

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра інформаційних технологій

ЕМПІРИЧНІ МЕТОДИ ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Григор'єва Т.І.

Методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів

Одеса 2025

Затверджено Вченою Радою Міжнародного гуманітарного університету
(протокол № 8 від 28.12.2025 р.)

Григор'єва Т.І.

Емпіричні методи програмної інженерії: методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів [Електронне видання]. / Григор'єва Т.І. Кафедра інформаційних технологій Міжнародного гуманітарного університету. Одеса, 2025. – 18 с.

Методичні рекомендації з курсу «Емпіричні методи програмної інженерії» розроблено відповідно до навчального плану. Складаються з навчальної програми курсу, методичних рекомендацій з проведення практичних занять і завдань для самостійної роботи здобувачів, списку рекомендованої літератури. Матеріали призначено для студентів факультету кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук Міжнародного гуманітарного університету, які в бакалавраті вивчають галузь знань «Освіта/Педагогіка» спеціальність «Середня освіта. Інформатика» (освітня програма «Інформатика та програмування»).

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Емпіричні методи програмної інженерії» спрямована на формування у здобувачів знань і практичних навичок застосування емпіричних методів дослідження у сфері розробки програмного забезпечення. У межах дисципліни розглядаються підходи до планування, проведення та інтерпретації емпіричних досліджень, що використовуються для оцінювання процесів розробки програмного забезпечення, програмних технологій, інструментів і практик програмної інженерії на основі реальних даних.

Особлива увага приділяється методам збору, аналізу та узагальнення експериментальних і статистичних даних, формуванню та перевірці дослідницьких гіпотез, вибору адекватних методів емпіричного дослідження (контрольований експеримент, квазіексперимент, опитування, кейс-дослідження, аналіз репозиторіїв програмного забезпечення), а також забезпеченню валідності та надійності отриманих результатів. Здобувачі набувають умінь застосовувати кількісні та якісні методи аналізу даних, інтерпретувати результати досліджень, оцінювати вплив різних факторів на якість програмного забезпечення та ефективність процесів його розробки.

МЕТА ДИСЦИПЛІНИ. Метою дисципліни є формування у здобувачів знань і практичних навичок застосування емпіричних методів дослідження у програмній інженерії, опанування методів статистичного аналізу експериментальних даних, отриманих у процесі розробки програмного забезпечення, а також набуття вмінь використовувати сучасні програмні засоби та інструменти обробки даних для оцінювання якості програмних систем і ефективності процесів розробки програмного забезпечення.

ПРЕРЕКВІЗИТИ. Передумовами для вивчення дисципліни є знання та вміння, отримані здобувачами під час вивчення навчальних дисциплін «Вища математика», «Теорія ймовірностей та математична статистика», «Дискретна математика», «Технології створення програмних продуктів».

ПОСТРЕКВІЗИТИ. Знання, вміння та навички, набуті під час вивчення дисципліни, використовуються під час подальшого вивчення дисциплін «Якість та тестування програмного забезпечення» (паралельне вивчення), «Економічна ефективність програмних систем», «Програмування інфокомунікаційних сервісів і систем», «Патерни та фреймворки», а також під час виконання кваліфікаційної роботи.

Заплановані результати навчання за навчальною дисципліною

Знання:

- основні методи статистичного аналізу емпіричних даних у дослідженнях програмної інженерії;
- методи обробки та інтерпретації статистичних даних, отриманих під час дослідження процесів розробки програмного забезпечення;
- принципи дисперсійного аналізу та їх застосування під час оцінювання результатів експериментів;
- основи кореляційного та регресійного аналізу для дослідження залежностей між характеристиками програмних систем;
- статистичні критерії та тести, що застосовуються в емпіричних дослідженнях програмної інженерії;
- можливості сучасних програмних засобів і пакетів для статистичної обробки експериментальних даних.

Уміння:

- виконувати статистичну обробку експериментальних даних, отриманих у процесі дослідження програмних систем;
- застосовувати статистичні методи для аналізу результатів емпіричних досліджень у програмній інженерії;
- визначати характеристики випадкових процесів і закони розподілу експериментальних даних;
- досліджувати залежності між вимірними показниками та будувати емпіричні моделі;
- перевіряти статистичні гіпотези та інтерпретувати результати досліджень;
- застосовувати емпіричні методи для оцінювання продуктивності, якості та надійності програмних систем;
- використовувати програмні засоби статистичного аналізу для розв'язування задач програмної інженерії.

Навички:

- проведення емпіричних досліджень процесів розробки програмного забезпечення;
- збору, систематизації та аналізу експериментальних даних;
- застосування статистичних методів для оцінювання характеристик програмних систем;
- використання сучасних програмних інструментів для статистичної обробки та візуалізації даних;

– інтерпретації результатів емпіричних досліджень і формулювання обґрунтованих висновків щодо ефективності методів і технологій програмної інженерії.

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.

САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи здобувачів відносяться наступні види діяльності:

1. Знайомство з науковою та навчальною літературою відповідно зазначених у програмі тем.
2. Опрацювання лекційного матеріалу.
3. Підготовка до практичних занять.
4. Консультації з викладачем протягом семестру.
5. Самостійне опрацювання окремих питань навчальної дисципліни.
6. Підготовка та виконання індивідуальних завдань у вигляді есе, рефератів тощо.
7. Підготовка до підсумкового контролю.

Тематика та питання до самостійної підготовки та індивідуальних завдань

Тема 1. Дослідження емпіричними засобами об'єктів програмної інженерії
--

1. Формулювання дослідницької проблеми та побудова гіпотез для об'єкта програмної інженерії (програмного модуля, процесу розробки або ІТ-продукту). 2. Розроблення плану емпіричного дослідження (визначення змінних, вибірки, метрик). 3. Збір емпіричних даних із використанням аналізу репозиторіїв коду або тестових артефактів. 4. Оцінювання валідності та надійності експериментального дослідження.
Тема 2. Методи дослідження емпіричних даних 1. Обробка первинних емпіричних даних: очищення, кодування та підготовка до аналізу. 2. Розрахунок описових статистик (середнє, медіана, дисперсія, стандартне відхилення). 3. Візуалізація даних (гістограми, діаграми розсіювання, коробкові діаграми). 4. Порівняльний аналіз двох вибірок емпіричних даних.
Тема 3. Перевірка статистичних гіпотез 1. Формулювання нульової та альтернативної гіпотез для задач програмної інженерії. 2. Використання параметричних критеріїв (t-критерій Стюдента) для перевірки гіпотез. 3. Використання непараметричних критеріїв (критерій Манна–Вітні, χ^2-критерій). 4. Інтерпретація результатів статистичної перевірки та оцінювання рівня значущості.
Тема 4. Елементи дисперсійного аналізу 1. Проведення однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) для оцінювання впливу факторів на якість ПЗ. 2. Побудова таблиці дисперсійного аналізу та інтерпретація її результатів. 3. Порівняння ефективності різних методів розробки або тестування за допомогою ANOVA. 4. Аналіз припущень дисперсійного аналізу (нормальність, гомогенність

дисперсій).

Тема 5. Основи кореляційного та регресійного аналізу

1. Розрахунок коефіцієнта кореляції Пірсона та Спірмена для емпіричних даних.
2. Аналіз взаємозв'язку між складністю коду та кількістю дефектів.
3. Побудова простої лінійної регресійної моделі.
4. Оцінювання адекватності регресійної моделі та інтерпретація її параметрів.

Тема 6. Емпіричні методи оцінки надійності програмного забезпечення

1. Збір та аналіз даних про відмови програмної системи.
2. Розрахунок показників надійності (інтенсивність відмов, MTBF, MTTR).
3. Побудова простої моделі надійності на основі емпіричних даних.
4. Оцінювання впливу тестування на показники надійності програмного забезпечення.

Теми доповідей

Тема 1. Дослідження емпіричними засобами об'єктів програмної інженерії

1. Особливості формулювання дослідницьких проблем у програмній інженерії.
2. Роль гіпотез у проведенні емпіричних досліджень програмних систем.
3. Методи планування емпіричних експериментів у розробці програмного забезпечення.
4. Джерела емпіричних даних у програмній інженерії: репозиторії, журнали помилок, тестові артефакти.
5. Валідність та надійність емпіричних досліджень: загрози та способи їх мінімізації.
6. Використання кейс-стаді та експериментів у дослідженні процесів розробки ПЗ.

Тема 2. Методи дослідження емпіричних даних

1. Основні етапи підготовки емпіричних даних до аналізу.
2. Методи очищення та трансформації даних у програмній інженерії.

3. Описова статистика як інструмент аналізу якості програмного забезпечення.
4. Візуалізація даних у дослідженнях ПЗ: інструменти та підходи.
5. Порівняльний аналіз вибірок у задачах програмної інженерії.
6. Використання сучасних програмних засобів для аналізу емпіричних даних.

Тема 3. Перевірка статистичних гіпотез

1. Формування та перевірка статистичних гіпотез у програмній інженерії.
2. Параметричні методи перевірки гіпотез: можливості та обмеження.
3. Непараметричні критерії в аналізі емпіричних даних програмних систем.
4. Рівень значущості та ризику помилок першого і другого роду.
5. Практичні аспекти застосування статистичних тестів у дослідженнях ПЗ.
6. Інтерпретація результатів статистичних досліджень у програмній інженерії.

Тема 4. Елементи дисперсійного аналізу

1. Дисперсійний аналіз як інструмент оцінювання якості програмного забезпечення.
2. Основи однофакторного ANOVA та його застосування у програмній інженерії.
3. Аналіз впливу факторів на продуктивність і надійність ПЗ.
4. Перевірка статистичних припущень у дисперсійному аналізі.
5. Порівняння методів розробки програмного забезпечення за допомогою ANOVA.
6. Інтерпретація результатів дисперсійного аналізу в емпіричних дослідженнях.

Тема 5. Основи кореляційного та регресійного аналізу

1. Кореляційний аналіз у дослідженні програмних систем: можливості та обмеження.

2. Взаємозв'язок між характеристиками коду та якістю програмного продукту.
3. Методи регресійного аналізу в програмній інженерії.
4. Побудова та інтерпретація лінійних регресійних моделей.
5. Використання регресійних моделей для прогнозування дефектів ПЗ.
6. Оцінювання адекватності та точності регресійних моделей.

Тема 6. Емпіричні методи оцінки надійності програмного забезпечення

1. Поняття надійності програмного забезпечення та методи її оцінювання.
2. Аналіз відмов програмних систем на основі емпіричних даних.
3. Основні показники надійності ПЗ та їх практичне застосування.
4. Моделі надійності програмного забезпечення: огляд та порівняння.
5. Вплив тестування на підвищення надійності програмних продуктів.
6. Використання емпіричних даних для прогнозування відмов програмних систем.

ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

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

Методи діагностики знань (контролю)	Фронтальне опитування, розв'язання практичних завдань, тестування здобувачів, наукові доповіді, реферати, усні повідомлення, залік
--	--

Питання для підсумкового контролю

Тема 1. Дослідження емпіричними засобами об'єктів програмної інженерії

1. Що таке емпіричне дослідження в програмній інженерії?
2. Які основні етапи емпіричного дослідження?
3. Як формулюється дослідницька проблема?
4. Що таке гіпотеза та які її види?
5. Які змінні використовуються в емпіричних дослідженнях?
6. Які існують методи збору емпіричних даних?
7. Що таке валідність дослідження та її види?
8. Як оцінюється надійність емпіричних результатів?

Тема 2. Методи дослідження емпіричних даних

9. Які етапи обробки емпіричних даних?
10. Що таке очищення та кодування даних?
11. Які основні показники описової статистики?
12. Як обчислюється середнє значення, медіана, дисперсія?
13. Які існують методи візуалізації даних?
14. Для чого використовуються гістограми та діаграми розсіювання?
15. Як здійснюється порівняльний аналіз вибірок?

Тема 3. Перевірка статистичних гіпотез

16. Що таке нульова та альтернативна гіпотези?
17. Що означає рівень значущості?
18. Які існують помилки першого і другого роду?
19. У чому сутність t-критерію Стьюдента?
20. Коли застосовуються непараметричні критерії?
21. У чому полягає критерій Манна–Вітні?
22. Для чого використовується χ^2 -критерій?
23. Як інтерпретуються результати статистичної перевірки?

Тема 4. Елементи дисперсійного аналізу

- 24.Що таке дисперсійний аналіз (ANOVA)?
- 25.Які задачі вирішує однофакторний ANOVA?
- 26.Які елементи входять до таблиці дисперсійного аналізу?
- 27.Що таке фактор і рівні фактора?
- 28.Які припущення лежать в основі ANOVA?
- 29.Як перевіряється гомогенність дисперсій?
- 30.Як інтерпретуються результати ANOVA?

Тема 5. Основи кореляційного та регресійного аналізу

- 31.Що таке кореляція та її види?
- 32.Як обчислюється коефіцієнт кореляції Пірсона?
- 33.У чому відмінність між кореляцією Пірсона і Спірмена?
- 34.Як інтерпретується сила та напрям зв'язку між змінними?
- 35.Що таке регресійний аналіз?
- 36.Який вигляд має рівняння лінійної регресії?
- 37.Як оцінюється адекватність регресійної моделі?
- 38.Яке практичне значення регресійного аналізу в програмній інженерії?

Тема 6. Емпіричні методи оцінки надійності програмного забезпечення

- 39.Що таке надійність програмного забезпечення?
- 40.Які основні показники надійності ПЗ?
- 41.Що таке інтенсивність відмов?
- 42.Що означають показники MTBF та MTTR?
- 43.Як здійснюється збір даних про відмови системи?
- 44.Які існують моделі надійності програмного забезпечення?
- 45.Як тестування впливає на надійність ПЗ?

46. Як оцінюється ефективність заходів підвищення надійності?

ОЦІНЮВАННЯ ПОТОЧНОЇ, САМОСТІЙНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ

ЗАЛІК

<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	60
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	20
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.	20
Разом балів за поточний контроль			100
<i>Загальний результат оцінювання</i>			100

¹ Індивідуально-консультативна робота викладача зі здобувачами

Поточний контроль знань здобувачів освіти при формі контролю **залік** (максимум 100 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 60 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 12;
- за виконання завдань для самостійного опрацювання (тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою) (максимум 20 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 4;
- за інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовку наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо (максимум 20- 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 4.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗА ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ

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

(для іспиту / заліку)

Рівень знань оцінюється:

- «відмінно» / «зараховано» А - від 90 до 100 балів. Студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях та семінарських заняттях, під час яких давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат (есе) за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;
- «добре» / «зараховано» В - від 82 до 89 балів. Студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Був присутній на лекціях та семінарських заняттях, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат (есе) за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;
- «добре» / «зараховано» С - від 74 до 81 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. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи, реферату та активність у науково-дослідній роботі;
- «задовільно» / «зараховано» D - від 64 до 73 балів. Студент був присутній не на всіх лекціях та семінарських заняттях, володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи, рефератів (есе);
- «задовільно» / «зараховано» E - від 60 до 63 балів. Студент був присутній не на всіх лекціях та семінарських заняттях, володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки, має неповний конспект з завданнями до самостійної роботи.
- «незадовільно з можливістю повторного складання» / «не зараховано» FX – від 35 до 59 балів. Студент володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.
- «незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни» / «не зараховано» F – від 0 до 34 балів. Студент не володіє навчальним матеріалом.

**ТАБЛИЦЯ ВІДПОВІДНОСТІ ЗАГАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ
ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ЗА РІЗНИМИ ШКАЛАМИ**

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

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Стрелковська І. В., Григор'єва Т. І., Паскаленко В. М. Теорія ймовірностей та математична статистика : методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів [Електронне видання]. Одеса : Міжнародний гуманітарний університет, 2025. 20 с.
2. Стрелковська І. В., Паскаленко В. М. Теорія ймовірностей та випадкові процеси (для фахівців у галузі ІТ-технологій). Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2018. 384 с.
3. Стрелковська І. В., Паскаленко В. М. Математична статистика. Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2019. 110 с.
4. Барковський В., Барковська Н., Лопатін О. Теорія ймовірностей та математична статистика. Київ : Центр навчальної літератури, 2019. 424 с.
5. Кармелюк Г. І. Теорія ймовірностей та математична статистика. Київ : Центр навчальної літератури, 2019. 576 с.
6. Найко Д. А., Шевчук О. Ф. Теорія ймовірностей та математична статистика : навч. посіб. Вінниця : ВНАУ, 2020. 382 с.
7. Стрелковська І. В., Соловська І. М. Ймовірнісний підхід в задачах позиціонування. Гуманітарний і інноваційний ракурс професійної майстерності: пошуки молодих учених : матеріали ІХ Всеукраїнської мультидисциплінарної конференції. Одеса – Львів – Торунь : Liha-Pres, 2023. С. 224–227. <https://doi.org/10.36059/978-966-397-300-5-68>
8. Григор'єва Т. І., Соловська І. М. Сучасні проблеми теорії ймовірностей та математичної статистики : методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів [Електронне видання]. Одеса : Міжнародний гуманітарний університет, 2024. 47 с.
9. Соловська І. М., Григор'єва Т. І. Статистичне моделювання та програмування : методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів [Електронне видання]. Одеса : Міжнародний гуманітарний університет, 2024. 15 с.

Допоміжна

10. Стрелковська І. В., Золотухін Р. В., Григор'єва Т. І. Узагальнена модель оцінки показників функціонування низькошвидкісних мереж зв'язку автоматизованих систем управління. Інфокомунікаційні та комп'ютерні технології. 2022. №1(03). С. 138–153.
11. Григор'єва Т. І., Соловська І. М. Аналіз даних та комп'ютерна статистика : методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів [Електронне видання]. Одеса : Міжнародний гуманітарний університет, 2024. 50 с.
12. Соловська І. М., Григор'єва Т. І. Великі масиви даних : методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів [Електронне видання]. Одеса : Міжнародний гуманітарний університет, 2024. 15 с.
13. Огірко О. І., Галайко Н. В. Теорія ймовірностей та математична статистика : навчальний посібник. Львів : ЛьвДУВС, 2017. 292 с.

14. Пушак Я. С., Лозовий Б. Л. Теорія імовірностей і елементи математичної статистики : навчальний посібник. Львів : УАД, 2006. 428 с.

Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського : вебсайт. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
2. Електронний каталог Національної парламентської бібліотеки України. URL: <http://catalogue.nplu.org/>
3. Український інститут інтелектуальної власності : вебсайт. URL: <http://www.uipv.org/>

Навчальне видання

Григор'єва Тетяна Ігорівна

ЕМПІРИЧНІ МЕТОДИ ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів