

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра електроніки та управляючих систем

“ЗАТВЕРДЖУЮ”



Проректор
з науково-педагогічної роботи

Олександр ГОЛОВКО

» _____ 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Електротехніка та електроніка комп'ютерних систем

рівень вищої освіти	<u>перший (бакалаврський) рівень</u>
галузь знань	<u>12 Інформаційні технології</u>
спеціальність	<u>122 Комп'ютерні науки</u>
освітня програма	<u>Комп'ютерні науки</u>
вид дисципліни	<u>обов'язкова</u>
факультет	<u>комп'ютерних наук</u>

2022 / 2023 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету комп'ютерних наук
«29» серпня 2022 року, протокол № 14

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри електроніки та управляючих систем **Кобяков Володимир Аркадійович**

старший викладач кафедри електроніки та управляючих систем **Осипчук Андрій Володимирович**

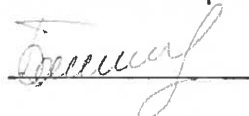
Програму схвалено на засіданні кафедри електроніки та управляючих систем
Протокол від «29» серпня 2022 року № 12

В.о. завідувача кафедри електроніки та управляючих систем


Максим ХРУСЛОВ

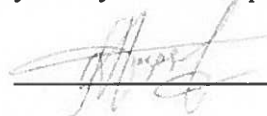
Програму погоджено з гарантом освітньої програми «Комп'ютерні науки»

Гарант освітньої програми «Комп'ютерні науки»


Сергій БОГУЧАРСЬКИЙ

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук
Протокол від «29» серпня 2022 року № 1

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук


Анатолій БЕРДНІКОВ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Електротехніка та електроніка комп'ютерних систем» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання дисципліни " Електротехніка та електроніка комп'ютерних систем " є ознайомлення студентів з основами схемотехніки аналогових і цифрових пристроїв, в першу чергу, що виготовляються за інтегральною технологією, методами їх аналізу, а також формування у студентів знань і умінь, що дозволяють здійснювати схемотехнічне проектування радіоелектронних пристроїв, що забезпечують аналогову і цифрову обробку сигналів. Ці знання і уміння мають не лише самостійне значення, але повинні також забезпечити базу для освоєння інших інженерних дисциплін.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є дати студентам теоретичну та практичну підготовку в області проектування та експлуатації технічних засобів сучасної електронної техніки, принципи функціонування основних аналогових і цифрових пристроїв, їх базових елементів; проектування схемотехніки цифрових і аналогових пристроїв, що розробляються у тому числі з урахуванням можливості їх реалізації по інтегральній технології; методи розрахунків, пов'язані з вибором параметрів і режимів роботи.

*В ході вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні **компетентності**.*

Інтегральна компетенльність.

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК).

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК5. Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК9. Здатність працювати в команді.
- ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК)

- ФК1. Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування.
- ФК4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування

задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.

- ФК6. Здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв'язування системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризику.
- ФК7. Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.
- ФК15. Здатність до аналізу та функціонального моделювання бізнес-процесів, побудови та практичного застосування функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем, методів оцінювання ризиків їх проектування.

1.3. Кількість кредитів – 4.

1.4. Загальна кількість годин - 120.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-й	-й
Семестр	
3-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
_____ год.	год.
Самостійна робота	
56 год.	год.
у тому числі індивідуальні завдання	
20 год.	год.

1.6. Заплановані результати навчання

знати:

- принципи функціонування основних аналогових пристроїв і їх базових елементів, у тому числі диференціальних каскадів і операційних підсилювачів, а також пристроїв обробки аналогових сигналів, побудованих на їх базі;
- принципи функціонування основних цифрових пристроїв і їх базових елементів;
- особливості схемотехніки аналогових і цифрових пристроїв, що враховують їх реалізацію за інтегральною технологією;

вміти:

- застосовувати методи аналізу аналогових і цифрових пристроїв;
- здійснювати проектування схемотехніки аналогових і цифрових пристроїв, що розробляються, з урахуванням можливості їх реалізації по інтегральній технології;

виконувати розрахунки, пов'язані з вибором параметрів і режимів роботи пристроїв.

В результаті вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні програмні результати навчання (ПРН).

- ПРН1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.
- ПРН2. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.
- ПРН5. Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій.
- ПРН6. Використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів.
- ПРН8. Використовувати методологію системного аналізу об'єктів, процесів і систем для задач аналізу, прогнозування, управління та проектування динамічних процесів в макроекономічних, технічних, технологічних і фінансових об'єктах.
- ПРН9. Розробляти програмні моделі предметних середовищ, вибирати парадигму програмування з позицій зручності та якості застосування для реалізації методів та алгоритмів розв'язання задач в галузі комп'ютерних наук.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Аналогова схемотехніка

Тема 1. Ввідна лекція. Завдання курсу, його основні положення і місце дисципліни в підготовці фахівців.

Загальна структура і основні елементи інформаційно-вимірювальної й управляючої системи для фізичного експерименту. Структурна схема підсилювального пристрою. Характеристики джерел сигналу, навантаження і джерела живлення, їх еквівалентні схеми. Поняття зворотного зв'язку. Основні характеристики і показники роботи диференціального каскаду. Ідеальний операційний підсилювач (ОП): властивості і правила розрахунку схем. Неінвертуюче, інвертуюче та диференціальне включення ОП. Неінвертуючий та інвертуючий суматор на ОП. Схема підсумовування і віднімання на ОП. Інтегратор і диференціатор на ОП. Компаратор напруги на ОП.

Тема 2. Вимірювальні підсилювачі на ОП. Генератори струму на ОП.

Джерело струму в незаземленне навантаження на ОП. Піковий (амплітудний) детектор на ОП. Перетворювач струм - напруга на ОП. Схема термомірного термометра з диференціальним підсилювачем на ОП. Схема фотометру на ОП.

Тема 3. Компаратор напруги з гістерезисом на ОП. Пасивні і активні фільтри низької і високої частоти на ОП.

Смуговий та ежекторний активні фільтри на ОП. Генератори на ОП. Схема генератора на ОП з регулюванням частоти імпульсів.

Розділ 2. Цифрова схемотехніка

Тема 4. Системи числення.

Визначення булевої (логічної, переключальної) функції. Логічні операції і логічні елементи. Способи визначення булевих функцій. Булеві функції однієї і двох змінних. Теорема булевої алгебри. Повні набори булевих функцій. Визначення комбінаційної схеми. Синтез комбінаційних схем на прикладі синтезу мажоритарної схеми. Синтез дешифраторів. Синтез комбінаційної схеми на прикладі синтезу дешифратора для сімисегментного індикатора. Синтез комбінаційних схем на прикладі синтезу полусумматора. Синтез повного суматора. Арифметичний суматор двійкових чисел.

Тема 5. Визначення тригера.

RS-тригери на елементах І-НІ та АБО-НІ. RST – тригер. D і DT – тригер. Лічильний тригер. Двійкові лічильники. Двійкові та двійково - десяткові лічильники Регістри. Паралельний та паралельно - послідовний регістр. Старт - стопова схема виміру інтервалу часу. Структурна схема частотоміра і лічильника імпульсів з індикацією.

Тема 6. Схема вибірки – зберігання на ОП. ЦАП, АЦП.

Визначення і приклади використання. ЦАП з підсумовуванням струмів (із зваженими резисторами). ЦАП з матрицею R - 2R. Алгоритм роботи і структурна схема АЦП диференціального кодування (прямого підрахунку). Алгоритм роботи і структурна схема АЦП послідовного наближення. АЦП методом перетворення А - Т - код (амплітуда - інтервал часу - код). Алгоритм роботи і структурна схема АЦП подвійного інтегрування.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	сп	
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Аналогова схемотехніка						
Тема 1. Ввідна лекція. Завдання курсу, його основні положення і місце дисципліни в підготовці фахівців. Загальна структура і основні елементи інформаційно-виміральної й управляючої системи. Проходження сигналів крізь RLC кола.	19	4	4		5	6
Тема 2. Схеми зі зворотнім зв'язком. Схеми включення ОП. Вимірні підсилювачі на ОП. Генератори струму на ОП.	19	4	4		5	6
Тема 3. Компаратор напруги з гістерезисом на ОП. Пасивні і активні фільтри низької і високої частоти на ОП.	23	6	6		5	6
Разом за розділом 1	61	14	14		15	44
Розділ 2. Цифрова схемотехніка						
Тема 4. Системи числення. Визначення булевої (логічної, переключальної) функції. Логічні операції і логічні елементи. Синтез комбінаційних схем.	18	6	6			6
Тема 5. Визначення тригера. Rs-тригери на елементах І-НІ та АБО-НІ. Rst – тригер. D і DT – тригер. Лічильний тригер. Лічильники. Регістри.	18	6	6			6
Тема 6. Схема вибірки – зберігання. ЦАП, АЦП. Визначення і приклади використання. ЦАП з підсумовуванням струмів (із зваженими резисторами). ЦАП з матрицею R - 2R. Алгоритм роботи і структурна схема АЦП диференціального кодування (прямого підрахунку). Алгоритм роботи і структурна схема АЦП послідовного наближення.	23	6	6		5	6
Разом за розділом 2	59	18	18		5	18
Усього годин	120	32	32		20	36

4. Теми лабораторних (практичних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	RLC компоненти і ланцюги в часовій та частотній областях. / Заряд і розряд конденсатора та стала часу.	6
2	Амплітудна і фазова характеристики фільтра низької частоти. / Комплексна лабораторна робота № 1 “Дослідження підсилювальних властивостей резистивного каскаду зі СЗЕ . Порівняльна характеристика резистивних каскадів СЗЕ, СЗК, СЗБ та диференціального каскаду”.	4
3	Амплітудна і фазова характеристики фільтра високої частоти. / Комплексна лабораторна робота № 2 “Дослідження лінійних аналогових схем на ОУ”	4
4	Диференціюючі кола. / Комплексна лабораторна робота № 3 “Дослідження цифрових схем”	6
5	Скорочувальний ланцюг. / Комплексна лабораторна робота № 4 “Дослідження цифро - аналогово перетворювача”	6
6	Інтегрувальне коло. / Комплексна лабораторна робота № 5 “Дослідження аналого - цифрового перетворювача”	6
	Разом	32

Виконуються реальні і віртуальні частини лабораторної роботи.

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Підготовка до лабораторних робіт	12
2	Повторення матеріалу з аналогової електроніки. Виконання розрахункової роботи.	20
3	Повторення матеріалу з цифрової електроніки	10
4	Підготовка до контрольної роботи	5
5	Вивчення комп'ютерних систем моделювання електронних схем Electronics Workbench, MicroCAP, Multisim, PROTEUS VSM та моделювання схем.	9
	Разом	56

6. Індивідуальні завдання

Виконати розрахунково-графічну роботу “ Проходження сигналів крізь RLC – ланцюги”.

7. Методи навчання

Як правило лекційні та практичні заняття проводяться аудиторне. В умовах дії карантину заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (аудиторне або дистанційно за допомогою платформ Google Meet або Zoom).

8. Методи контролю

Підсумковий семестровий контроль - *Іспит – письмово*. Поточний контроль – *звіти з виконання лабораторних робіт, контрольна робота, розрахунково-графічна робота/ «Проходження сигналів крізь RLC – ланцюги».*

9. Схема нарахування балів

Розподіл балів для підсумкового семестрового контролю при проведенні семестрового екзамену.

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання						Контрольна робота.	Розрахунково-графічна робота	Разом	Екзамен	Сума
Розділ 1			Розділ 2							
T1	T2	T3	T4	T5	T6					
5	5	5	5	5	5	15	15	60	40	100

КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ УСПІШНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Критерії оцінки виконання лабораторних робіт (до 30 балів).

Максимальна кількість балів, які можна отримати протягом семестру.

1. Залік по приборам, які використовуються при виконанні лабораторних робіт – 5 балів;
2. Відвідування лабораторних занять – 5 балів;
3. Виконання лабораторних робіт – 10 балів;
4. Оформлення результатів лабораторних робіт – 10 балів;
5. Здача лабораторних робіт – 10 балів.

Відвідування лабораторних занять

5,0 бали: студент відвідав 100% лабораторних занять;
 4,5 бали: студент відвідав 86 – 90% лабораторних занять;
 4,0 бали: студент відвідав 76 – 80% лабораторних занять;
 3,5 бали: студент відвідав 71 – 75% лабораторних занять;
 3,0 бали: студент відвідав 66 – 70% лабораторних занять;
 2,5 бали: студент відвідав 61 – 65% лабораторних занять;
 3,0 бали: студент відвідав 51 – 60% лабораторних занять;
 2,0 бали: студент відвідав 41 – 50% лабораторних занять;
 1,5 бали: студент відвідав 31 – 40% лабораторних занять;
 1,0 бали: студент відвідав 21 – 30% лабораторних занять;
 0,5 бали: студент відвідав 16 – 20% лабораторних занять;
 0,25 бал: студент відвідав 11 – 15% лабораторних занять;
 0,1 бали: студент відвідав 5 – 10% лабораторних занять;
 0,0 балів: студент не відвідував лабораторні заняття.

Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт.

Протягом семестру студент має виконати 6 лабораторних робіт за темами T1...T6:

Тема 1. Заряд і розряд конденсатора та стала часу.– максимальна кількість балів: 1,5 балів; термін виконання – 2 тижні.

Тема 2. Амплітудна і фазова характеристики фільтра низької частоти. – максимальна кількість балів: 2 бала; термін виконання – 2 тижні.

Тема 3. Амплітудна і фазова характеристики фільтра високої частоти.– максимальна кількість балів: 2 бала; термін виконання – 2 тижні.

Тема 4. Диференціюючі кола – максимальна кількість балів: 1,5 бала; термін виконання – 2 тижні.

Тема 5. Скорочувальний ланцюг – максимальна кількість балів: 1,5балів; термін виконання – 2 тижні.

Тема 6. Інтегрувальне коло. – максимальна кількість балів: *1,5 балів*; термін виконання – *2 тижні*.

Перед виконанням лабораторної роботи студент вивчає вимоги та технічне завдання, яке занотовує в лабораторний зошит. Після цього відбувається обговорення та перевірка того, що завдання було зрозуміле коректно. Кожен студент виконує роботу самостійно. Дозволяється сумісне вимірювання величин згідно технічного завдання, але, результати досліджень кожен студент занотовує власноруч в свій лабораторний зошит. Результати роботи оформлюються у вигляді розрахованих значень, таблиць та графіків згідно технічного завдання.

Критерії оцінювання оформлення результатів лабораторної роботи:

- обчисленні результати зрозумілі, таблиці та графіки виконані акуратно і згідно завдання – студент отримує 100% від максимальної кількості балів;
- обчисленні результати не зрозумілі, таблиці і графіки виконані неакуратно або не зрозумілі - студент отримує 50% від максимальної кількості балів;

Захист лабораторних робіт складається з двох етапів

Перший етап – представлення результатів у вигляді графіків та обчислених значень згідно до завдання лабораторної роботи.

Критерії оцінювання результатів роботи:

- робота була виконана у відповідності з технічним завданням за вказаний час – студент отримує 100% від максимальної кількості балів;
- робота була виконана у відповідності з технічним завданням с запізненням до одного тижня – студент отримує 80 % від максимальної кількості балів;

Другий етап здачі лабораторних робіт – відповідь на контрольні питання. Кількість питань визначає викладач за результатами представлених результатів, але не менше ніж 3. Кожне контрольне питання оцінюється таким чином:

- повна відповідь – кількість балів дорівнює 10 балів;
- неповна відповідь, або відповідь, що містить незначні та некритичні помилки чи суперечності – кількість балів зменшується на 20 %;
- відповідь, що містить критичні помилки - – кількість балів зменшується на 50 %;
- відсутність відповіді – кількість балів зменшується на 100 %.

Критерії оцінки контрольної роботи (до 15 балів).

При розробці критеріїв оцінки контрольної роботи за основу беруться повнота і правильність виконання завдань. Оцінка рівня знань проводиться згідно до нормативів Міністерства освіти та науки України, а також з урахуванням перерахунку, діючого в ХНУ імені В.Н. Каразіна, 1бальної шкали оцінок у 4-бальну.

А саме:

Оцінка «15 (5 з 4 – бальної шкали)» виставляється за:

- знання і розуміння програмного матеріалу в повному обсязі;
- послідовний, логічний, обґрунтований, безпомилковий виклад матеріалу;
- вільне формування висновків та узагальнень;
- самостійне застосування знань в конкретних ситуаціях;
- правильне, охайне оформлення контрольної роботи.

Оцінка «12 (4 з 4 – бальної шкали)» виставляється за:

- знання і розуміння програмного матеріалу в повному обсязі;
- послідовний, логічний, безпомилковий виклад матеріалу;
- формування висновків та узагальнень;
- допущення окремих несуттєвих помилок;
- коли відповідь в основному відповідає вимогам, що і відповідь на оцінку «відмінно», але студент допускає незначні помилки, які не впливають у цілому на загальне рішення задачі.

Оцінка «8 (3 з 4 – бальної шкали)» виставляється за:

- знання і розуміння тільки основного матеріалу;
- спрощений і неповний виклад матеріалу;
- допущення окремих суттєвих помилок;
- коли студент в основному виконав завдання, але не глибоко володіє матеріалом, його знання мають розрізнений характер, допускаються помилки, які можна легко виправити і не викликають поважних ускладнень.

Оцінка «5 (2 з 4 – бальної шкали)» виставляється за:

- поверхове знання і розуміння основного матеріалу;
- спрощений і непослідовний виклад матеріалу з допущенням істотних помилок;
- відсутність узагальнень і висновків;
- коли студент орієнтується, дає невірну відповідь, має слабкі теоретичні знання.

Критерії оцінки розрахунково-графічна роботи (до 15 балів).

Результати роботи оформлюються згідно діючим на ФКН вимогам у вигляді розрахованих значень, таблиць та графіків згідно технічного завдання.

Критерії оцінювання оформлення результатів роботи:

- обчисленні результати зрозумілі, таблиці та графіки виконані акуратно і згідно завдання – студент отримує 8 балів ;
- обчисленні результати не зрозумілі, таблиці і графіки виконані неакуратно або не зрозумілі - студент отримує 5 балів;

На захисті роботи викладачем задається 3 питання.

- повна відповідь – кількість балів дорівнює 7 балів;
- неповна відповідь, або відповідь, що містить незначні та некритичні помилки чи суперечності – кількість балів зменшується на 20 %;
- відповідь, що містить критичні помилки - – кількість балів зменшується на 50 %;
- відсутність відповіді – кількість балів зменшується на 100 %.

Нарахування балів за екзамен (до 40 балів).

Умовою допуску до екзамену є виконання і захист не менш, як 60% лабораторних робіт (більш 15 балів), обов'язкового виконання контрольної роботи (від 5 до 15 балів) та виконання і успішний захист розрахунково-графічна роботи (від 5 до 15 балів).

Екзаменаційний білет складається з 3 питань, вичерпна відповідь на кожне з них зараховується як 12 балів – перше питання, 12 балів – друге питання і 16 балів – третє питання, що дає в сумі максимальні 40 балів за іспит. Часткова відповідь на кожне питання знижує максимальну оцінку до меншої кількості балів **пропорційно** тому, яку частину від повної відповіді на це питання містить письмова робота студента.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1. М.П. Бабич, І.А. Жуков. Комп'ютерна схемотехніка. Київ. МК-Прес, 2004
2. Бабич М.П., Жуков І.А. Комп'ютерна схемотехніка. Навч. посібник. – К.: НАУ, 2002. – 508 с.

Допоміжна література

1. ДСТУ 3212-95. Мікросхеми інтегровані. Класифікація та система умовних позначень.
2. ДСТУ 2399-94. Системи обробки інформації. Логічні пристрої, схеми, сигнали. Терміни та визначення.
3. ДСТУ 2383-94. Мікросхеми інтегровані. Терміни, визначення та літерні позначення електричних параметрів.
4. ДСТУ 2533-94. Системи обробки інформації. Арифметичні та логічні операції. Терміни та визначення.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Electronics Workbench 5.12: Програма для моделювання електронних схем
2. MicroCAP 8: програма моделювання електронних схем.
3. Multisim 7: сучасна система комп'ютерного моделювання.
4. PROTEUS VSM: система віртуального моделювання схем.