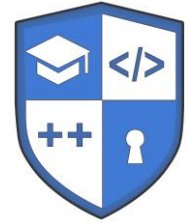




**ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерна інженерія»

другого рівня вищої освіти

за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія

галузі знань 12 Інформаційні технології

кваліфікація Магістр з комп'ютерної інженерії

Розглянуто на засіданні кафедри
Протокол №13 від 31 березня 2022 року

м. Кропивницький – 2022

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до дисципліни
3. Мета і завдання дисципліни
4. Формат дисципліни
5. Результати навчання
6. Обсяг дисципліни
7. Пререквізити
8. Технічне і програмне забезпечення / обладнання
9. Політика курсу
10. Навчально-методична карта дисципліни
11. Система оцінювання та вимоги
12. Рекомендована література

Назва дисципліни	Технології проектування комп'ютерних систем
Викладач	Лектор – Буравченко Костянтин Олегович, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення, http://kbpz.kntu.kr.ua/byravchenko-konstantin/ https://scholar.google.com.ua/citations?user=nvjzvagAAAAJ Асистент – Савеленко Олена Костянтинівна, викладач кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення, http://kbpz.kntu.kr.ua/savelenko-olena/ https://scholar.google.com.ua/citations?user=uBAG7CUAAAAJ&hl=uk
Контактний телефон	службовий: (0522)390-449 – робочі дні з 8 ³⁰ до 14 ²⁰ Мобільні телефони / Viber / Telegram надано у описі курсу «Технологія проектування програмних систем» на сервері дистанційної освіти ЦНТУ.
E-mail:	У описі курсу «Технологія проектування програмних систем» на сервері дистанційної освіти ЦНТУ.
Консультації	<i>Очні консультації</i> згідно розкладу консультацій Вівторок та Середа з 14 ²⁰ до 15 ⁴⁰ <i>Он-лайн</i> - е-листування, вебіари на платформі Zoom

2. Анотація дисципліни

Курс «Технології проектування комп'ютерних систем» призначений для отримання студентами знання, уміння і навичок для побудови алгоритмічних методик вирішення проектних задач і процедур на етапах проектування засобів обчислювальної техніки та виробів електронної техніки, завданням вивчення дисципліни є формування у студентів: системного мислення; навичок використання комп'ютера, як засобу автоматизованого проектування КС; застосування сучасних комп'ютерних технологій для реалізації задач створення систем автоматизованого проектування та їх супроводження в процесі експлуатації; засвоєння знань, навичок та вмінь, необхідних інженеру під час практичної діяльності на підприємстві за фахом в сучасних ринкових умовах для вирішення фахових питань. На базі здобутих під час вивчення дисципліни ТПКС знань та вмінь, фахівцем вирішуватимуться основні професійні задачі, що потребують розуміння принципів автоматизованого проектування, розробки власних систем автоматизованого проектування КС та застосування наявних на ринку програмних продуктів систем автоматизованого проектування для розробки КС. Курс ТПКС охоплює ключові розділи побудови та подальшого розвитку систем автоматизованого проектування виробів електронної техніки на рівні передових досягнень науки в даній сфері.

3. Мета і завдання дисципліни

Метою викладання дисципліни «Технологія проектування програмних систем» призначений для набуття теоретичних знань стосовно: тенденцій розвитку САПР; основних термінів та визначень; принципів побудови та функціонування САПР; методів, алгоритмів та програм моделювання на усіх рівнях проектування комп'ютерних систем; проведення порівняльного аналізу; методів пошуку оптимальних рішень, формування у студентів базових теоретичних знань та практичних навичок.

Завданнями дисципліни є набуття здобувачами таких програмних компетентностей:

- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

- Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
- Здатність використовувати засоби і системи автоматизації проектування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж.
- Здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати комп'ютерні системи та мережі різного виду та призначення.
- Готовність брати участь у роботах з впровадження комп'ютерних систем та мереж, введення їх до експлуатації на об'єктах різного призначення;
- Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем та їхніх компонентів шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання.
- Здатність проектувати системи та їхні компоненти з урахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі, включаючи створення, налаштування, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію.

4. Формат дисципліни

Для денної форми навчання:

Викладання курсу передбачає для засвоєння дисципліни традиційні лекційні заняття із застосуванням мультимедійних презентацій, у поєднанні з лабораторними заняттями. Формат очний (*Face to face*)

Для заочної форми навчання:

Під час сесії формат очний (*Face to face*), у міжсесійний період – дистанційний (*online*).

5. Результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни “Технологія проектування програмних систем” студент буде:

знати

- розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж.
- мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах.
- мати знання основ економіки та управління проектами.

вміти

- застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.
- вміти розв'язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності.
- вміти здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії.
- вміти оцінювати отримані результати та аргументовано захищати прийняті рішення.

набуде навичок автономії і відповідальності:

- Усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань, удосконалення креативного мислення.
- Якісно виконувати роботу та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики.

6. Обсяг дисципліни

Ознака дисципліни, вид заняття	Кількість годин
Рекомендації щодо семестру вивчення	1
Спеціальність	123 Комп'ютерна інженерія
Кількість кредитів / годин	3/90
Кількість змістових модулів	2
Нормативна / вибіркова	вибіркова
лекції	14.
лабораторні	28..
самостійна робота	18.
Вид підсумкового контролю : екзамен	екзамен.

7. Пререквізити

Дисципліну краще вивчати після наступних дисциплін: «Вища математика», «Організація баз даних», «Комп'ютерна логіка», «Комп'ютерна схемотехніка», «Архітектура комп'ютерів».

8. Технічне і програмне забезпечення / обладнання

Для викладання дисципліни «Технологія проектування програмних систем» застосовується потужна матеріально-технічна база кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення: мультимедійний проектор Epson EB-X41, спеціалізовані комп'ютерні лабораторії з персональними комп'ютерами Athlon II 215x2 (10 шт.), Athlon 2.4, (15 шт.), AMD Sempron LE-1150 (18 шт.), AMD Duron 1,2 GHz (15 шт.), програмне забезпечення вільного кросплатформового середовища P-CAD 2006, пакети прикладних програм власного виробництва, онлайн версія безкоштовного математичного пакета SMath Studio - SMath Studio Cloud, відкрита бездротова мережа Wi-Fi, вільний доступ до Інтернету.

9. Політика дисципліни

Академічна доброчесність:

Очікується, що студенти будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення. Детальніше за посиланням URL : <http://www.kntu.kr.ua/doc/dobro.pdf>

Відвідування занять

Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають лекції і лабораторні заняття курсу. Пропущені заняття повинні бути відпрацьовані не пізніше, ніж за тиждень до залікової сесії.

Поведінка на заняттях

Недопустимість: запізнь на заняття, списування та плагіат, несвоєчасне виконання поставленого завдання.

При організації освітнього процесу в Центральноукраїнському національному технічному університеті студенти, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу; Положення про організацію вивчення навчальних дисциплін вільного вибору; Положення про рубіжний контроль успішності і сесійну атестацію студентів ЦНТУ; Кодексу академічної доброчесності ЦНТУ.

10. Навчально-методична карта дисципліни

Тиждень, дата, академічні години	Тема, основні питання (розкривають зміст і є орієнтирами для підготовки до модульного і підсумкового контролю)	Форма діяльності (заняття) /формат	Матеріали	Література, інформаційні ресурси	Завдання, години	Вага оцінки	Термін виконання
Змістовний модуль 1. Загальна характеристика САПР комп'ютерних систем							
Тиж.1 (за розкладом) (2 год.)	Тема 1. Технологія проектування програмних систем та мереж. Сутність дисципліни, область її застосування. 1. Вступ 2. Загальні положення і задачі створення САПР 3. Вимоги, що пред'являються до САПР 4. Реалізація структури САПР	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	[1, 6, 7,10]	Самостійно опрацювати матеріал: Реалізація структури САПР (2 год.)	5 балів	Самостійна робота до 2 тижня включно
Тиж.3 (за розкладом) (2 год.)	Тема 2. Методологія проектування КС. 1. Визначення та суть інженерного проектування 2. Методологія проектування 2.1 Визначення та суть методології проектування 2.2 Інформація про виріб по етапах його ЖЦ 2.3 Визначення та суть CALS-технологій 2.4 Призначення і область застосування CALS – технологій	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	[1, 10, 11]	Самостійно опрацювати матеріал: Життєвий цикл програмного забезпечення (2 год.)	5 балів	Самостійна робота до 4 тижня включно

	3. Класифікація методологій проектування комп'ютерних систем						
Тиж.5 (за розкладом) (2 год.)	Тема 3. Об'єкт проектування. Процес проектування. 1. Сутність поняття «об'єкт проектування» і поняття «формалізація» 2. Класифікація об'єктів проектування 3. Організація технічного процесу проектування ОП 4. Декомпозиція задач і системний підхід 5. Принципи проектування	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	[1, 7-9]	Самостійно опрацювати матеріал: Класифікація об'єктів проектування (2 год.)	5 балів	Самостійна робота до 6 тижня включно
Тиж.1-3 (за розкладом) (6 год.)	Тема 3. Об'єкт проектування. Процес проектування. Декомпозиція проектної задачі об'єкту проектування по етапам проектування.	Лабораторна робота / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	[13] [32, с.15 (Лб№ 2)]		5 балів	Самостійна робота до 3 тижня включно
Тиж.7 (за розкладом) (2 год.)	Тема 4.Етапи і рівні проектування. 1. Етапи і рівні проектування 1.1 Етапи проектування 1.2 Рівні проектування 1.3 Базові підсистеми САПР 2 Підсистеми САПР 2.1 Інформаційна підсистема 2.2 Підсистема пошуку рішень технічної задачі 2.3 Підсистема інженерного аналізу 2.4 Підсистема ведення і виготовлення документації 3 Призначення підсистем САПР	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	[1,7-10] [14-16]	Самостійно опрацювати матеріал: Підсистеми пошуку рішень технічного завдання і інженерного аналізу (2 год.)	5 балів	Самостійна робота до 8 тижня включно

Тиж.4-6 (за розкладом) (6 год.)	Тема 4.Етапи і рівні проектування. Визначення структури даних ОП.	Лабораторна робота / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	[32, с.22 (ЛБ№ 3)]		5 балів	Самостійна робота до 6 тижня включно
Максимальна кількість балів за змістовим модулем I						30 балів	
Змістовний модуль 2. Методологія проектування КС. Комплекс засобів автоматизованого проектування							
Тиж.9 (за розкладом) (2 год.)	Тема 5. Класифікація САПР. 1 Загальне положення класифікації САПР 2 Класифікація по етапах розвитку ЕОМ 3 Класифікація по класах використовуваних ЕОМ 4 Класифікація по можливостях, пропонуваним користувачам САПР 5 Класифікація по маршрутах проектування ВЕТ 5.1 ІНСАПР 5.2 ССАПР 5.3 САВПР 5.4 ГСАПР 6 Питання освоєння і подальшого розвитку САПР ВЕТ	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	[1, 4,8,11] [13,15]	Самостійно опрацювати матеріал: Класифікація САПР по етапам і рівням проектування (4 год.)	5 балів	Самостійна робота до 10 тижня включно
Тиж.7-9 (за розкладом) (6 год.)	Тема 5. Класифікація САПР. Розробка технічного завдання на рішення проектної задачі створення САПР/компонентів САПР.	Лабораторна робота / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	[32, с.86 (ЛБ№ 10)]		5 балів	Самостійна робота до 9 тижня включно
Тиж.11 (за розкладом) (2 год.)	Тема 6. Завдання синтезу і аналізу. 1 Загальні положення 2 Синтез і аналіз технічних рішень 2.1 Структурний синтез 2.2 Синтез припустимих технічних рішень	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	[1, 6,8,11] [13,15]	Самостійно опрацювати матеріал: Методи оптимізації в проектуванні технічних систем (4год.)	5 балів	Самостійна робота до 12 тижня включно

	<p>3. Методологія розв'язання задач структурного синтезу</p> <p>3.1 Параметричний синтез</p> <p>3.2 Математичне моделювання й параметричний синтез</p> <p>3.3 Методи оптимізації в проектуванні технічних систем</p> <p>4 Вибір раціональних варіантів рішення технічного завдання</p> <p>4.1 Послідовний аналіз</p> <p>4.2 Метод Парето</p> <p>4.3 Метод гілок і меж.</p>						
<p>Тиж.13 (за розкладом) (2 год.)</p>	<p>Тема 7. Математичне забезпечення САПР. Математичне моделювання в САПР.</p> <p>1 Структура математичного забезпечення САПР</p> <p>2 Математичні моделі</p> <p>2.1 Чисельні методи рішення рівнянь, обчислень, пошук екстремумів</p> <p>2.2 Алгоритми задач проектування</p> <p>3 Математичне моделювання в САПР</p> <p>3.1 Загальні положення</p> <p>3.2 Класифікація моделей</p> <p>3.3 Класифікація математичних моделей</p> <p>3.3.1 Критерій 1</p> <p>3.3.2 Критерій 2</p> <p>3.3.3 Критерій 3</p> <p>3.3.4 Критерій 4</p> <p>4 Методи одержання ММ</p>	<p>Лекція / <i>Face to face</i></p>	<p>Презентація</p>	<p>[1, 4,6-9] [13-15]</p>	<p>Самостійно опрацювати матеріал: Алгоритми задач проектування (2 год.)</p>	<p>5 балів</p>	<p>Самостійна робота до 14 тижня включно</p>
<p>Тиж.10-12 (за розкладом)</p>	<p>Тема 7. Математичне забезпечення САПР. Математичне моделювання</p>	<p>Лабораторна робота / <i>Face to face</i></p>	<p>Методичні рекомендації</p>	<p>[32, с.26 (ЛБ№ 4)]</p>		<p>5 балів</p>	<p>Самостійна робота до 12 тижня</p>

(6 год.)	в САПР. Визначення математичної моделі ОП.						включно
Тиж.13, 14 (за розкладом) (4 год.)	Тема 7. Математичне забезпечення САПР. Математичне моделювання в САПР. Визначення методу рішення проектної задачі у відповідності з вибраною математичною моделлю.	Лабораторна робота / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	[32, с.58 (ЛБ№ 8)]		4 бали	Самостійна робота до 14 тижня включно
Максимальна кількість балів за змістовим модулем І						30 балів	
Максимальна кількість балів за екзамен						40 балів	

11. Система оцінювання та вимоги

Види контролю: поточний, підсумковий.

Методи контролю: спостереження за навчальною діяльністю, усне опитування, письмовий контроль, тестовий контроль.

Форма підсумкового контролю: екзамен.

Контроль знань і умінь (поточний і підсумковий) з дисципліни «Технологія проектування програмних систем» здійснюється згідно з кредитною трансферно-накопичувальною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100-бальною шкалою. Він складається з рейтингу навчальної роботи (засвоєння теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи, виконання лабораторних для оцінювання якої призначається 60 балів, та екзамену, максимальна оцінка за який складає 40 балів.

Розподіл балів, які отримують студенти при вивченні дисципліни «Технологія проектування програмних систем»

Поточний контроль та самостійна робота												Екзамен	Сума
Змістовий модуль 1						Змістовий модуль 2							
T1	T2	T3		T4		T5		T6	T7				
L1	L2	L3	LP1	L4	LP2	L5	LP3	L6	L7	LP4	LP5	40	100
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		

Примітка: T1, T2, ..., T15 – тема, Л – теоретичні (лекційні) заняття, ЛР – лабораторні заняття

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	задовільно
60-63	E	

35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Критерії оцінювання. Еквівалент оцінки в балах для кожної окремої теми може бути різний, загальну суму балів за тему визначено в навчально-методичній карті. Розподіл балів між видами занять (лекції, лабораторні заняття, самостійна робота) можливий шляхом спільного прийняття рішення викладача і студентів на першому занятті:

оцінку «відмінно» (90-100 балів, А) – заслуговує студент, який:

- всебічно, систематично і глибоко володіє навчально-програмовим матеріалом;
- вміє самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, використовує набуті знання і вміння у нестандартних ситуаціях;
- засвоїв основну і ознайомлений з додатковою літературою, яка рекомендована програмою;
- засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни та усвідомлює їх значення для професії, яку він набуває;
- вільно висловлює власні думки, самостійно оцінює різноманітні життєві явища і факти, виявляючи особистісну позицію;
- самостійно визначає окремі цілі власної навчальної діяльності, виявив творчі здібності і використовує їх при вивченні навчально-програмового матеріалу, проявив нахил до наукової роботи.

оцінку «добре» (82-89 балів, В) – заслуговує студент, який:

- повністю опанував і вільно (самостійно) володіє навчально-програмовим матеріалом, в тому числі застосовує його на практиці, має системні знання достатньому обсязі відповідно до навчально-програмового матеріалу, аргументовано використовує їх у різних ситуаціях;
- має здатність до самостійного пошуку інформації, а також до аналізу, постановки і розв'язування проблем професійного спрямування;
- під час відповіді допустив деякі неточності, які самостійно виправляє, добирає переконливі аргументи на підтвердження вивченого матеріалу;

оцінку «добре» (74-81 бал, С) – заслуговує студент, який:

- в загальному роботу виконав, але відповідає на екзамені з певною кількістю помилок;
- вміє порівнювати, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому самостійно застосовувати на практиці, контролювати власну діяльність;
- опанував навчально-програмовий матеріал, успішно виконав завдання, передбачені програмою, засвоїв основну літературу, яка рекомендована програмою;

оцінку «задовільно» (64-73 бали, D) – заслуговує студент, який:

- знає основний навчально-програмовий матеріал в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії;
- виконує завдання, але при рішенні допускає значну кількість помилок;
- ознайомлений з основною літературою, яка рекомендована програмою;
- допускає на заняттях чи екзамені помилки при виконанні завдань, але під керівництвом викладача знаходить шляхи їх усунення.

оцінку «задовільно» (60-63 бали, E) – заслуговує студент, який:

- володіє основним навчально-програмовим матеріалом в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії, а виконання завдань задовольняє мінімальні критерії. Знання мають репродуктивний характер.

оцінка «незадовільно» (35-59 балів, FX) – виставляється студенту, який:

– виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

оцінку «незадовільно» (35 балів, F) – виставляється студенту, який:

– володіє навчальним матеріалом тільки на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів або не володіє зовсім;

– допускає грубі помилки при виконанні завдань, передбачених програмою;

– не може продовжувати навчання і не готовий до професійної діяльності після закінчення університету без повторного вивчення даної дисципліни.

12. Рекомендована література

Базова

1. Luo Y. (Ed.) Cooperative Design Visualization and Engineering, CDVE 2017. Springer, 2017. — 300 p. — ISBN 978-3319668048
2. Б.І. Масловський, В.І. Дровозов, О.В. Коба Технології проектування комп'ютерних ситем. Київ, 2015. — 500 p. — ISBN 978-966-598-920-2
3. Кочуров В.А. Инновационные технологии в системах автоматизированного проектирования /В.А. Кочуров, А.В. Бородуля, И.Л. Ковалёва, В.В. Напрасников, С.Е. Пекарчик/. — Учебно-методическое пособие. — Минск: БНТУ, 2017. — 111 с. — ISBN 978-985-550-703-2.
4. Малюх В. Введение в современные САПР. Курс лекций. — К: ДМК Пресс, 2010. — 192 с. (OCR)
5. Матусевич Т.В. Моделирование деталей средствами компьютерной графики. Учебно-методическое пособие. — Минск: БГУИР, 2013. — 50 с.
6. Молодова Ю.И., Цветков В.А. Создание параметрической модели в редакторе APM Graph. СПб.: Университет ИТМО, 2019. — 27 с.
7. 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.
8. Соколов В.Ю. Інформаційні системи і технології : Навч. посіб. / Соколов В.Ю. – К. : ДУІКТ, 2010. – 138 с.
9. Николайчук Я.М., Возна Н.Я., Пітух І.Р. Проектування спеціалізованих комп'ютерних систем /Навчальний посібник. – Тернопіль: ТзОВ «Терно-граф», 2010. – 392 с.
10. Павлиш В. А. Основи інформаційних технологій і систем: Навчальний посібник. / Павлиш В. А., Гліненко Л. К. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 500 с.
11. Пушкар, М.С. П 91 Проектування систем автоматизації [Текст]: навч. посібник /М.С. Пушкар, С.М. Проценко – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 268 с.
12. Савеленко О.К., Лисенко І.А., Іванченко О.О. CASE-технології у проектуванні інформаційних систем: Навчальний посібник.- Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф. 2018.-240 с.
13. Савеленко О.К., Якименко Н.М., Колодочкіна А.В., Сорокін В.В. Технологія проектування програмних систем: Навчальний посібник. - Кропивницький: Лисенко В.Ф., 2017. - 308 с.
14. Свеленко О.К. Технологія проектування програмних систем / Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів денної і заочної форми навчання за спеціальностями «Комп'ютерна інженерія» – Кропивницький: ЦНТУ – 2018. – 153 с.

Допоміжна

15. Shaler Stidham Jr. Optimal Design of Queueing Systems. Chapman and Hall/CRC, 2009. 384 p. - ISBN-10: 158488076

16. Битюцкий В.П., Битюцкая С.В. Математическое обеспечение автоматизации проектирования. Учебное пособие. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2015. — 72 с. — ISBN 978-5-7996-1447-8.
17. Гришенцев А.Ю., Гурьянов А.В. и др. Виртуализация и программное обеспечение в системах автоматизированного проектирования. Учебное пособие. — СПб.: Университет ИТМО, 2017. — 60 с.
18. Гришенцев А.Ю., Гурьянов А.В. и др. Математическое обеспечение в системах автоматизированного проектирования. Учебное пособие. — СПб: Университет ИТМО, 2017. — 88 с.
19. Крысова И.В. и др. Основы САПР. Учебное пособие / И. В. Крысова, М.Н. Одинец, Т.М. Мясоедова, Д.С. Корчагин. — Омск : Изд-во ОмГТУ, 2017. — 92 с.: ил. — ISBN 978-5-8149-2423-0.
20. Попов Д.М. Системы автоматизированного проектирования. Учебное пособие / Д.М. Попов; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2012. – 148 с.
21. Федоров, Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: проектирование и разработка [Текст] / Ю.Н. Федоров. – ООО ПФ «Полиграф книга», 2008. – 926 с

Інформаційні ресурси

22. P-CAD 2006 - система проектування друкованих плат [Веб-сайт]
23. SMath Studio Wiki [Електронний ресурс] : [Веб-сайт].
24. Курс «Технології проектування програмних систем» на сервері дистанційної освіти ЦНТУ.