

**ДЕРЖАВНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ**

**Система забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти**  
*сертифікована на відповідність ДСТУ ISO 9001:2015 / ISO 9001:2015*

**Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

вченою радою ДТЕУ

(пост. п. 7 від «29» 02 2024 р.)

Ректор



Анатолій МАЗАРАКІ

**ТЕХНОЛОГІЇ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ  
ТА ПРОЕКТУВАННЯ /  
COMPUTER MOLELING AND DESIGN TECHNOLOGIES**

**ПРОГРАМА /  
COURSE SUMMARY**

**Київ 2024**

**Розповсюдження і тиражування без офіційного дозволу ДТЕУ заборонено**

Автори: Г. Т. САМОЙЛЕНКО, кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
А.В. СЕЛІВАНОВА, старший викладач

Програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних наук та інформаційних систем 23.01.2024 р., протокол № 21

Рецензенти: Т.О. ФІЛІМОНОВА, канд. фіз.-матем. наук, доцент.  
С.П. КУДРЯВЦЕВА, канд. техн.н., провідний науковий співробітник Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН України

**ТЕХНОЛОГІЇ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ  
ТА ПРОЕКТУВАННЯ /  
COMPUTER MOLELING AND DESIGN TECHNOLOGIES**

**ПРОГРАМА /  
COURSE SUMMARY**

## ВСТУП

Програма дисципліни «Технології комп'ютерного моделювання та проектування» призначена для здобувачів другого рівня вищої освіти галузі знань 12 «Інформаційні технології», спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», освітньої програми «Комп'ютерні науки», та другого рівня вищої освіти галузі знань 12 «Інформаційні технології», спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», освітньої програми «Інформаційні системи та технології».

Програму підготовлено з урахуванням вимог Стандарту вищої освіти України та відповідних освітньо-професійних програм підготовки магістрів.

Розроблена програма складається з таких розділів:

1. Мета, завдання та предмет дисципліни.
2. Передумови вивчення дисципліни як вибіркової компоненти освітньої програми.
3. Результати вивчення дисципліни.
4. Зміст дисципліни.
5. Список рекомендованих джерел

### **1. МЕТА, ЗАВДАННЯ ТА ПРЕДМЕТ ДИСЦИПЛІНИ**

*Метою* вивчення дисципліни «Технології комп'ютерного моделювання та проектування» є надання поглиблених знань та практичних навичок щодо сучасних методів і технологій проектування інформаційних систем та їх технічного і програмного забезпечення, формування системи знань про інформаційні системи та системи автоматизованого проектування на основі досягнень у сфері інформаційних технологій.

*Завданням* вивчення дисципліни «Технології комп'ютерного проектування» є навчання студентів методам проектування інформаційних систем та технологій, наповнення та підтримання їх в робочому стані.

*Предметом* вивчення дисципліни є методи та технології проектування інформаційних систем та технологій.

### **2. ПЕРЕДУМОВИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ ЯК ВИБІРКОВОЇ КОМПОНЕНТИ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ**

*Знання:*

- принципів побудови інформаційних систем;
- методів і процедур обробки матеріалів дослідження;
- технологій проектування інформаційних систем;
- переваг та недоліків існуючих технологій проектування інформаційних систем;
- методів вдосконалення інформаційних систем;
- методів розрахунку техніко-економічної ефективності інформаційних систем;

- методів та процедур обробки матеріалів дослідження.

*Вміння:*

- аналізувати основні вимоги до моделей та технологій проектування інформаційних систем;
- вибирати і оцінювати технології проектування інформаційних систем;
- приймати управлінські рішення щодо застосування інформаційних управляючих систем та технологій;
- виявляти резерви підвищення ефективності інформаційних систем.

### 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Технології комп'ютерного моделювання та проектування», як вибіркова компонента освітньо-професійної програми, забезпечує оволодіння студентами загальними та фаховими компетентностями і досягнення ними програмних результатів навчання за відповідними освітніми програмами:

*Комп'ютерні науки (ОС «Магістр»)*

| <b>Номер в освітній програмі</b>                                 | <b>Зміст компетентності</b>   | <b>Номер теми, що розкриває зміст компетентності</b> |
|--|---|--|
| <i>Загальні компетентності за освітньо-професійною програмою</i> |   |  |
| ЗК 01  | Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.   | 1,2,3  |
| ЗК 02  | Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.  | 1,2,3,4,6  |
| ЗК 03  | Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.   | 1,2,6  |
| ЗК 06  | Здатність бути критичним і самокритичним.   | 1,2,6,12,13,14                                       |
| ЗК 07  | Здатність генерувати нові ідеї (креативність).  | 12,13,14   |
| <i>Фахові компетентності за освітньо-професійною програмою</i>   |   |  |
| СК 02  | Здатність формалізувати предметну область певного проєкту у вигляді відповідної інформаційної моделі.                                       | 2,5,6,7,8,9  |
| СК 03  | Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області.   | 2,5,6,7,8,9  |
| СК 05  | Здатність розробляти, описувати, аналізувати та оптимізувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення. | 6,7,8,9,10   |
| СК 06  | Здатність застосовувати існуючі і розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук.                                 | 3,4,6,7,8,9,10,11                                    |

|  |   |                  |
|--|---|------------------|
| СК 07  | Здатність розробляти програмне забезпечення відповідно до сформульованих вимог з урахуванням наявних ресурсів та обмежень.  | 6,7,8,9,10,11    |
| СК 08  | Здатність розробляти і реалізовувати проекти зі створення програмного забезпечення, у тому числі в непередбачуваних умовах, за нечітких вимог та необхідності застосовувати нові стратегічні підходи, використовувати програмні інструменти для організації командної роботи над проектом.                        | 3,4,12,13,14     |
| СК 10  | Здатність оцінювати та забезпечувати якість ІТ проєктів, інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення, застосовувати міжнародні стандарти оцінки якості програмного забезпечення інформаційних та комп'ютерних систем, моделі оцінки зрілості процесів розробки інформаційних та комп'ютерних систем. | 12,13,14         |
| СК 11  | Здатність ініціювати, планувати та реалізовувати процеси розробки інформаційних та комп'ютерних систем та програмного забезпечення, включно з його розробкою, аналізом, тестуванням, системною інтеграцією, впровадженням і супроводом.   | 9,10,11,12,13,14 |
| <i>Програмні результати навчання за освітньо-професійною програмою</i> |   |                  |
| РН 4   | Управляти робочими процесами у сфері інформаційних технологій, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів   | 12,13,14         |
| РН 5   | Оцінювати результати діяльності команд та колективів у сфері інформаційних технологій, забезпечувати ефективність їх діяльності.  | 12,13,14         |
| РН 6   | Розробляти концептуальну модель інформаційної або комп'ютерної системи.   | 6,7,8,9,10       |
| РН 7   | Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних моделей.   | 6,7,8,9,10       |
| РН 10  | Проектувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.  | 3,4,6,7,8,9      |
| РН 11  | Створювати нові алгоритми розв'язування задач у сфері комп'ютерних наук, оцінювати їх ефективність та обмеження на їх застосування.   | 3,4,6,7,8,9      |

|  |   |  |
|--|---|--|
| PH 13  | Оцінювати та забезпечувати якість інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.   | 12,13,14   |
| PH 15  | Виявляти потреби потенційних замовників щодо автоматизації обробки інформації.  | 12,13,14   |
| PH 18  | Збирати, формалізувати, систематизувати і аналізувати потреби та вимоги до інформаційної або комп'ютерної системи, що розробляється, експлуатується чи супроводжується. | 6,7,8,9,10   |
| <i>Інформаційні системи та технології (ОС «Магістр»)</i>               |   |  |
| <b>Номер в освітній програмі</b>                                       | <b>Зміст компетентності</b>   | <b>Номер теми, що розкриває зміст компетентності</b> |
| <i>Загальні компетентності за освітньо-професійною програмою</i>       |   |  |
| ЗК 01  | Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.   | 1,12,13,14   |
| ЗК 05  | Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.  | 1,12,13,14   |
| <i>Фахові компетентності за освітньо-професійною програмою</i>         |   |  |
| СК 01  | Здатність розробляти та застосувати ІСТ, необхідні для розв'язання стратегічних і поточних задач.   | 3,4,5,6,7,8,9,10                                     |
| СК 02  | Здатність формулювати вимоги до етапів життєвого циклу сервіс-орієнтованих інформаційних систем.  | 11,12,13,14  |
| СК 03  | Здатність проектувати інформаційні системи з урахуванням особливостей їх призначення, неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог.                           | 6,7,8,9,10,11,12                                     |
| СК 04  | Здатність розробляти математичні, інформаційні та комп'ютерні моделі об'єктів і процесів інформатизації.  | 3,4,5,6,7,8,9  |
| <i>Програмні результати навчання за освітньо-професійною програмою</i> |   |  |
| PH 03  | Приймати ефективні рішення з проблем розвитку інформаційної інфраструктури, створення і застосування ІСТ.   | 11,12,13,14  |
| PH 04  | Управляти процесами розробки, впровадження та експлуатації у сфері ІСТ, які є складними, непередбачуваними і потребують нових стратегічних та командних підходів.       | 8,9,10,11,12,13,14                                   |

|       |  |                    |
|-------|--|--------------------|
| PH 05 | Визначати вимоги до ІСТ на основі аналізу бізнес-процесів та аналізу потреб зацікавлених сторін, розробляти технічні завдання.   | 8,9,10,11,12,13,14 |
| PH 06 | Обґрунтовувати вибір технічних та програмних рішень з урахуванням їх взаємодії та потенційного впливу на вирішення організаційних проблем, організувати їх впровадження та використання.               | 8,9,10,11,12,13,14 |
| PH 07 | Здійснювати обґрунтований вибір проектних рішень та проектувати сервіс-орієнтовану інформаційну архітектуру підприємства (установи, організації тощо).   | 6,7,8,9,10         |
| PH 08 | Розробляти моделі інформаційних процесів та систем різного класу, використовувати методи моделювання, формалізації, алгоритмізації та реалізації моделей з використанням сучасних комп'ютерних засобів | 3,4,5,6,7,8,9,10   |

#### **4. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ**

##### **Тема 1. Методологічні основи комп'ютерного проектування.**

Загальні основи комп'ютерного проектування. Методологічні та математичні моделі комп'ютерного проектування. Системний (структурний) рівень комп'ютерного проектування складних об'єктів. Ієрархія. Ієрархічні рівні додатків. Поняття системного рівня для вирішення загальних завдань проектування систем та процесів. Структурний опис. Поведінковий опис. Низхідне проектування. Висхідне проектування. Математичні моделі об'єктів проектування. Склад математичних моделей, чисельних методів, алгоритмів виконання проектних процедур.

##### **Список рекомендованих джерел**

*Основний: 1 [18-28], 3 [с.33-42]*

*Додатковий: 1 [с. 23-80]*

*Інтернет-ресурси: 1*

##### **Тема 2. Математичні основи комп'ютерного моделювання.**

Математичне моделювання. Об'єкти дослідження. Апарат теорії масового обслуговування для проектування виробничих підприємств, обчислювальних систем та мереж. Приклади математичних моделей. Чисельні методи. Математичне забезпечення (МЗ). Вимоги до математичного забезпечення. Етапи вирішення задач на ЕОМ. Перспективи розвитку МЗ. Об'єкти дослідження. Складність об'єкта. Оператор моделі. Параметри моделі. Цілі моделювання. Метод реалізації моделі. Технології комплексного моделювання.

##### **Список рекомендованих джерел**

*Основний: 3 [с.44-58]*

*Додатковий: 1 [с. 23-80], 3 [с. 1-27]*

*Інтернет-ресурси: 1*

### **Тема 3. CAD- технології. Інтегровані системи автоматизованого проектування конструкцій та технологічних процесів.**

Застосування систем для етапу конструкторського проектування. Функції CAD-систем у ході геометричного проектування – двовимірне (2D) і тривимірне (3D) проектування. Класифікація CAD-систем: «легкі» та «важкі» системи. Призначення та специфіка легких, тобто орієнтованих переважно на 2D-графіку, та важких систем, а саме геометричного моделювання (3D) систем. Основні функції CAD-систем. Технологія комплексної комп'ютеризації сфер промислового виробництва для уніфікації та стандартизації специфікацій промислової продукції на всіх етапах її життєвого циклу.

#### **Список рекомендованих джерел**

*Основний: 1 [57-82], 3 [с.121-137]*

*Додатковий: 2 [с. 45-90], 3 [с. 1-27]]*

*Інтернет-ресурси: 1*

### **Тема 4. CALS-технології. Інтегровані системи автоматизованого проектування конструкцій та технологічних процесів.**

CALS-технології – стандарт ISO 10303 – STEP (Standard of Exchange of Product data), стандарт для обміну даними про промислові вироби). Стандарти Parts Library (P\_Lib) – основні принципи побудови бібліотек з даними про стандартні компоненти промислових виробів. Призначення стандарту ISO 18876 PIDEAS щодо забезпечення взаємодії додатків і організації, що використовують різні стандарти; інтеграція даних і моделей, одержуваних з різних джерел, що розробляються у різних САПР. Стандарт EIA 649 – управління конфігурацією виробів, принципи управління конфігурацією, правила управління внесенням змін до документації, ідентифікація документа, правила взаємозв'язку конфігурації продукту і даних, контроль версій даних і доступу до даних. Розроблення технологічних процесів, синтез керуючих програм для технологічного обладнання з ЧПУ, моделювання процесів обробки. Призначення та функції CAE-систем: процедури аналізу, моделювання, оптимізації проектних рішень. Програми для моделювання полів фізичних величин, розрахунок станів модельованих об'єктів і перехідних процесів у них засобами макрорівня; імітаційне моделювання складних виробничих систем на основі моделей масового обслуговування та мереж Петрі). Створення комплексних (інтегрованих) систем (САПР/АСТПП/ГАП та CAD/CAM). Принципи побудови інтегрованих систем CAE/CAD/CAM систем).

#### **Список рекомендованих джерел**

*Основний: 1 [23-25, 57-80 ], 3 [с.121-144]*

*Додатковий: 2 [с. 45-90], 3 [с. 1-27]*

*Інтернет-ресурси: 1*



## **Тема 5. CASE-технології комп'ютерного проектування.**

Основні ідеї структурних методів. Методи аналізу складних систем. Поняття «чорного ящика». Основні критерії функцій «чорного ящика». Принцип ієрархії як основний принцип розбудови складної системи на підсистеми. Побудова складної системи у вигляді ієрархії «чорних ящиків» та організація зв'язків між ними. Класифікація принципів структурного аналізу. Основні та неосновні принципи. Принципи декомпозиції та ієрархічного упорядкування. Сутність принципів ієрархії, декомпозиції, нотацій. Класифікація структурних методологій та методи їх побудови. Поняття проектної специфікації, міні специфікації. Методи побудови структурних методологій та їх порівняльний аналіз.

### **Список рекомендованих джерел**

*Основний: 2 [с.59-71]*

*Додатковий: 1 [с. 95-120], 3 [с. 1-27]*

*Інтернет-ресурси: 1*

## **Тема 6. Моделювання і моделі ІС.**

Поняття моделі даних (МД). Сильно і слабкоструктуровані МД. Модель «Сутність - зв'язок». Типи зв'язків. Степені зв'язку, залежність по коду. Типи і підтипи. Поняття життєвого циклу об'єкта (екземпляр сутності). Початок, кінець, координація ЖЦ. Обмеження цілісності. Бізнес-правила. Локальні інфологічні моделі. Побудова глобальної інфологічної моделі. Життєвий цикл інженерного виробу. Моделі життєвого циклу розробки ІС. Стандарт ISO/IEC 12207. Задачна модель. Каскадна модель. Спіральна модель. Методологія швидкої розробки додатків Rapid Application Development (RAD).

### **Список рекомендованих джерел**

*Основний: 3 [с.164-178]*

*Додатковий: 1 [с. 95-120], 3 [с. 1-27]*

*Інтернет-ресурси: 1*

## **Тема 7. Концепція методологій SADT та принцип побудови SADT-моделі й декомпозиції діаграм.**

Склад елементів основної моделі SADT: функціональний блок та інтерфейсні дуги. Призначення інтерфейсних дуг. Деталізація діаграм на основі виявлення підфункцій та використання принципу декомпозиції. Поняття батьківської та «нащадкової» діаграм. Принцип спадкування властостей (дуг) батьківських діаграм на діаграмах декомпозиції. Дерево діаграм декомпозиції. Поняття контекстної та декомпонованої діаграм стандарту IDEF0. Принципи декомпозиції та правила використання та переносу інтерфейсних дуг блоків на діаграми нижчих рівнів. Призначення зворотних зв'язків з управління та входу та їх використання на діаграмах IDEF0. Нотація елементів на діаграмах IDEF0 різних рівнів декомпозиції (принцип спадкоємності). Методи оцінювання збалансованості діаграм при їх

декомпозиції. Кількісна оцінка процесу декомпозиції на основі показників збалансованості.

#### **Список рекомендованих джерел**

*Основний: 2 [с. 59-71]*

*Додатковий: 2 [с. 91-104], 3 [с. 1-27]*

*Інтернет-ресурси: 1*

#### **Тема 8. Стандарти для опису потоків робіт та даних при застосуванні CASE-технологій.**

Типи діаграм потоків робіт. Нотація діаграм IDEF3. Основні елементи діаграм та їх призначення – роботи, об'єкт-посилання, перехресті злиття та розгалуження. Принцип побудови сценаріїв та відображення логіки послідовності робіт проекту. Склад і призначення основних елементів діаграм DFD: зовнішні сутності, процеси, системи(підсистеми), сховища даних, потоки даних. Нотація діаграм DFD. Побудова контекстної діаграми на основі визначення однакових процесів, розміщення на одній діаграмі невеликої кількості елементів.

#### **Список рекомендованих джерел**

*Основний: 2[с. 74-79]*

*Додатковий: 2 [с. 91-104], 3 [с. 1-27]*

*Інтернет-ресурси: 1*

#### **Тема 9. Моделювання даних за допомогою діаграм «сутність-зв'язок» (ERD). Стандарти IDEF1, IDEF1X.**

Поняття сутності, зв'язку, атрибуту. Класифікація та призначення зв'язків. Методологія IDEF1. Подання сутності та типів і потужності зв'язків IDEF1. Нотація IDEF1X. Визначення сутності IDEF1X. Відмінності подання та використання сутностей та зв'язків у стандартах IDEF1 та IDEF1X. Ідентифікація сутності за допомогою ключового (ключова область) та не ключового (область даних) полів. Залежні та незалежні сутності. Визначення атрибутів та груп атрибутів. Ідентифікуючі та не ідентифікуючі сутності.

#### **Список рекомендованих джерел**

*Основний: 3 [с.158- 180]*

*Додатковий: 1 [с. 120-180], 3 [с. 1-27]*

*Інтернет-ресурси: 1*

#### **Тема 10. Моделювання інформаційного забезпечення.**

Моделювання даних. Метод IDEF1. Відображення моделі даних в інструментальному засобі ERwin. Інтерфейс Erwin. Рівні відображення моделі. Створення логічної моделі даних. Рівні логічної моделі даних. Сутності та атрибути. Типи сутностей та ієрархія наслідування. Ключі. Нормалізація даних. Домени. Створення фізичної моделі. Рівні фізичної моделі. Пряме та зворотнє проектування. Генерація коду клієнтської частини за допомогою ERwin. Генерація коду у Visual

Basic. Створення звітів. Генерація словників.

### **Список рекомендованих джерел**

*Основний: 3 [с.158- 180]*

*Додатковий: 1 [с. 120-180], 3 [с. 1-27]*

*Інтернет-ресурси: 1*

## **Тема 11. Уніфікована мова візуального моделювання Unified Modeling Language (UML).**

Мови моделювання предметних областей. Загальна характеристика та історія створення UML. Огляд мови UML (сутності, відношення, представлення). Діаграми в UML. Класи і стереотипи класів. Асоціативні класи. Основні елементи діаграм взаємодії – об'єкти, повідомлення. Діаграми стану: початковий стан, кінцевий стан, переходи. Вкладеність станів. Діаграми втілення: підсистеми, компоненти, зв'язки. Стереотипи компонент. Діаграми розміщень. Механізми розширення в UML.

### **Список рекомендованих джерел**

*Основний: 3 [с. 183-197]*

*Додатковий: 1 [с. 210-260], 3 [с. 1-27]*

*Інтернет-ресурси: 1,2*

## **Тема 12. Етапи проектування ІС із застосуванням UML.**

Взаємозв'язки між діаграмами. Етапи проектування інформаційної системи. Моделювання бізнес-прецедентів. Розробка моделі бізнес-об'єктів. Розробка концептуальної моделі даних. Розробка вимог до системи. Аналіз вимог та попереднє проектування системи. Розробка моделей баз даних. Проектування фізичної реалізації системи.

### **Список рекомендованих джерел**

*Основний: 3 [с. 183-197]*

*Додатковий: 1 [с. 210-260], 3 [с. 1-27]*

*Інтернет-ресурси: 1*

## **Тема 13. Основні поняття та методологія управління ІТ-проектами.**

Проект. Основні види ІТ-проектів. Управління ІТ-проектами. Модель управління проектами. Життєвий цикл ІТ-проекту. Функції та підсистеми ІТ-проєкту. Ціль та стратегія проекту. Учасники проекту. Особливості проектів розробки та розвитку програмного забезпечення. Основні фази програмного процесу Моделі життєвого циклу програмного забезпечення та основні стандарти ЖЦ ПЗ. Основні та допоміжні процеси ЖЦ ПЗ: Каскадна модель. V-подібна модель. Ітераційна, спіральна й інкрементна моделі. Організаційні процеси життєвого циклу програмних засобів. Загальні вимоги, які висувають до технології створення програмного забезпечення. Методології розробки програмного забезпечення.

## Список рекомендованих джерел

*Основний: 2 [с. 151-167],*

*Додатковий: 1 [с. 280-315], 3 [с. 1-27]*

*Інтернет-ресурси: 1*

### Тема 14. Технології створення програмного забезпечення.

Agile і Lean: принципи розробки ПЗ. Методологія Agile. Головні ідеї Agile. Методологія Scrum. Scrum команда - ролі та обов'язки. Заходи та артефакти. Основні методи розробки ПЗ: гнучкі методології – Scrum. Kanban. RUP (Rational Unified Process). DSDM (Dynamic Systems Development Model). RAD (Rapid Application Development). Microsoft Solutions Framework (MSF). XP (Extreme Programming).

## Список рекомендованих джерел

*Основний: 2 [с. 244-312],*

*Додатковий: 1 [с. 280-315], 3 [с. 1-27]*

*Інтернет-ресурси: 1*

## 5. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

### Основний:

1. Донченко М. В. Технології комп'ютерного проектування: навч. посіб. / М. В. Донченко - Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. - 364 с.
2. Шаховська Н. Б. Проектування інформаційних систем : навчальний посібник / Н. Б. Шаховська, В. В. Литвин ; за наук. ред. В. В. Пасічника ; М-во освіти і науки України. - Л. : Магнолія 2021. - 380 с.
3. Левус Є. В. Життєвий цикл програмного забезпечення : навчальний посібник / Є. В. Левус, Т. А. Марусенкова, О. О. Нитребич. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2017. – 207 с.

### Додатковий:

1. Воробієнко П.П., Нікітюк Л.А., Різніченко П.І. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : Підручник для вищих навчальних закладів / П.П., Воробієнко, Л.А Нікітюк. П.І. Різніченко. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: Підручник для вищих навчальних закладів-К.:САММІТ – КНИГА, 2010 -640с.
2. Анісімов А.В. Інформаційні системи та бази даних: Навчальний посібник для студентів факультету комп'ютерних наук та кібернетики. / Анісімов А.В., Кулябко П.П. – Київ. – 2017. – 110 с.
3. Самойленко Г.Т. Технології комп'ютерного моделювання та проектування: Методичні рекомендації до лабораторних занять / Г.Т. Самойленко, А.В. Селіванова, Ю.Ю.Юрченко. – Київ: Державний торговельно-економічний ун-т, 2024. – 27 с.

### Інтернет-ресурси:

1. Проектування інформаційних систем: Загальні питання теорії проектування ІС (конспект лекцій) [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 122

«Комп'ютерні науки» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: О. С. Коваленко, Л. М. Добровська. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,02 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 192с.: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/33651/1/PIS\\_KL.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/33651/1/PIS_KL.pdf)

\*- Курсивом виділені джерела, що є в бібліотеці ДТЕУ