



Міжнародний гуманітарний університет
Факультет кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук
Кафедра інформаційних технологій

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЯКІСТЬ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Галузь знань	<u>01 Освіта</u>
Спеціальність	<u>014.09 Середня освіта (Інформатика)</u>
Назва освітньої програми	<u>Інформатика та програмування</u>
Рівень вищої освіти	<u>перший (бакалаврський)</u>

Розробники і викладачі	Контактний телефон	Електронна адреса
професор кафедри інформаційних технологій, доктор технічних наук Приходько Сергій Борисович	+380993876131	sergiy.prykhodko@nuos.edu.ua

1. АНОТАЦІЯ ДО КУРСУ

Дисципліна «Якість та тестування програмного забезпечення» є обов'язковою дисципліною професійного циклу підготовки бакалаврів за спеціальністю 014 Середня освіта спрямована на формування у здобувачів вищої освіти знань і навичок забезпечення якості програмних систем на різних етапах їх життєвого циклу. Курс охоплює основні принципи забезпечення якості програмного забезпечення, моделі та характеристики якості програмних систем, процеси управління якістю, методи контролю якості та тестування програмного забезпечення/ Вивчення дисципліни сприяє формуванню здатності аналізувати якість програмного забезпечення, планувати та організовувати процес тестування, виявляти дефекти програмних систем та застосовувати сучасні інструменти контролю якості програмного забезпечення. Особлива

увага приділяється інтеграції процесів тестування у життєвий цикл розроблення програмного забезпечення та використанню сучасних інструментальних засобів автоматизації тестування.

МЕТА ДИСЦИПЛІНИ. Метою дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти знань про принципи забезпечення якості програмного забезпечення та розвиток практичних навичок застосування методів тестування, оцінювання якості та використання інструментальних засобів контролю якості програмних систем.

ПЕРЕКВІЗИТИ. Передумовами для вивчення дисципліни є знання і вміння, отримані здобувачем при вивченні попередніх навчальних дисциплін бакалаврської підготовки: «Управління IT-проектами».

ПОСТРЕКВІЗИТИ. Знання і вміння, отримані здобувачем при вивченні даної навчальної дисципліни, можуть бути використані під час вивчення дисципліни «Економічна ефективність програмних систем», а також при виконанні кваліфікаційної роботи.

2. ОЧІКУВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ, ЯКІ ПЛАНУЄТЬСЯ СФОРМУВАТИ, ТА ДОСЯГНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

У процесі реалізації програми дисципліни формуються наступні компетентності із передбачених освітньою програмою:

Інтегральна компетентність

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі у галузі освіти, інформатики та інформаційних технологій, що передбачає застосування певних теорій і методів педагогічних та комп'ютерних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК8. Здатність приймати обґрунтовані рішення, генерувати нові ідеї, виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК10. Здатність використовувати інформаційно-комунікаційні технології з дотриманням етично-правових норм в умовах євроінтеграційних процесів.

Фахові компетентності (ФК)

ФК4. Здатність розвивати в учнів критичне мислення.

ФК7. Здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук і критично оцінювати інформацію, оперувати нею у професійній діяльності.

Результати навчання (РН)

РН8. Застосовувати методики й технології розвитку критичного мислення в учнів, визначати доцільність застосування різних методів наукового пізнання в освітньому процесі відповідно до змісту навчання, застосовувати різні підходи до розв'язання проблем, генерувати нові ідеї, демонструвати відкритість до ідей та рішень учасників освітнього процесу.

РН11. Орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук і критично оцінювати інформацію, перевіряти її достовірність, оперувати нею у професійній діяльності.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПРН6. Застосовувати засоби й методи захисту інформації та безпеки в мережі Інтернет.

Заплановані результати навчання за навчальною дисципліною

Знання:

- основні поняття якості програмного забезпечення та характеристики якості програмних систем;
- моделі якості програмного забезпечення, зокрема модель ISO/IEC 25010 та її основні атрибути;
- метрики програмного забезпечення та методи кількісного оцінювання якості програмних систем;
- основні процеси забезпечення якості програмного забезпечення у межах життєвого циклу програмних систем;
- методи контролю якості програмного забезпечення, зокрема рецензування програмного коду, аудит програмного забезпечення та статичний аналіз;
- рівні тестування програмного забезпечення: модульне, інтеграційне, системне та приймальне тестування;
- основні методи тестування програмного забезпечення, зокрема методи типу «чорної скриньки» та «білої скриньки»;
- принципи автоматизації тестування програмного забезпечення та використання інструментальних засобів тестування.

Уміння:

- аналізувати характеристики якості програмного забезпечення та оцінювати відповідність програмних систем встановленим вимогам;
- застосовувати моделі та метрики якості для оцінювання якості програмного забезпечення;
- планувати процес тестування програмного забезпечення та формувати тестову документацію;
- розробляти тестові сценарії та тестові випадки для перевірки функціонування програмних систем;
- застосовувати методи тестування типу «чорної скриньки» та «білої скриньки» для виявлення дефектів програмного забезпечення;
- аналізувати результати тестування програмного забезпечення та класифікувати виявлені дефекти;
- використовувати інструментальні засоби автоматизації тестування та системи відстеження дефектів програмного забезпечення.

Навички:

- застосовувати сучасні інструментальні засоби тестування програмного забезпечення;
- використовувати метрики програмного забезпечення для оцінювання якості програмних систем;
- здійснювати документування процесів тестування та результатів тестування програмного забезпечення;
- виконувати аналіз дефектів програмного забезпечення та оцінювати ефективність процесів тестування.

3. ОБСЯГ ТА ОЗНАКИ КУРСУ

Загалом		Вид заняття (денна форма/заочна форма)				Ознаки курсу		
Кредитів ЄКТС	Годин	Лекційні заняття	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Самостійна робота	Курс, (рік навчання)	Семестр	Обов'язкова / вибіркова
4	120	26/8	26/8	0/0	68/104	3	6	Обов'язкова

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Заг.	у тому числі				Заг.	у тому числі			
		Лекц.	Практ.	Лаб.	Сам. роб.		Лекц.	Практ.	Лаб.	Сам. роб.
Тема 1. Основи якості програмного забезпечення	24	6	6		12	24	2	0		22
Тема 2. Процеси забезпечення якості програмного забезпечення	20	4	4		12	20	0	2		18
Тема 3. Основи тестування програмного забезпечення	22	4	4		14	22	2	2		18
Тема 4. Методи та техніки тестування програмного забезпечення	28	6	6		16	28	2	2		24
Тема 5. Автоматизація тестування та оцінювання якості програмного забезпечення	26	6	6		14	26	2	2		22
Загалом	120	26	26		68	120	8	8		104
Підсумковий контроль – екзамен										

5. ТЕХНІЧНЕ Й ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ / ОБЛАДНАННЯ

Здобувачі отримують теми та питання курсу, основну і додаткову літературу, рекомендації, завдання та оцінки за їх виконання як традиційним шляхом, так і з використанням платформ онлайн навчання на основі інформаційних систем Moodle або Google Classroom. Практичні навички у пошуку та аналізу інформації за курсом, з оформлення індивідуальних завдань, тощо, здобувачі можуть отримувати як за допомогою власного обладнання, так і користуючись університетськими комп'ютерними класами та бібліотекою.

Для виконання практичних робіт з дисципліни використовується безоплатне програмне забезпечення: середовище розробки Visual Studio Code, система контролю версій Git та платформа GitHub. Для тестування програмного забезпечення застосовуються відкриті інструментальні засоби, зокрема JUnit або PyTest для модульного тестування, Selenium для автоматизації тестування веб-застосунків, а також засоби статичного аналізу програмного коду SonarQube.

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи здобувачів відносяться наступні види діяльності:

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Підготовка до практичних занять.
3. Консультації з викладачем впродовж семестру.
4. Ознайомлення з додатковою літературою відповідно до зазначених у програмі тем.
5. Самостійне опрацювання окремих питань навчальної дисципліни.
6. Підготовка індивідуальних завдань у вигляді презентацій або рефератів.
7. Підготовка до підсумкового контролю.

Назва теми	Кількість годин	
	Денна форма	Заочна форма
Тема 1. Основи якості програмного забезпечення 1. Аналіз характеристик якості програмного забезпечення. Функціональна придатність, надійність, продуктивність, зручність використання, супроводжуваність та переносимість програмних систем. 2. Дослідження моделей якості програмного забезпечення. Модель ISO/IEC 25010 та її структура. 3. Аналіз стандартів у сфері забезпечення якості програмного забезпечення. Стандарти ISO/IEC та їх застосування у розробці програмних систем. 4. Вивчення метрик програмного забезпечення. Показники складності програмного коду, надійності та супроводжуваності програмних систем. 5. Аналіз методів вимірювання якості програмного забезпечення. Використання кількісних показників для оцінювання якості програмних продуктів.	12	22
Тема 2. Процеси забезпечення якості програмного забезпечення 1. Дослідження процесів забезпечення якості програмного забезпечення у межах життєвого циклу програмних систем. 2. Аналіз методів планування забезпечення якості програмного забезпечення у програмних проєктах. 3. Вивчення методів контролю якості програмного забезпечення. Рецензування програмного коду та технічної документації.	12	18

4. Аналіз методів управління конфігураціями програмного забезпечення та управління змінами у програмних проєктах.		
Тема 3. Основи тестування програмного забезпечення 1. Аналіз місця тестування у життєвому циклі програмного забезпечення. 2. Дослідження процесів верифікації та валідації програмного забезпечення. 3. Аналіз рівнів тестування програмного забезпечення: модульне, інтеграційне, системне та приймальне тестування. 4. Вивчення структури плану тестування програмного забезпечення. 5. Аналіз тестової документації: тестові сценарії, тестові випадки та звіти про результати тестування.	14	18
Тема 4. Методи та техніки тестування програмного забезпечення 1. Дослідження методів тестування типу «чорної скриньки». Метод еквівалентних класів та метод граничних значень. 2. Аналіз методів тестування типу «білої скриньки». Критерії покриття програмного коду. 3. Вивчення методів статичного тестування програмного забезпечення. Інспекції та рецензування програмного коду. 4. Аналіз методів динамічного тестування програмного забезпечення. 5. Дослідження класифікації дефектів програмного забезпечення та методів їх аналізу. 6. Аналіз ефективності процесів тестування програмного забезпечення.	16	24
Тема 5. Автоматизація тестування та оцінювання якості програмного забезпечення 1. Дослідження підходів до автоматизації тестування програмного забезпечення. Переваги та обмеження автоматизованого тестування. 2. Аналіз інструментальних засобів автоматизації тестування програмного забезпечення. 3. Вивчення систем управління тестуванням та систем відстеження дефектів програмного забезпечення. 4. Аналіз використання автоматизованих тестів у процесах безперервної інтеграції програмного забезпечення. 5. Дослідження методів оцінювання якості програмного забезпечення. Метрики програмного забезпечення та їх використання для оцінювання якості програмних систем.	14	22
Загалом	68	104

7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Види контролю	Складові оцінювання	
	Для екзамену	Для заліку
поточний контроль , який здійснюється у ході: проведення практичних (лабораторних) занять, виконання самостійної роботи, індивідуальних завдань, дослідна робота здобувача тощо.	50%	100%
підсумковий контроль	50%	

Методи діагностики знань (контролю)	фронтальне опитування; наукова доповідь, реферати, усне повідомлення, індивідуальне опитування; робота у групах; ділова гра, розв'язання ситуаційних завдань, кейсів, практичних завдань, екзамен
--	---

8. ОЦІНЮВАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ТА ФАХОВОЇ ПЕРДВИЩОЇ ОСВІТИ ЗА НАВЧАЛЬНУ ДИСЦИПЛІНУ У МІЖНАРОДНОМУ ГУМАНІТАРНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ (поточний контроль, підсумковий контроль, загальний результат оцінювання)

ЕКЗАМЕН

<i>Поточний контроль</i>			
Види роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
Систематичність і активність роботи на практичних (лабораторних) заняттях			
1.1. Підготовка до практичних (лабораторних) занять	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних (лабораторних) занять	30
Виконання завдань для самостійного опрацювання			

1.2. Індивідуальне тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Розгляд відповідного матеріалу під час аудиторних занять або ІКР ¹ , перевірка конспектів навчальних текстів тощо	10
Виконання індивідуальних завдань, дослідна робота здобувача			
1.3. Інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовка наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо.	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Обговорення результатів проведеної роботи під час аудиторних занять, наукових конференцій та круглих столів.	10
Разом балів за поточний контроль			50
Підсумковий контроль екзамен			50
Загальний результат оцінювання			100

Поточний контроль знань здобувачів освіти при формі контролю **екзамен** (максимум 50 балів) оцінюється за шкалою («2», «3», «4», «5»), з обов'язковим переведенням балів за кожний вид роботи таким чином:

- за підготовку до аудиторних занять (максимум 30 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості практичних (лабораторних) занять, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 6;
- за виконання завдань для самостійного опрацювання (тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою) (максимум 10 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості програмного матеріалу, що виноситься на самостійне вивчення, для переведу зазначених балів середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 2;
- за інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовку наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо (максимум 10- балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості інших видів індивідуальних завдань, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 2.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗА ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ

- «2»- виставляється за неправильну відповідь (письмову роботу), яка не відповідає змісту теми та свідчить про нерозуміння її основних положень;

¹ Індивідуально-консультативна робота викладача зі здобувачами

- «3» - виставляється за відповідь (письмову роботу), яка відповідає змісту теми, але є неповною і неточною у визначенні понять, свідчить про неповне розуміння основних положень навчального матеріалу, свідчить про те, що знання студента мають фрагментарний, поверховий характер;
- «4» - оцінюється правильна і обґрунтована відповідь (письмова робота), з якої видно, що студент знає й розуміє теоретичний матеріал в обсязі навчальної теми, володіє необхідними навичками, не допускає суттєвих помилок.
- «5» - оцінюється повна, правильна, ґрунтовна відповідь (письмова робота) на запитання теми, що передбачає логічність і послідовність викладу матеріалу, володіння термінологією, показує вміння повно й глибоко використовувати теоретичні знання в практичній площині.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ЗА ІСПИТ (максимум 50 балів)

Рівень знань оцінюється:

- від 40 до 50 балів - студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки;
- 30 до 40 балів - студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді;
- 20 - 30 балів - студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки.
- 10 - 20 балів - володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих;
- 0 10 балів - володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки.

9. КРИТЕРІЇ ПІДСУМКОВОЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ

«Відмінно» / «Зараховано» (А) – від 90 до 100 балів. Здобувач виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, на підсумковому контролі демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях та практичних заняттях, під час яких виконував усі поставлені завдання та давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, виконав завдання до самостійної роботи, проявляв активність у науково-дослідній роботі.

«Добре» / «Зараховано» (В) – від 82 до 89 балів. Здобувач володіє знаннями матеріалу на підсумковому контролі, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Був присутній

на лекціях та практичних заняттях, під час яких виконував усі поставлені завдання та давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, виконав завдання до самостійної роботи, проявляв активність і творчість у науково-дослідній роботі.

«Добре» / «Зараховано» (C) – від 74 до 81 балів. Здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу на підсумковому контролі, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки. При цьому враховується наявність виконаних завдань до самостійної роботи та активність у науково-дослідній роботі.

«Задовільно» / «Зараховано» (D) – від 64 до 73 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, на підсумковому контролі володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність виконаних завдань до самостійної роботи.

«Задовільно» / «Зараховано» (E) – від 60 до 63 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, на підсумковому контролі володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки, виконав не всі завдання до самостійної роботи.

«Незадовільно з можливістю повторного складання» / «Не зараховано» (FX) – від 35 до 59 балів. Здобувач володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

«Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни» / «Не зараховано» (F) – від 1 до 34 балів. Здобувач не володіє матеріалом.

ТАБЛИЦЯ ВІДПОВІДНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗА РІЗНИМИ ШКАЛАМИ

100-бальною шкалою	Шкала за ECTS	За національною шкалою	
		екзамен	залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	Зараховано
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	Зараховано
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно	Не зараховано
1-34	F		

10. ДОТРИМАННЯ ВИМОГ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Викладання та засвоєння навчальної дисципліни передбачає неухильне дотримання вимог академічної доброчесності, яка регулюється Законом України «Про освіту» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 37-38, ст. 2004), «Методичними рекомендаціями для закладів вищої освіти з підтримки принципів академічної доброчесності» (Лист МОН № 1/9-650 від 23.10.2018), іншими нормативними документами. Зокрема, основні засади дотримання академічної доброчесності визначено у «Положенні про академічну доброчесність у Міжнародному гуманітарному університеті», «Кодексі академічної доброчесності Міжнародного гуманітарного університету» та «Інструкції щодо процедури технічної перевірки на наявність текстових запозичень (академічного плагіату)», затвердженої наказом Міжнародного гуманітарного університету № 708а від 03.05.2024.

Відповідно до ст. 42 Закону України «Про освіту» академічна доброчесність – це сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень.

Дотримання академічної доброчесності передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Ammann, Paul, Offutt, Jeff. Introduction to Software Testing. 2nd ed. Cambridge University Press, 2017. 345 p. ISBN 9781107172012.
2. Spillner, A., Linz, T. Software Testing Foundations: A Study Guide for the Certified Tester Exam- Foundation Level- ISTQB Compliant. Dpunkt.Verlag. 2021. 339 p. ISBN: 9783969102992, 3969102995
3. Lewis, William E. Software Testing and Continuous Quality Improvement. 3rd ed. CRC Press, 2017. 688 p. ISBN: 9781439834367, 1439834369.
4. Авраменко А. С. Тестування програмного забезпечення : навчальний посібник. Черкаси : Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького, 2017. 208 с. ISBN 9789669201997.

5. Трофименко О. Г. Тестування та забезпечення якості програмних систем : навчально-методичний посібник [Електронне видання]. Одеса : Фенікс, 2024. 140 с.

Допоміжна

6. Myers, Glenford J., Sandler, Corey, Badgett, Tom. The Art of Software Testing. 3rd ed. John Wiley & Sons, 2011. 256 p. ISBN: 9781118133156, 1118133153.

7. Jorgensen, P. C., DeVries, B. Software Testing: A Craftsman's Approach, Fifth Edition. CRC Press. 2021. 550 p. ISBN: 9781000391527, 1000391523.

8. Gregory, J., Crispin, L. The Agile Testing Collection. Pearson Education. 2015. 1114 p. ISBN: 9780134190631, 0134190637.

9. Software Engineering for Agile Application Development. IGI Global. 2020. 330 p. ISBN: 9781799825333, 1799825337

10. Скорін Ю. І. Тестування програмного забезпечення : навчально-методичний посібник. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2022. 47 с.

Інформаційні ресурси

11. International Software Testing Qualifications Board (ISTQB). URL: <https://www.istqb.org/>

12. Selenium – Web Browser Automation. URL: <https://www.selenium.dev/>

13. JUnit – Unit Testing Framework for Java. URL: <https://junit.org/>

14. SonarQube – Platform for Continuous Code Quality Inspection. URL: <https://www.sonarsource.com/products/sonarqube/>

15. Automation Testing Tutorial. Guru99. URL: <https://www.guru99.com/software-testing.html>