

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор
з науково-педагогічної роботи

Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ

« _____ 2020 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи теорії кіл, сигнали та процеси в електроніці

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський) рівень
галузь знань	12 Інформаційні технології
спеціальність	123 Комп'ютерна інженерія
освітня програма	Комп'ютерна інженерія
вид дисципліни	обов'язкова
факультет	комп'ютерних наук

2020 / 2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету комп'ютерних наук
«31» серпня 2020 року, протокол № 12

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

доктор технічних наук, професор, професор кафедри електроніки та управляючих систем
Андрєєв Фелікс Михайлович

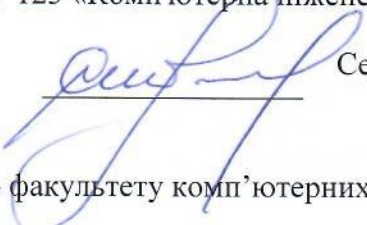
Програму схвалено на засіданні кафедри електроніки та управляючих систем
Протокол від «31» серпня 2020 року № 1

Завідувач кафедри електроніки та управляючих систем


_____ Микола СТРВОЄДОВ

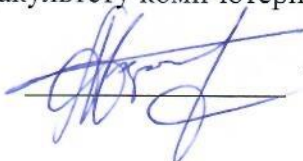
Програму погоджено з гарантом освітньої програми 123 «Комп'ютерна інженерія»

Гарант освітньої програми 123 «Комп'ютерна інженерія»


_____ Сергій ШМАТКОВ

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук
Протокол від «31» серпня 2020 року № 1

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук


_____ Анатолій БЕРДНІКОВ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Основи теорії кіл, сигнали та процеси в електроніці» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є засвоєння студентами основних законів теорії електричних і магнітних кіл, методів аналізу електричних лінійних кіл і особливостей розрахунку кіл в усталеному та перехідному режимах в обсязі достатньому для вивчення професійно – орієнтованих, спеціально – технічних дисциплін.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- вивчення основних законів теорії електричних і магнітних кіл;
- надання уявлення про методи аналізу електричних лінійних кіл ;
- ознайомлення з особливостями розрахунку кіл в усталеному та перехідному режимах;
- ознайомлення з визначенням і типами сигналів;
- розгляд часових характеристик кіл;
- розвиток та виховування у студентів методичних та творчих здібностей, методичних навичок і навичок самостійної роботи з підвищення рівня професійних знань

В ході вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні компетентності.

Інтегральна компетентність.

Здатність розв'язувати складні задачі та вирішувати практичні завдання під час професійної діяльності в комп'ютерній галузі, що передбачає застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризуються комплексністю та невизначеністю умові вимог.

Загальні компетентності (КЗ).

ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК)

ФК 10.Здатність здійснювати організацію робочих місць, їхнє технічне оснащення, розміщення комп'ютерного устаткування, використання організаційних, технічних, алгоритмічних та інших методів і засобів захисту інформації.

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	
4-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
8 год.	год.
Лабораторні заняття	
8 год.	год.
Самостійна робота	
72 год.	год.
В т.ч. індивідуальні завдання	
24 год.	год.

1.6. Заплановані результати навчання

знати:

- сутність фізичних процесів, які протікають в лінійних електричних та магнітних колах у перехідному та усталеному режимах;
- основні закони, що визначають фізичні процеси в електричних та магнітних колах;
- основні методи аналізу лінійних кіл;

вміти:

- розраховувати електричні кола в усталеному режимах;
- аналізувати фізичні процеси у колах ;
- розраховувати параметри електричного кола в перехідному режимах;
- розв'язувати завдання розрахунку багатоконтурних кіл; розраховувати електричні кола у перехідному та усталеному режимах; аналітично та експериментально;
- користуватися вимірювальною апаратурою або моделями під час дослідження кіл;
- самостійно працювати з навчальною і науково - технічною літературою,
- застосовувати отримані знання на практиці.

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

- ПРН 2.Мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах.
- ПРН 4.Знати та розуміти вплив технічних рішень в суспільному, економічному, соціальному і екологічному контексті.
- ПРН 5.Мати знання основ економіки та управління проектами.
- ПРН 9.Вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності.

- ПРН 10.Вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних
- ПРН 11.Вміти здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії.
- ПРН 12.Вміти ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди.
- ПРН 18.Використовувати інформаційні технології та для ефективного спілкування на професійному та соціальному рівнях.
- ПРН 19.Здатність адаптуватись до нових ситуацій, обґрунтовувати, приймати та реалізовувати у межах компетенції рішення.
- ПРН 20.Усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань, удосконалення креативного мислення.
- ПРН 21.Якісно виконувати роботу та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Базові поняття і закони електричних та магнітних кіл.

Тема 1. Предмет та завдання навчальної дисципліни. Базові поняття теорії кіл.

Предмет і завдання навчальної дисципліни. Базові поняття і терміни теорії кіл. Основні закони електрорадіокіл. Класифікація електричних і магнітних кіл

Тема 2. Основні поняття та визначення гармонічних електричних величин.

Гармонічні струми і напруги, їх основні параметри. Комплексне представлення гармонічних електричних кіл Математичні операції над гармонічними електричними величинами.

Тема 3. Основні закони теорії електричних кіл у комплексної формі.

Поняття про комплексні опір та провідність. Комплексний опір резистору, котушки індуктивності, конденсатору. Закони Ома та Кірхгофа у комплексній формі.

Тема 4. Енергетичні співвідношення у колі при гармонічному збудженні.

Миттєва, активна, реактивна та повна потужність електричних і магнітних кіл. Узгодження джерела енергії з навантаженням.

Розділ 2. Методи аналізу лінійних електричних та магнітних кіл.

Тема 5. Еквівалентні перетворення схем заміщення кіл.

Аналіз кіл методом еквівалентних перетворень. Аналіз послідовних і паралельних RL - та RC кіл. Подільники струму та напруги.

Тема 6. Аналіз RLC – кіл.

Аналіз послідовного RLC – кола. Аналіз паралельного RLC – кола

Тема 7. Методи аналізу лінійних електрорадіокіл.

Метод рівнянь Кірхгофа. Метод контурних струмів. Метод вузлових напруг.

Розділ 3. Частотні характеристики лінійних електрорадіокіл.

Тема 8. Комплексні частотні характеристики кіл.

Основні поняття. Методи знаходження комплексних частотних характеристик кіл. Види частотних характеристик кіл. Частотні характеристики типових кіл.

Тема 9. Частотні характеристики послідовного і паралельного контурів.

Параметри послідовного коливального контуру. Частотні характеристики послідовного коливального контуру. Види паралельного коливального контуру. Частотні характеристики простого паралельного коливального контуру. Вплив внутрішнього опору джерела та навантаження на властивості контурів.

Тема 10. Зв'язані коливальні контури.

Включення магнітне зв'язаних котушок індуктивності. Види зв'язку в системах зв'язаних коливальних контурів. Схема заміщення зв'язаних контурів. Частотні характеристики системи зв'язаних контурів.

Розділ 4. Методи аналізу перехідних процесів в лінійних електрорадіоколах.

Тема 11. Класичний метод аналізу перехідних процесів.

Поняття про неусталений режим у колі. Закони комутації. Диференціальні рівняння електричних кіл. Загальна схема застосування класичного методу аналізу перехідних процесів.

Тема 12. Аналіз кіл першого порядку класичним методом.

Спрощена методика застосування класичного методу аналізу перехідних процесів. Аналіз перехідних процесів у колі першого порядку спрощеним методом.

Тема 13. Перехідні процеси в послідовному RLC – колі при комутації джерела гармонічної ЕРС.

Розв'язування диференціального рівняння кола. Аперіодичній та коливальній перехідні процеси в RLC – колі. Параметри згасання вільних коливань в RLC – колі.

Тема 14. Часові характеристики кіл.

Типові імпульсні збудження та їх властивості. Зв'язок перехідної та імпульсної характеристик. Розрахунок часових характеристик.

Тема 15. Сигнали та процеси в електроніці.

Визначення сигналу. Види сигналів. Перетворення Фур'є. Спектри типових сигналів. Загальні відомості про процеси в електроніці.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	ср	
Розділ 1. Базові поняття і закони електричних та магнітних кіл						
Тема 1. Предмет та завдання навчальної дисципліни. Базові поняття і терміни теорії кіл	6	4				2
Тема 2. Основні поняття та визначення гармонічних електричних величин	6	2		2		2
Тема 3. Основні закони теорії електричних кіл у комплексної формі. Поняття про комплексні опор та провідність	6	2	2			2
Тема 4. Енергетичні співвідношення у колі при гармонічному збудженні	4	2				2
Разом за розділом 1	22	10	2	2		8
Розділ 2. Методи аналізу лінійних електричних та магнітних кіл						
Тема 5. Еквівалентні перетворення схем заміщення кіл	4	2				2
Тема 6. Аналіз послідовного та паралельного RLC – кола	6	2		2		2
Тема 7. Методи аналізу лінійних електрорадіокіл	36	2	2		20	12
Разом за розділом 2	46	6	2	2	20	16
Розділ 3. Частотні характеристики лінійних електрорадіокіл.						
Тема 8. Комплексні частотні характеристики кіл.	4	2				2
Тема 9. Частотні характеристики послідовного і паралельного контурів	14	4	2	2	4	2
Тема 10. Зв'язані коливальні контури	4	2				2
Разом за розділом 3	22	8	2	2	4	6
Розділ 4. Методи аналізу перехідних процесів в лінійних електрорадіоколах						
Тема 11. Класичний метод аналізу перехідних процесів	4	2				2
Тема 12. Аналіз кіл першого порядку класичним методом	6	2		2		2
Тема 13. Перехідні процесу в послідовному RLC – колі при комутації джерела гармонічної ЕРС	6	2	2			2
Тема 14. Часові характеристики кіл.	4	2				2
Тема 15. Сигнали та процеси в електроніці	10					10
Разом за розділом 4	30	8	2	2		18
Усього годин	120	32	8	8	24	48

4. Темы практичних (лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми практичного/лабораторного заняття	Кількість годин
Розділ 1. Базові поняття і закони електричних та магнітних кіл		
1	Основні поняття та визначення гармонічних електричних величин	2
2	ЛБ 1. Вимірювання параметрів гармонічних електричних величин.	2
Розділ 2. Методи аналізу лінійних електричних та магнітних кіл		
3	Аналіз багатоконтурних лінійних кіл	2
4	ЛБ 2. Дослідження процесів у послідовному та паралельному - колах при гармонічній дії	2
Розділ 3. Частотні характеристики лінійних електрорадіокіл.		
5	Розрахунок частотних характеристик кіл і параметрів коливальних контурів	2
6	ЛБ 3. Дослідження параметрів і частотних характеристик послідовного коливального контуру.	2
Розділ 4. Методи аналізу перехідних процесів в лінійних електрорадіоколах		
7	Аналіз перехідних процесів та часових характеристик кіл	2
8	ЛБ 4. Дослідження перехідних процесів в інтегруючих і диференціюючих колах.	2
	Усього годин	16

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
Опрацювання навчального матеріалу за розділом 1. Базові поняття і закони електричних та магнітних кіл		
1	Предмет та завдання навчальної дисципліни. Базові поняття і терміни теорії кіл. Класифікація електричних та магнітних кіл.	2
2	Основні поняття та визначення гармонічних електричних величин. Гармонічні струми і напруги, їх основні параметри. Комплексне представлення гармонічних електричних величин. Математичні операції над гармонічними електричними величинами.	2
3	Основні закони теорії електричних кіл у комплексній формі. Поняття про комплексні опір та провідність. Комплексний опір елементів R, L і C. Закони Ома та Кірхгофа	2
4	Енергетичні співвідношення у колі при гармонічному збудженні. Миттєва, активна, реактивна і повна потужність. Комплексна повна потужність електричного кола. Узгодження джерела енергії з навантаженням.	2
	Разом	8
Опрацювання навчального матеріалу за розділом 2. Методи аналізу лінійних електричних та магнітних кіл		
1	Еквівалентні перетворення схем заміщення кіл. Аналіз кіл методом еквівалентних перетворень. Аналіз послідовних та паралельних RL - і RC кіл. Подільники струму та напруги.	2
2	Аналіз послідовного та паралельного RLC – кола. Аналіз послідовного RLC – кола. Резонанс напруги. Аналіз паралельного RLC – кола.	2

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
3	Методи аналізу лінійних електрорадіокіл. Розрахункова робота 1: метод рівнянь Кірхгофа. Розрахункова робота 2: метод контурних струмів; метод вузлової напруги.	32
	Разом	36
Опрацювання навчального матеріалу за розділом 3. Частотні характеристики лінійних електрорадіокіл.		
1	Методи знаходження комплексних частотних характеристик кіл. Види частотних характеристик кіл. Частотні характеристики типових кіл.	2
2	Параметри послідовного коливального контура. Частотні характеристики послідовного коливального контуру. Види паралельного коливального контуру та його параметри. Частотні характеристики простого паралельного коливального контуру. Вплив внутрішнього опору джерела та навантаження на властивості контурів. Підготовка до контрольної роботи.	6
3	Включення магнітне зв'язаних котушок індуктивності. Виду зв'язку в системах зв'язаних контурів. Схема заміщення зв'язаних контурів. Резонанси в системах зв'язаних контурів. Частотні характеристики зв'язаних контурів.	2
	Разом	10
Опрацювання навчального матеріалу за розділом 4. Методи аналізу перехідних процесів в лінійних електрорадіо-колах		
1	Поняття про неусталений режим у колі. Закони комутації. Диференціальні рівняння електричних кіл. Загальна схема застосування класичного методу аналізу перехідних процесів.	2
2	Спрощена методика застосування класичного методу аналізу перехідних процесів. Аналіз перехідних процесів у колі першого порядку спрощеним методом.	2
3	Розв'язування диференціального рівняння кола. Аналіз розв'язку диференціального рівняння кола. Особливості перехідних процесів в залежності від частоти коливань ЕРС.	2
4	Типові імпульсні збудження та їх властивості. Зв'язок перехідної та імпульсної характеристик. Розрахунок часових характеристик.	2
5	Визначення сигналу. Види сигналів. Перетворення Фур'є. Спектри типових сигналів. Загальні відомості про процеси в електроніці.	10
	Разом	18
	Усього	72

6. Індивідуальні завдання

Розрахункова робота 1: метод рівнянь Кірхгофа.

Розрахункова робота 2: метод контурних струмів; метод вузлової напруги.

Контрольна робота.

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).

На досягнення освітніх цілей спрямовані такі методи навчання студентів:

– *практичні* (використовують для пізнання дійсності, формування навичок і вмінь, поглиблення знань. Під час їх застосування використовуються такі прийоми: планування виконання завдання, постановка завдання, оперативне стимулювання, контроль і регулювання, аналіз результатів, визначення причин недоліків);

– *пояснювально-ілюстративний* (використовують для викладання й засвоєння нового навчального матеріалу, фактів, підходів, оцінок, висновків тощо);

– *репродуктивний* (для застосування студентами вивченого на основі зразка або правила, алгоритму, що відповідає інструкціям, правилам, в аналогічних до представленого зразка ситуаціях);

8. Методи контролю

Контроль засвоєння навчального матеріалу здійснюється шляхом:

- поточного контролю під час проведення практичних занять;
- прийому та оцінювання звітів з виконання лабораторних робіт;
- проведення тестування за результатами відпрацювання основних положень навчальної програми;
- проведення письмового підсумкового контролю знань.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота												Екзамен	Сума
Розділ 1		Розділ 2		Розділ 3		Розділ 4		Відвідування	Контроль на робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальні завдання	Разом		
ПЗ 1	ЛБ1	ПЗ 2	ЛБ2	ПЗ3	ЛБ3	ПЗ 4	ЛБ4						
2	6	2	6	2	6	2	6	8	8	12	60	40	100

КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ УСПІШНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

№	Форми навчальної діяльності	Кількість балів	Термін	Примітки
1	Відвідування лекцій	4		
2	Відвідування лабораторних занять	4		
3	Звіти до лабораторних робіт	6+6+6+6=24		
4	Експрес-опитування на практичних заняттях	2+2+2+2=8		
5	Відповіді щодо тестування	7+7=14		
6	Контрольна робота	6		
7	ВСЬОГО	60		
8	Додаткові бали (бонуси): Підготовка доповіді з теми яка розширює курс; Відповідь на додаткові питання для підсумкового контролю.			

Критерії оцінювання знань студентів під час поточного контролю.

Відвідування лекцій:

- 4 бала:** студент відвідав 90 - 100 % лекційних занять;
3 бала: студент відвідав 66 - 89 % лекційних занять;
2 бала: студент відвідав 41 - 65 % лекційних занять;
1,5 бала: студент відвідав 21 - 40% лекційних занять;
0,5 бал: студент відвідав 1- 20 % лекційних занять;
0 балів: студент не відвідував лекційні заняття.

Відвідування практичних занять:

- 4 бала:** студент відвідав 90 - 100 % лабораторних занять;
3 бала: студент відвідав 66 - 89 % лабораторних занять;
2 бала: студент відвідав 41 - 65 % лабораторних занять;
1,5 бала: студент відвідав 21 - 40% лабораторних занять;
0,5 бал: студент відвідав 1- 20 % лабораторних занять;
0 балів: студент не відвідував лабораторних заняття.

Критерії оцінювання знань студентів за виконання лабораторній роботі

Визначення	Кількість балів
Завдання по лабораторній роботі виконане самостійно в повному обсязі. Звіт оформлений акуратно відповідно до вимог методичних вказівок. При захисті звіту показано розуміння суті і змісту проведених досліджень	6
Завдання по лабораторній роботі виконане самостійно в повному обсязі. Звіт оформлений достатньо акуратно відповідно до вимог методичних вказівок. При захисті звіту були виявлені незначні помилки у знанні теоретичного матеріалу	4
Завдання по лабораторній роботі виконане в повному обсязі. Звіт оформлений достатньо акуратно, в оформленні звіту є незначні недоліки. При захисті звіту були виявлені незначні помилки у знанні теоретичного матеріалу	2
Завдання по лабораторній роботі виконане. Звіт оформлений з помилками і недоліками. При захисті звіту були виявлені суттєві помилки у знанні теоретичного матеріалу	1

Критерії оцінювання знань студентів за виконання контрольній роботи

Визначення	Кількість балів
Дані повні відповіді на кожне практичне питання показано тверде знання навчального матеріалу, розуміння суті поставлених питань, зроблені повні і правильні висновки	8
У відповідях на поставлені практичні питання показано знання навчального матеріалу, розуміння суті поставлених питань за наявності незначних помилок зроблені достатньо повні і правильні висновки	5-7
У відповідях на поставлені практичні питання показано достатньо знання навчального матеріалу при наявності суттєвих помилок, зроблені висновки	2-4
У відповідях показано розуміння суті поставлених питань за наявності принципових помилок при рішенні практичних завдань, відсутні висновки	1
У відповідях на показано слабкі знання навчального матеріалу при наявності принципових помилок при рішенні практичних завдань, відсутні висновки	0,5

Критерії оцінювання знань студентів за відповідь на тест

Визначення	Кількість балів
Дані вірні відповіді на 90–100 % поставлених питань	6
Дані вірні відповіді на 70–89 % поставлених питань	5–5.9
Дані вірні відповіді на 50–69 % поставлених питань	3–4.9
Дані вірні відповіді на 30–49 % поставлених питань	1–2.9
Дані вірні відповіді на 10–29 % поставлених питань	0,5–0,9

Критерії оцінювання знань студентів на практичних заняттях (експрес – опитування)

Визначення	Кількість балів
Відповідь без помилок	2
Виконання відповіді з незначними помилками	1
Відповідь є з певною кількістю помилок, які не заважають достатньо повному висвітленню питання	0,5
Неправильна відповідь, мають місце грубі помилки, нерозуміння суті питання	0

Критерії оцінювання екзаменаційних робіт студентів

Визначення	Кількість балів
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені повністю, завдання вирішене правильно, зроблені висновки	20
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання достатньо освітлені, завдання вирішене правильно з незначними помилками, зроблені висновки	35–39
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені з помилками, завдання вирішене правильно з незначними помилками. Зроблені неповні висновки	25–34
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені з суттєвими помилками, завдання вирішене з помилками. Зроблені неповні висновки	15–24
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені з суттєвими помилками, завдання вирішене частково або не повністю. Висновки неповні або відсутні	1-14

Шкала оцінювання

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

10. Рекомендована література

Основна література

1. Андреев Ф. М. Теорія електричних і магнітних кіл: конспект лекцій. – Харків. ХНУ ім.. В. Н. Каразіна . 2007.- 128с.. електронний варіант.
2. Основи теорії кіл: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. Ч.1./Ю. О. Коваль, Л. В. Гринченко, І. О. Милютченко, О. І. Рибін. – 2-ге вид. – Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. – 492с

Допоміжна література

1. Андреев Ф.М. Методичні матеріали до самостійної роботи студентів з дисципліни «Теорія електричних і магнітних кіл». – Харків: ХНУ, 2008, електронний варіант
2. Андреев Ф.М., Мількевич Є. О. Теорія електричних і магнітних кіл, керівництво до лабораторних робіт. – Харків. ХНУ ім.. В. Н. Каразіна . 2007.
3. Андреев Ф.М. Робочий зошит студента для звітів з лабораторних робіт. – Х.: ХНУ ім.. Каразіна. 2007, електронний варіант.
4. Загидуллин Р. Ш. Методические указания к лабораторному практикуму. Основные сведения о системе Micro – Cap 7. – М.: 2003, електронний варіант, одна твердая копия.
5. Андреев Ф.М. Методичні матеріали до практичних занять з дисципліни «Теорія електричних і магнітних кіл». – Харків: ХНУ, 2008, електронний варіант.
6. Лосев А. К. Теория линейных электрических цепей. – М.: Высшая школа, 1987. – 512с.