимогам усіх розробки та підтримки проєкту. Така мета досягається шляхом забезпечення якості проєкту.

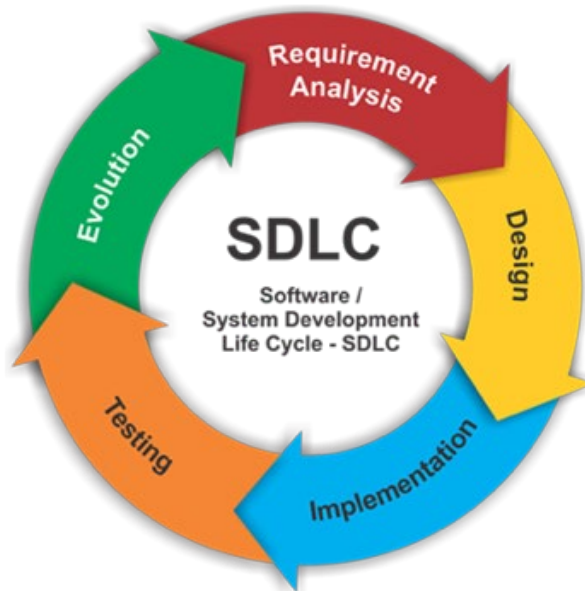


Рис. 2. Життєвий цикл розробки ПЗ

У контексті міжнародних стандартів якість програмного забезпечення (Software Quality) визначається так:

Якість програмного забезпечення визначається як ступінь, до якого воно володіє необхідною комбінацією властивостей [1061-1998 IEEE Standard for Software Quality Metrics Methodology]. Згідно з ISO 8402:1994 (Quality management and quality assurance), це сукупність характеристик, що відображають здатність ПЗ задовольняти встановлені й очікувані потреби.

Найбільш поширеною є багаторівнева модель якості програмного забезпечення, описана в стандартах ISO 912 (рис.3).



Рис. 3. Модель якості ПЗ

Модель якості ПЗ має такі чотири рівні.

1) Перший рівень:

- *функціональність (functionality)*;
- *зручність (usability)*;
- *супроводжуваність (maintainability)*;
- *ефективність (efficiency)*;
- *переносимість (portability)*;
- *надійність (reliability)*.

Функціональність (Functionality) – здатність програмного забезпечення виконувати завдання, що відповідають встановленим і очікуваним потребам користувача в заданих умовах експлуатації. Ця характеристика гарантує, що ПЗ працює коректно, точно, є сумісним із галузевими стандартами та захищеним від несанкціонованого доступу.

Зручність використання (Usability) – характеристика, що відображає легкість розуміння, освоєння, застосування та привабливість програмного забезпечення для користувача.

Зручність супроводу (Maintainability) – здатність програмного забезпечення легко піддаватися аналізу, тестуванню, модифікаціям для виправлення помилок, реалізації нових вимог, спрощення обслуговування та адаптації до змін у середовищі.

Ефективність (Efficiency) – можливість ПЗ забезпечувати необхідний рівень продуктивності при оптимальному використанні доступних ресурсів, часу та інших умов.

Портативність (Portability) – показник, що характеризує легкість перенесення програмного забезпечення в інше програмно-апаратне середовище.

Надійність (Reliability) – здатність ПЗ виконувати необхідні функції в заданих умовах протягом визначеного часу або певної кількості дій. Основними атрибутами цієї характеристики – завершеність та цілісність системи, стійкість до відмов і здатність до самостійного відновлення після збоїв.

2) Другий рівень включає атрибути кожної характеристики якості, які розкривають різні аспекти цієї характеристики. Ці атрибути застосовуються для більш детальної оцінки якості програмного забезпечення.

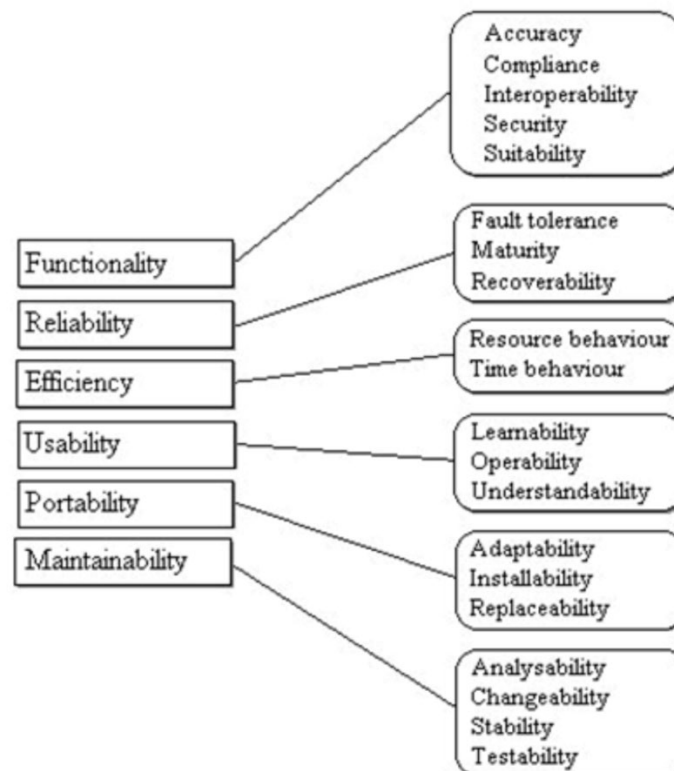


Рис. 4. Характеристики і атрибути моделі якості ПЗ

3) Третій рівень спрямований на оцінку якості через використання метрик, які в стандарті визначаються як поєднання методу вимірювання атрибуту та шкали для оцінювання його значень.

Метрики із заданою оціночною вагою застосовуються для аналізу атрибутів якості на різних етапах життєвого циклу (ЖЦ), таких як перегляд документації, програм та результатів тестування. Це дозволяє звести до єдиного показника результати метричного аналізу атрибутів, що впливають на конкретний показник і загальну якість ПЗ.

Атрибути якості оцінюються за допомогою однієї або кількох методик як під час окремих етапів ЖЦ, так і на завершальному етапі розробки ПЗ.

4) Четвертий рівень включає оціночний елемент метрики (вагу), який використовується для визначення кількісного або якісного значення окремих атрибутів якості.

Вибір характеристик якості та їх атрибутів здійснюється з урахуванням призначення, особливостей і умов супроводу ПЗ. Пріоритети обраних атрибутів фіксуються у вимогах до розробки системи або визначаються відповідно до стандартів для певного класу ПЗ.

Сьогодні використовується серія міжнародних стандартів **ISO/IEC 25000**, відома як SQuaRE (System and Software Quality Requirements and Evaluation) визначає ключові характеристики для оцінки якості програмного забезпечення.

Оновлений стандарт ISO/IEC 25010 впроваджує уніфіковану термінологію та методи для визначення, аналізу та оцінки якості системного і програмного забезпечення. Цей стандарт виділяє основні критерії, які включають: відповідність функціональним вимогам, ефективність, сумісність, зручність використання, стабільність роботи, безпеку, легкість обслуговування та адаптивність до різних середовищ.

ISO/IEC 25010 є суттєвою модернізацією стандарту ISO/IEC 9126. У оновленій версії введені додаткові характеристики, більш ґрунтовно описано процес оцінки якості програмного забезпечення, а також уточнено та впорядковано характеристики для підвищення їх зрозумілості та зручності використання.

Основні критерії якості програмного забезпечення

Функціональні критерії відображають ключові особливості використання програмного забезпечення та його відповідність цільовому призначенню.

Конструктивні критерії якості програм є досить незалежними від їхнього призначення та основних функцій. До них належать такі аспекти, як складність програм, надійність роботи, використання ресурсів обчислювальної техніки, коректність виконання тощо. Конструктивні характеристики програмних комплексів доцільно поділяти на основні критерії (показники) якості та параметри чи фактори, які впливають на їхні значення.

Критерії якості на етапі проєктування включають, зокрема, складність створення програмного комплексу та перевірку його відповідності поставленим завданням. Основні витрати на цьому етапі пов'язані з трудомісткістю розробки програм потрібної складності та точності.

Надійність роботи програмного забезпечення визначається відносною тривалістю отримання правильних (достовірних) результатів або ймовірністю формування коректних вихідних даних у межах допустимих похибок.

Здатність програмних комплексів до модернізації залежить від чіткості їхньої структурної організації та конфігурації міжмодульних зв'язків.

Мобільність програмного комплексу щодо змін у типі, структурі та системі команд обчислювальної техніки характеризується його здатністю зберігати функціональність та ефективність у процесі розвитку апаратного забезпечення.

Показники часу життєвого циклу програмного забезпечення включають тривалість проєктування, період експлуатації поточної версії та тривалість кожної модифікації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ISO 9001:2015. Quality management systems – Requirements. – Revises ISO 9001:2008 : introduced 2015-09-15 – ISO/IEC, 2015.
2. Bourque, P. Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOK). Version 3.0 / P. Bourque, R. E. Fairley – A project of the IEEE Computer Society, 2014.
3. ISO 9000:2015 Quality management systems – Fundamentals and vocabulary – Revises ISO 9000:2005: introduced 2015-09-15 – ISO/IEC, 2015.
4. ISO/IEC 25010:2011 Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - System and software quality models [Text] – Revises ISO/IEC 9126- 1:2001: introduced 2011-03-01 –ISO/IEC, 2011.
5. Miguel, J. P. A review of software quality models for the evaluation of software products [Text] / J. P. Miguel, D. Mauricio, G. Rodríguez // International Journal of Software Engineering & Applications (IJSEA). 2014. Vol. 5, No. 6.
6. Табунщик Г.В, Кудерметов Р.К., Каплієнко Т.І. Інженерія якості програмного забезпечення : навчальний посібник, 2-ге видання. Запоріжжя : Дике Поле, 2016. 176 с.
7. Klas, M. Adapting software quality models: practical challenges, approach, and first empirical results / M. Klas, C. Lampasona, J. Munch // 37th EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications, Oulu (Finland), 30 Aug – 02 Sep 2011 – IEEE, 2011.
8. ДСТУ ISO/IEC 9126-1:2013. Програмна інженерія: якість продукту Частина 1. Модель якості (ISO/IEC TR 9126- 1:2001, IDT). (Національний стандарт України)
9. Ammann P, Offutt J (2016) Introduction to Software Testing, 2nd edn. Cambridge University Press
10. Bourque P, Fairley RE (eds) (2014) SWEBOK: Guide to the Software Engineering Body of Knowledge, version 3.0 edn. IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA, URL: <http://www.swebok.org/>

11. Rathi, P., & Mehra, V. (2015). Analysis of automation and manual testing using software testing tool. *International journal of innovations & advancement in computer science*, 4, 709-713.
12. Lanubile F. and Visaggio G. Evaluating predictive quality models derived from software measures: lessons learned. *Journal of Systems and Software*. 1997. Vol. 38. P. 225– 234.
13. Hong E., Wu C. Criticality models using SDL metrics set. 4 th Asia-Pacific Software Engineering and International Computer Science Conference. 1997. P. 23–30.
14. Говорущенко, Т. О. Дослідження відомих моделей оцінювання характеристик програмного забезпечення. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2013. No 1. С. 117-121.
15. Поморова О. В., Говорущенко Т. О. Аналіз методів та засобів оцінки якості програмних систем. *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. 2009. No 6. С. 148-158.
16. Поморова О. В., Говорущенко Т. О., Тарасек С.Я. Аналіз методів та опрацювання метрик якості програмного забезпечення на етапі проектування. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2010. No 1. С. 54-62.
17. Панченко, Т., Тузова, І., Тузов, О., Чумак, О., & Стародуб, В. (2024). Аналіз моделей якості програмного забезпечення. *Scientific Collection «InterConf+»*, (43(193), 560–569. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.03.2024.054>
18. N. Bhateja, "A Study on Various Software Automation Testing Tools", *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, vol. 5, no. 6, 2015.
19. Модель ТММІ. Режим доступу: <https://www.tmmi.org/tmmi-model/>
20. Log-based software monitoring: a systematic mapping study. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/351390211_Log-based_software_monitoring_a_systematic_mapping_study
21. Splunk. Режим доступу: https://www.splunk.com/en_us/about-splunk.html

22. Datadog. Режим доступу: <https://www.datadoghq.com>
23. SRE fundamentals. Режим доступу:
<https://cloud.google.com/blog/products/devops-sre/sre-fundamentals-slis-slas-and-slos>
24. Real User Monitoring. Режим доступу:
<https://www.dynatrace.com/news/blog/what-is-real-user-monitoring/>
25. What is Quality Assurance (QA) in Project Management? (2022). Режим доступу: <https://www.wrike.com/blog/what-is-quality-assurance-project-management/#What-are-the-three-types-of-quality-assurance-methods>
26. ISO 25010: Enhancing Our Software Quality Management Process. (2023). Режим доступу: <https://unicsoft.com/blog/iso-25010-enhancing-our-software-quality-management-process/>
27. Project Quality Control. (2021). Режим доступу: <https://www.projectengineer.net/project-quality-control/>
28. What is TMMI (Test Maturity Model Integration) in Software Testing? (2024). Режим доступу: <https://www.testbytes.net/blog/test-maturity-model-integration/>
29. DevOps maturity model: types, steps, and evaluation metrics. (2023). Режим доступу: <https://www.n-ix.com/devops-maturity-model/>
30. Site Reliability: удосконалюємо якість та надійність сервісів з використанням SLI/SLO/SLA. (2020). Режим доступу: <https://dou.ua/forums/topic/31077/>
31. Юрчук Н. П. Система моніторингу в управлінні ІТ-проектами. Електронне наукове фахове видання «Ефективна економіка». 2018. №4. Режим доступу: <https://dou.ua/forums/topic/51064/?from=slider>
32. Service Level Objectives. Режим доступу: <https://sre.google/sre-book/service-level-objectives/>

Навчальне видання

МОНІТОРИНГ ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ ІТ ПРОЄКТІВ

Навчальний посібник

Укладачі:

Кириченко Олександр Олексійович, асистент кафедри математичних проблем управління і кібернетики ННІФТКН,

Кириченко Оксана Леонідівна, докторка філософії, асистентка кафедри математичних проблем управління і кібернетики ННІФТКН

Відповідальний за випуск О.О. Кириченко

Літературний редактор О.В. Колодій

Дизайн обкладинки О.Л. Кириченко

Підписано до друку 26.12.2024. Формат 60 x 84/16.

Папір офсетний. Друк різнографічний. Ум.-друк. арк. 5,7.

Обл.-вид.арк.6,1. Тираж 50. Зам. Н-113.

Друкарня Чернівецького національного університету
58002, Чернівці, вул. Коцюбинського, 2

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №891 від 08.04.2002 р.