

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ ТА ЕНЕРГЕТИКИ
КАФЕДРА АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

АВТОМАТИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТРОЇВ АВТОМАТИКИ

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи для
студентів денної та заочної форми навчання за спеціальністю:
151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Освітній рівень - магістр

Затверджено на засіданні кафедри
автоматизації виробничих процесів
Протокол № 8 від «26» січня 2021р.

Кропивницький 2020

Автоматичне проектування пристроїв автоматики : методичні вказівки для виконання самостійної роботи студентів денної та заочної форми навчання за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології / [уклад. : Л.Г. Віхрова, М.С Мірошніченко., О.М. Сербул] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. автоматизації виробничих процесів. - Кропивницький : ЦНТУ, 2021. - 17 с.

Укладачі: Віхрова Л.Г. – кандидат технічних наук, професор каф. АВП;
Мірошніченко М.С. – кандидат технічних наук, доцент каф. АВП;
Сербул О.М. – кандидат технічних наук, доцент каф. АВП;

Рецензент: Кириченко А.М. – докт.техн.наук, професор

© Віхрова Л.Г., Мірошніченко М.С., Сербул О.М.

ВСТУП

Одним з найважливіших завдань проектування, є вивчення комплексу технічного забезпечення систем автоматизованого проектування, вміння застосовувати його в конкретних технічних системах.

Якісне вивчення баз даних систем автоматизованого проектування та систем управління та вміння застосовувати їх на практиці при проектуванні конкретної САПР. Отримання навичків у побудові окремих елементів та систем автоматизованого проектування в цілому на основі комплексу загальних методологій побудови САПР, їх надійності та можливості застосування у конкретних схемах.

Створення нових автоматизованих технологічних виробництв передбачає широке впровадження елементів автоматизованого проектування на основі досягнень науки та техніки, що забезпечує підвищення продуктивності та поліпшення умов праці.

Курс складається із 2-х модулів (0-60 балів).

Модуль 1. (0-30 бали)

Тема 1 «Вступ в автоматизацію проектування САУ»:

САПР як нові засоби проектування. САУ як об'єкти проектування. САПР як нові засоби проектування. Підсистеми та компоненти САПР. Етапи розвитку САПР САУ.

Тема 2 «Процес проектування САУ та його автоматизація»:

Мета, критерії та умови обмежень. Дерево цілей проектування.

Технічне завдання. Етапи проектування і проектні процедури.

Вимоги та склад проекту. Схема порядку документообігу. Оригінал проекту.

Тема 3. Моделі процесу проектування в САУ.

Аналіз можливостей автоматизації процесу проектування. Функціонал якості проекту. Ієрархічна структура процесу проектування САУ. Аналіз можливостей автоматизації процесу проектування. Оцінка техніко-економічної ефективності автоматизації проектування.

Тема 4. Структура системи автоматизації проектування САУ.

Концепція, принципи та їх структурна реалізація. Процес створення САПР. Автоматичні САПР та людино-машинні системи. Технічне забезпечення САПР. Локальні мережі.

Тема 5. Математичне забезпечення.

Поняття математичної моделі. Класифікація моделей. Ієрархічний принцип побудови. Представлення та побудова математичних моделей за допомогою диференційних рівнянь. Еліптичне, параболічне та гіперболічне рівняння. Математичні моделі на основі кінцевих автоматів. Математичні методи та алгоритми.

Тема 6. Програмне та інформаційне забезпечення.

Визначення та класифікація. Склад та призначення. Системне, базове та прикладне ПЗ, Операційна система та її складові. Прикладне програмне забезпечення САПР. Методологічне та організаційне забезпечення.

Тема 7. Автоматизація побудови математичних моделей та їх застосування в САПР.

Методи побудови математичних моделей. Вивід математичних моделей в аналітичному вигляді. Спрощення та перетворення математичних моделей на ЕОМ.

Тема 8. Моделювання САУ.

Методи моделювання та їх застосування в САПР. Імітаційне та напівнатурне моделювання. Приведення математичних моделей САУ до виду, зручного для моделювання. Форма Коші.

1.Поточний тестовий контроль (ПТК). (0-10 балів)

Критерії оцінювання:

- Неправильна відповідь – 0 балів;
- Вірна відповідь – 1-2 бали.

2.Виконання лабораторної роботи (ВПР). (0-10 балів)

Лабораторна робота №1 «Створення принципів електричних схем».

Лабораторна робота №2 «Верифікація схеми (перевірка на помилки)».

Лабораторна робота №3 «Розробка друкованої плати».

Критерії оцінювання:

- Невиконана робота – 0 балів;
- Виконана робота – 1 бал;
- Виконана та оформлена робота – 2 бала;
- Виконана, оформлена та захищена робота – 3 бала;

3.Самостійна робота студента (СРС). (0-10 балів)

Тема: «Перспективи розвитку автоматизованого проектування. Комплексна автоматизація проектування та виготовлення виробів.»

Тема: «Типові проектні процедури. Класифікація. Задачі аналізу та синтезу. Типова послідовність проектних процедур.Режими проектування в САПР.»

Тема:« Математичні моделі.Класифікація.Методика отримання.»

Тема: «Структура програмного забезпечення САПР. Інформаційна взаємодія програм та банків даних. Приклади пакетів ПП в підсистемах САПР.»

Тема: «Архітектура програмного забезпечення САПР. Основні компоненти. Взаємодія підсистем. Методи розробки ПЗ. Вибір мови програмування. Організація та засоби розробки ПЗ.»

Тема: «Операційні системи САПР. Управління завданнями,задачами та даними. Програма системного виводу. Методи доступу. Засоби спілкування з ОС. Системні оброблюючі програми ОСРВ, РАФОС, ФОДОС, UNIX.»

Тема: «Принципи побудови банків даних. Реляційний підхід. Реляційна алгебра. Ієрархічні та мережеві підходи. Інвертовані банки даних.»

Тема: «Організація інформаційного фонду. Склада та способи ведення ІФ САПР. Приклади СУБД. Інформ.адаптер.»

Критерії оцінювання:

- СРС студентом не виконувалось – 0 балів;
- Студент отримав завдання з СРС – 1 бал;
- Студент отримав завдання з СРС і виконав його – 2 бала;
- Студент отримав завдання з СРС, виконав його та надав рукописний звіт – 3 бала;
- Студент отримав завдання з СРС, виконав його, надав рукописний звіт та захистив його – 4 бала;
- Студент отримав завдання з СРС, виконав його та надав звіт, оформлений на ЕОМ – 4 бала;
- Студент отримав завдання з СРС, виконав його, надав звіт, оформлений на ЕОМ та захистив його – 5 балів;

Таблиця 1

Оцінювання знань студентів при вивченні модуля №1

Показники	Оцінка в балах			
	«5» Відмінно	«4» добре	«3» задовільно	«2» незадовільно
ПТК	10-8	8-6	6-3	0-3
ВЛР	10-8	8-6	6-3	0-3
СРС	10-8	8-6	6-3	0-3
ЗСБ (загальна сума балів)	24-30	18-24	9-18	0-9

Модуль 2. (0-33 бали)

Тема 9. Чисельні методи та алгоритми моделювання.

Класичні методи чисельного інтегрування. Операції побудови чисельних методів Рунге-Кутта. Багатокрокові методи. Методи Ейлера та Ейлера-Коші. Неявні методи при моделюванні САУ. Процедури Гіра. Контрольна оцінка точності моделювання.

Тема 10. Автоматизація аналізу САУ.

Методи аналізу та їх застосування САПР. Машинна орієнтація методів оцінки стійкості. Алгебраїчні та частотні методи. Кореневі методи оцінки стійкості. Машинна орієнтація методів оцінки якості та точності. Машинні методи аналізу. Метод Монте-Карло. Схема реалізації методу на ЕОМ. Машинно-аналітичний метод аналізу. Принципи побудови.

Тема 11. Автоматизація синтезу САУ.

Методи синтезу САУ та їх застосування в САПР. Пряма реалізація теоретичних та інженерних методів синтезу. Алгебраїчні та частотні методи синтезу. Кореневі методи синтезу. Машинні методи синтезу. Методи простору станів. Принцип максимуму Понтрягіна.

Тема 12. Автоматизація конструкторської розробки САУ.

Методи та їх застосування в САПР. Метод аналізу коефіцієнтів ефективності конструкції САУ. Підетапи принципів рішень, визначення конфігурації та розмірів пристроїв САУ, деталювання та конструкторського проектування.

Автоматизація розробки та виготовлення конструкторської документації.
Алгоритм автоматизації розробки та виготовлення креслень.

Тема 13. Автоматизація технологічного проектування САУ.

Методи та їх застосування в САПР. Розробка технологічного маршруту, вибір місця робіт, вибір устаткування, нормування робіт. Етапи автоматизованого формування управляючої програми. Оцінка термінів виконання робіт. Оцінка виробничих витрат. Класифікації при створенні баз даних та способи кодування. Генераторний метод. Автоматизація технологічної підготовки обробки деталей. Зв'язок підсистеми «Технологічне проектування» з виробництвом. Функції підсистеми САПР технолога при автоматизованому формуванні керуючих програм. Гнучкі виробничі системи.

Тема 14. Автоматизація іспитів САУ.

Методи та їх застосування в САПР. Класифікація методів дослідження САУ. Базові інструменти випробувача. Динамічний моделюючий комплекс. Технічне забезпечення динамічних моделюючих комплексів. Інформаційна та електрична сумісність пристроїв ДМК. Комплексні іспити. Напівнатурне моделювання. Схеми побудови в замкнутому та розімкнутому контурах системи керування. Багатоступеневі ДМС.

1. Поточний тестовий контроль (ПТК). (0-10 балів)

Критерії оцінювання:

- Неправильна відповідь – 0 балів;
- Вірна відповідь – 1-2 бали.

2. Виконання лабораторної роботи (ВПР). (0-10 балів)

Лабораторна робота №4 «Упаковка схеми на друковану плату (ДП) »

Лабораторна робота №5 «Розміщення бібліотечних елементів на платі»

Лабораторна робота №6 «Автоматичне трасування електричних з'єднань »

Лабораторна робота №7 «Перевірка друкованої плати»

Критерії оцінювання:

- Невиконана робота – 0 балів;
- Виконана робота – 1 бал;
- Виконана та оформлена робота – 2 бала;
- Виконана, оформлена та захищена робота – 3 бала;

3. Самостійна робота студента (СРС). (0-10 балів)

Тема: «Структура САПР. Комплекс засобів автоматизації проектування. Підсистеми та рівні САПР. »

Тема: «Загальні відомості про ЕОМ та обчислювальні системи, що використовуються в САПР. Основні технічні параметри ЕОМ. Режим роботи обчислювальних систем.»

Тема: «Апаратні засоби та системи ЕОМ. Багатопроцесорні та багатомашинні обчислювальні системи.»

Тема: «Мережі ЕОМ та засоби телекомунікаційного методу доступу. Структура та апаратні засоби ЛОМ.»

Тема: «Спеціалізовані ЕОМ в САПР. Комплекси технічних засобів САПР. Типові конфігурації КТЗ САПР.»

Тема: «Організація діалогу в САПР. Типи діалогу. Класифікація повідомлень ПЗ діалогу.»

Тема: «Постановка та підходи до рішення задач аналізу. Особливості рішення задач аналізу на метарівні.»

Тема: «Постановка і підходи до рішення задач синтезу. Математичне формулювання основної задачі оптимізації параметрів та допусків. Класифікація задач структурного синтезу.»

Тема: «Автоматизація проектування аналогових, цифрових та цифроаналогових схем.»

Тема: «Структура пакету функц. проектування на макрорівні. Мовна, оброблююча підсистема. Вибір процедур для генерації.»

Тема: «Маршрути та алгоритми функціонально-логічного проектування.»

Тема: «Автоматизація топологічного проектування ІС. Автоматизація конструкторського проектування друкованих плат та блоків обчислювальної апаратури.»

Критерії оцінювання:

- СРС студентом не виконувалось – 0 балів;
- Студент отримав завдання з СРС, виконав його, надав звіт, оформлений на ЕОМ та захистив його – 1 бал.

Таблиця 2

Оцінювання знань студентів при вивченні модуля №2

Показники	Оцінка в балах			
	«5» Відмінно	«4» добре	«3» задовільно	«2» незадовільно
ПТК	10-8	8-6	6-3	0-3
ВЛР	10-8	8-6	6-3	0-3
СРС	10-8	8-6	6-3	0-3
ЗСБ (загальна сума балів)	24-30	18-24	9-18	0-9

Таблиця 3

Загальне оцінювання знань студентів при вивченні курсу

Показники	Оцінка в балах			
	«5» Відмінно	«4» добре	«3» задовільно	«2» незадовільно
ПТК	20-16	16-12	12-6	0-6
ВЛР	20-16	16-12	12-6	0-6
СРС	20-16	16-12	12-6	0-6
ЗСБ (загальна сума балів)	48-60	36-48	18-36	0-18

Курс «Автоматичне проектування пристроїв автоматики» складається з двох модулів.

Самостійна робота студента передбачає виконання по одному завданню з кожного модуля. Звіти з самостійної роботи захищаються студентом у формі тесту.

Тест з виконаної самостійної роботи складається з 5 запитань, які формуються з тих, що вказані у відповідній самостійній роботі. Порядок проведення тесту та заповнення тестового листа наведено в додатку А.

Критерії оцінювання тестових запитань в тесті з самостійної роботи:

- Неправильна відповідь – 0 балів;
- Вірна відповідь – 1 бал.

Критерії оцінювання самостійної роботи:

- Невиконана самостійна робота – 0 балів;
- Виконана, але незахищена самостійна робота – 1 бал;
- Виконана самостійна робота на захисті якої студент дав 3 вірні відповіді – 2 бала;
- Виконана самостійна робота на захисті якої студент дав 4 вірні відповіді – 3 бала;
- Виконана самостійна робота на захисті якої студент дав 5 вірних відповідей – 4 бала;
- При оформленні звіту з самостійної роботи на ЕОМ додається 1 бал;
- За складність самостійної роботи з Модуля 2 додається 1 бал.

Загальна сума балів (ЗСБ), яку студент може набрати протягом вивчення самостійних робіт з курсу – 20 (модуль 1 – 10 балів, модуль 2 – 10 балів). Оцінки в балах по модулях вказані в табл.4, а по курсу в цілому в табл.5.

Таблиця 4

Оцінювання знань при виконанні самостійної роботи з модуля 1 та 2

Показники	Оцінка в балах					
	Зараховано					Не зараховано
	«5» відмінно	«4» добре		«3» задовільно		«2» незадовільно
	A	B	C	D	E	FX
СРС	10–8	8	6-7	5–3	3	2–0

Оцінювання знань при виконанні самостійної роботи з курсу

Показники	Оцінка в балах					
	Зараховано					Не зараховано
	«5» відмінно	«4» добре		«3» задовільно		«2» незадовільно
	A	B	C	D	E	FX
CPC	16–20	16	14–12	10–8	6	0-4

При однаковій кількості балів за 100 бальною шкалою більш висока оцінка відповідно до шкали ECTS ставиться студенту, що виконав та звіт з CPC на ЕОМ.

Студент вважається атестованим з CPC з модуля, якщо він набрав кількість балів (CPC), що відповідає вказаній в табл.4 в стовбцях «відмінно», «добре» або «задовільно». Студент вважається не атестованим з CPC з модуля з можливістю перездачі, якщо він набрав кількість балів (CPC), що відповідає вказаній в табл.4 в стовбці «незадовільно» – FX.

Студент вважається атестованим з CPC з курсу, якщо він набрав кількість балів (CPC), що відповідає вказаній в табл.5 в стовбцях «відмінно», «добре» або «задовільно». Студент вважається не атестованим з CPC з курсу з можливістю перездачі, якщо він набрав кількість балів (CPC), що відповідає вказаній в табл.5 в стовбці «незадовільно» – FX.

Запитання до тестування з самостійної роботи з модуля 1-2

1. Скільки характерних особливостей САУ виділяються з точки зору автоматизованого проектування?
2. Що таке проектування?
3. Що включає поняття проект"?
3. Що таке САПР?
5. Скільки компонентів входить в САПР?
6. Скільки етапів розвитку САПР виділяються на сьогодні?1
7. Що таке системи проектування?
8. З чого починається процес проектування?
9. Якою геометричною фігурою можна представити процес проектування?
10. З яких етапів складається процес проектування?
11. З чого складається етап технічної пропозиції?
12. Чим закінчується етап ескізного проектування?
13. Чим закінчується етап робочого проектування?
14. З чого складається етап іспитів САУ?
15. На яких проектних процедурах базується проектування?
16. Які моделі процесу проектування існують?
17. Що входить до активних засобів системи проектування?
18. Як представляється якість проекту?
19. Для чого проводиться техніко-економічна оцінка САПР?
20. Від чого отримується найбільший ефект від упровадження САПР?
21. Які концепції САПР існують ?
22. В який спосіб будується структура забезпечень САПР САУ?
23. Яке призначення технічного забезпечення САПР?
24. Що включається до математичного забезпечення САПР?
25. Що таке математична модель?
26. Що таке алгоритм?
27. Що таке обчислювальний алгоритм?
28. Що таке евристичні методи?

29. Що таке машинні методи САПР?
30. Що таке програмне забезпечення САПР?
31. На які складові поділяється програмне забезпечення САПР?
32. Що таке операційна система?
33. Які складові операційної системи?
34. Що таке інформаційне забезпечення САПР?
35. Які основні вимоги до баз даних?
36. Які підсистеми виділяють в складних базах даних?
37. Що входить до методичного забезпечення САПР?
38. Що входить до організаційного забезпечення САПР?
39. Яка робота проводиться при створенні організаційного забезпечення САПР?
40. На які групи поділяються фахівці в організаційному забезпеченні САПР?
41. Які методи побудови математичних моделей САУ існують?
42. Що входить до чисельних методів формування математичних моделей?
43. З яких етапів складається побудова математичних моделей?
44. З яких етапів складається процедура побудови математичної моделі на основі формалізму Лагранжа?
45. Що таке моделювання?
46. Які існують методи моделювання?
47. Що таке імітаційне моделювання?
48. Що таке напівнатурне моделювання?
49. Які форми застосовують при математичному моделюванні?
50. Як реалізується на ЕОМ випадкові функції при математичному моделюванні?
51. Що є рішенням скалярного рівняння задачі Коші процесу моделювання?
52. В які ряди розкладаються скалярні рівняння при чисельному моделюванні?
53. Які методи застосовуються при чисельному інтегруванні Рунне-Кутта?
54. Які методи використовуються при побудові формул чисельного інтегрування зі зворотнім зв'язком?
55. Які методи застосовуються при чисельному моделюванні?

56. Як контролюються машинні рішення у випадку нелінійної системи?
57. Що таке аналіз?
58. Які методи застосовуються при інженерному аналізі?
59. Які методи аналізу САУ входять до машинно-орієнтованих?
60. До чого зводиться аналіз якості САУ?
61. Як здійснюється оцінка стійкості лінеаризованої САУ?
62. Які властивості САУ відображають частотні характеристики?
63. Які методи застосовуються при обчисленні коренів характеристичного рівняння при кореневих методах оцінки стійкості?
64. Які існують методи оцінки якості та точності САУ?
65. Зі скількох етапів складається реалізація на ЕОМ машинно-аналітичного методу аналізу?
66. Що таке синтез?
67. Якими векторами можна представити критерії проектування САУ?
68. Які методи застосовуються при рішенні задач синтезу?
69. Що є результатом алгебраїчного методу синтеза?
70. Що є початковим етапом машинного методу синтезу САУ?
71. На якому етапі проводиться конструкторське проектування?
72. На які пі деталі розділяється конструкторське проектування?
73. Яка візуальна перевірка проектування дає надійні результати?
74. В чому полягає задача технологічного проектування?
75. Які проектні процедури входять до технологічного проектування?
76. Що таке операційна карта?
77. Які класифікації використовуються в методах конструювання та технологічної підготовки виробництва?
78. В чому полягає застосування варіантного методу в автоматизації технологічного проектування?
79. З чого складається генераторний метод технологічного проектування?
80. Що входить в функціональну схему ЧПУ?
81. Що таке керуюча програма ЧПУ?

82. З яких етапів складається автоматизоване формування управляючої програми при технологічному проектуванні?
83. Що таке постпроцесор?
84. Що таке іспити в проектуванні САУ?
85. Які цілі переслідує автоматизація іспитів?
86. На які групи поділяються методи іспитів?
87. На які групи поділяються фізичні методи іспитів?
88. Що таке динамічний моделюючий комплекс?
89. Що таке логістика?
90. Для чого призначені CAD/CAM системи?

ЗМІСТ ЗВІТУ З САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

До звіту з СРС з відповідного модуля входить: Титульна сторінка (див.додаток Б) – 1 сторінка; вступ – 1 сторінка; виконання завдання; висновки; список використаних джерел – 1 сторінка; зміст – 1 сторінка.

Література

1. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. — 430 с.
2. Муромцев Ю. Л., Муромцев Д. Ю., Тюрин И. В. и др. Информационные технологии в проектировании радиоэлектронных средств: учеб. пособие для студ. высш. учебн. заведений. — М.: Издательский центр "Академия", 2010. — 384 с.
3. Боровков А.И. и др. Компьютерный инжиниринг. Аналитический обзор - учебное пособие. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. — 93 с.
4. Сольнищев Р.И. Автоматизированное проектирование систем автоматического управления: Учеб.для вузов по спец. «Автоматика и упр. в техн.системах». — М.:Высш.шк.,1991.- 335с.
5. Clifford, Matthews. Aeronautical engineer's data book. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002.
6. ГОСТ 34.003-90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Термины и определения».
7. ГОСТ 23501.101-87 «Системы автоматизированного проектирования. Основные положения»

Допоміжна

1. Романенко В.Д. Методи автоматизації прогресивних технологій.-К.:Вища школа,1995.-240с.
2. Разевиг В.Д. Система схематического проектирования плат, моделирования и проектирования печатных плат Design Center (Pspike).-М «СК Пресс», 1996.- 272с.
3. Сальников Р.И. Автоматизация проектирования систем автоматического управления.-М.:Высшая школа,1991.-335с.
4. Стеклов В.К.Проектування систем автоматичного керування.-К.:Вища школа,1995.-231с.
5. Александров С.С., Кузьмина Е.Г. Электротехнические чертежи и схемы. - М.: “Энергоатомиздат”, 1990.-288с.
6. Усатенко С.Т. и др. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник/ С.Т. Усатенко, Т.К. Каченюк, М.В. Терехова: - М.: Изд-во стандартов, 1985. - 325с.
7. Разевиг В.Д Система проектирования печатных плат ACCEL EDA 15.0 (P-CAD 2000).-М.: «СК Пресс», 2000.- 368с.
8. Стешенко В.В. ACCEL EDA. Технология проектирования печатных плат.-М: “Нолледж”, 2000.-512с.,ил.

Інформаційні ресурси

1. <http://moodle.kntu.kr.ua/course/view.php?id=292>
2. http://www.hippo.ru/~smrt/2_eda.html - проектирование печатных плат.
3. <http://www.microchip.su/showthread.php?t=15644> – проектирование P-CAD SPECCTRA
1. <http://www.dsol.ru/stud/book1/appendix/p13.htm> - проектирование печатных плат
2. <http://www.electroclub.fatal.ru/RusPCAD/RusPCAD.htm> - документация на системы автоматизированного проектирования P-CAD и ACCEL EDA
3. <http://www.oocities.org/hojon2000/book.htm> - Система проектирования печатных плат ACCEL EDA.
4. http://antibotan.com/files.html?subject_id=152&&type_id=6 - Всеукраїнський студентський архів (друковані плати).
5. <http://cxem.net/software/p-cad.php> - сайт паяльник (P-CAD).
6. <http://www.dsol.ru/stud/book1/chapter3/g31.htm> - Автоматическая трассировка печатных плат в ACCEL EDA 14.0.
7. Сабунин А. Е. Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств .- М.: Солон-Пресс, 2009.- 432 с
8. <http://www.baydoc.narod.ru/> - Схемы, мануалы.
9. <http://ermak.cs.nstu.ru/~shalag/RAZCONT.HTM> - Разработка печатных плат.
10. <http://chertezhi.ru/modules/ebook/showfile.php?lid=481> - Справочник-учебник P-CAD
11. <http://www.cad.dp.ua/stats/doc8.php> - Документация по PCAD ACCEL EDA.
12. <http://www.chipinfo.ru/literature/chipnews/200304/7.html> - Обзор САПР печатных плат.
13. <http://www.rcmgroup.ru/pechatnye-platy/proektirovanie-pechatnykh-plat/sistemy-proektirovaniya-pechatnykh-plat.html> - Краткий обзор систем автоматического проектирования печатных плат.
14. http://www.rusnauka.com/11_EISN_2010/Informatica/64190.doc.htm -САПР как объект проектирования.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Порядок проведення тестового контролю з самостійної роботи

На тестовий контроль з самостійної роботи відводиться 9 хвилин часу з розрахунку 1 хвилина на питання та 4 хвилини на оформлення та здачу тестового листа.

При проведенні тестового контролю з самостійної роботи студент отримує варіант тесту, що складається з 5 запитань, в кожному з яких міститься 5 варіантів відповіді (А, Б, В, Г, Д). Столпчик **Е** в даних тестах не використовується.

Заповнення тестового листа ведеться ручкою з синім або чорним кольором пасти.

Перед тим, як дати відповіді на тестові запитання студент заповнює титульну частину тестового листа, а саме: в рядку **П** вказує своє прізвище; в рядку **І** вказує своє ім'я; в рядку **Б** вказує своє по-батькові; в рядку **Група** вказує шифр своєї групи; в рядку **Варіант завдання**, вказує номер варіанта завдання, що отримав; в рядку **Самостійна робота** вказує номер самостійної роботи, з якої складається тест.

Після цього студент дає відповіді на тестові запитання закреслюючи відповідну літеру навпроти відповідного номера запитання. В одному рядку повинна бути закресленою тільки одна літера (А, Б, В, Г, або Д).

Якщо в одному рядку закреслено більше однієї літери, то кількість балів за відповідне запитання – 0.

Приклад. Якщо студент вважає, що на **3** запитання вірною є відповідь з літерою **В**, то він у рядку 3 тестового листа закреслює літеру В поставивши позначку \surd , \times або \blacksquare .

Титульний лист звіту з самостійної роботи

Міністерство освіти та науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра «АВП»

САМОСТІЙНА РОБОТА

з курсу «АВТОМАТИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТРОЇВ АВТОМАТИКИ»

Модуль № ____ Варіант № ____

Розробив: студент гр. *шифр групи*
прізвище, ім'я, по-батькові студента
Перевірив: *вчений ступінь та звання*
прізвище, ім'я, по-батькові викладача

Кропивницький 20__