

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Теорія електричних та електронних кіл
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра електроенергетики
Розробник(и)	Петровський Михайло Васильович
Рівень вищої освіти	Перший рівень вищої освіти, НРК – 6 рівень, QF-LLL – 6 рівень, FQ-EHEA – перший цикл
Тривалість вивчення навчальної дисципліни	один семестр
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг становить 5 кред. ЄКТС, 150 год. Для денної форми навчання 80 год. становить контактна робота з викладачем (32 год. лекцій, 16 год. практичних занять, 32 год. лабораторних занять), 70 год. становить самостійна робота.
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Обов'язкова навчальна дисципліна для всіх освітніх програм спеціальності 171 "Електроніка"
Передумови для вивчення дисципліни	Фізика, Вища математика
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є опанування фундаментальними поняттями та методами, теорією та методологією сучасної теоретичної електротехніки, формування наукового підходу до аналізу процесів в електронних системах.

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Розрахунок електричних кіл постійного струму

Основні визначення в електричних колах: струм, напруга, потужність. Елементи схем заміщення електричних кіл. Пасивні елементи кола. Активні елементи кола. Методи перетворення схем. Послідовне перетворення. Паралельне перетворення. Розрахунок кола за законами Кірхгофа. Метод контурних струмів. Принцип накладання. Метод вузлових потенціалів. Метод двох вузлів. Еквівалентні перетворення кіл. Метод еквівалентного генератора. Баланс потужностей. Потенційна діаграма.

Тема 2 Розрахунок електричних кіл однофазного синусоїдального струму

Основні визначення. Способи представлення гармонійних функцій: графічне, тригонометричними функціями, обертовими векторами, комплексними числами. Пасивні елементи при синусоїдальних впливах: резистор, котушка індуктивності, конденсатор. Послідовне з'єднання елементів. Паралельне з'єднання віток. Комплексний метод розрахунку. Метод провідностей. Рівняння балансу потужностей. Розрахунок розгалужених кіл змінного струму. Кола із взаємною індуктивністю. Послідовне з'єднання індуктивно зв'язаних котушок. Паралельне з'єднання індуктивно зв'язаних котушок. Складні кола з індуктивно-зв'язаними котушками. Еквівалентні перетворення індуктивно-зв'язаних котушок. Резонанс у електричному колі. Резонанс у послідовному контурі. Частотні характеристики й резонансні криві послідовного контуру. Резонанс у паралельному контурі. Частотні характеристики й резонансні криві паралельного контуру.

Тема 3 Розрахунок електричних кіл трифазного синусоїдального струму

Основні визначення. Способи з'єднання в трифазних колах. Схема з'єднання «зірка». Схема з'єднання «трикутник». Розрахунок трифазного кола при з'єднанні приймача за схемою «зірка». Розрахунок трифазного кола при з'єднанні приймача за схемою «трикутник». Потужність у трифазній системі.

Тема 4 Розрахунок електричних кіл при дії джерел несинусоїдальної форми

Способи зображення несинусоїдальних періодичних функцій. Діюче та середнє значення періодичних несинусоїдальних струмів. Коефіцієнти, що характеризують форму несинусоїдальних періодичних кривих. Вплив параметрів елементів на вид кривої струму (напруги). Потужності в колах несинусоїдального струму. Розрахунки однофазних кіл при несинусоїдальних періодичних впливах.

Тема 5 Аналіз перехідних процесів в лінійних електричних колах

Основні визначення. Закони комутації. Початкові умови. Класичний метод розрахунку перехідних процесів в колах із зосередженими параметрами. Основні етапи розрахунку перехідних процесів класичним методом. Розрахунок перехідних процесів у найпростіших колах. Розрахунок перехідного процесу в розгалужених колах з одним реактивним елементом. Розрахунок перехідного процесу в розгалужених колах з двома реактивними елементами. Операторний метод розрахунку перехідних процесів. Основні визначення. Зображення найпростіших функцій. Зображення похідних і інтегралів. Складання операторних рішень.

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Знати основні закони та фізичні процеси в електричних і магнітних колах з постійними, із синусоїдальними напругами
-----	--

PH2	Знати основні методи розрахунку лінійних кіл у сталих режимах та у перехідних режимах
PH3	Знати методи аналізу кіл трифазного синусоїдального струму та методику розрахунку лінійних кіл при періодичних несинусоїдальних струмах
PH4	Вміти збирати електричні кола за заданими схемами; працювати з вимірювальною апаратурою
PH5	Вміти застосовувати закони і розрахунки для аналізу і синтезу електричних пристроїв; складати і читати електричні схеми

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.

Для спеціальності 171 Електроніка:

ПР1	Описувати принцип дії за допомогою наукових концепцій, теорій та методів та перевіряти результати при проектуванні та застосуванні приладів, пристроїв та систем електроніки.
ПР2	Застосовувати знання і розуміння диференційного та інтегрального числення, алгебри, функціонального аналізу дійсних і комплексних змінних, векторів та матриць, векторного числення, диференційних рівнянь в звичайних та часткових похідних, ряду Фур'є, статистичного аналізу, теорії інформації, чисельних методів для вирішення теоретичних і прикладних задач електроніки.
ПР4	Оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, розуміти основи твердотільної електроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, перетворювальної та мікропроцесорної техніки.
ПР17	Демонструвати навички проведення експериментальних досліджень, пов'язаних з професійною діяльністю; вдосконалювати методики вимірювання; контролювати достовірність отриманих результатів; систематизувати та аналізувати дані, отримані експериментальним шляхом
ПР18	Застосовувати методи математичного моделювання і оптимізації електронних систем для розробки автоматизованих та роботизованих виробничих комплексів

7. Роль освітнього компонента у формуванні соціальних навичок

Загальні компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

СН1	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
СН2	Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу
СН3	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
СН4	Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
СН5	Здатність працювати в команді
СН6	Здатність планувати та управляти часом

8. Види навчальних занять

Тема 1. Розрахунок електричних кіл постійного струму
Лк1 "Розрахунок електричних кіл постійного струму" Основні визначення в електричних колах: струм, напруга, потужність. Елементи схем заміщення електричних кіл. Пасивні елементи кола. Активні елементи кола. Методи перетворення схем. Послідовне перетворення. Паралельне перетворення.
Лк2 "Розрахунок електричних кіл постійного струму" Розрахунок кола за законами Кірхгофа. Метод контурних струмів.
Лк3 "Розрахунок електричних кіл постійного струму" Принцип накладання. Метод вузлових потенціалів. Метод двох вузлів.
Лк4 "Розрахунок електричних кіл постійного струму" Еквівалентні перетворення кіл. Метод еквівалентного генератора. Баланс потужностей. Потенційна діаграма.
Пр1 "Визначення еквівалентного опору розгалужених електричних кіл" Методи перетворення схем. Послідовне перетворення. Паралельне перетворення.
Пр2 "Розрахунок кіл постійного струму за допомогою законів Кірхгофа" Визначення струмів та напруг у розгалужених колах за допомогою законів Кірхгофа.
Пр3 "Розрахунок кіл постійного струму методом контурних струмів" Визначення струмів та напруг у розгалужених колах методом контурних струмів.
Пр4 "Розрахунок кіл постійного струму методом вузлових потенціалів" Визначення струмів та напруг у розгалужених колах методом вузлових потенціалів.
Лб1 "Ознайомлення з лабораторними стендами" Техніка безпеки при виконанні лабораторних робіт. Ознайомлення з лабораторними стендами, приладами та особливостями виконання лабораторних робіт.
Лб2 "Розрахунок кіл постійного струму за допомогою законів Кірхгофа" Визначення струмів та напруг у розгалужених колах за допомогою законів Кірхгофа.
Лб3 "Розрахунок кіл постійного струму методом вузлових потенціалів" Визначення струмів та напруг у розгалужених колах методом вузлових потенціалів.

<p>Лб4 "Дослідження лінійних електричних кіл постійного струму із застосуванням законів Ома, Кірхгофа та методу накладання"</p> <p>Вироблення навичок використання законів Ома, Кірхгофа та методу еквівалентних перетворень для розрахунку й аналізу кіл постійного струму. Набуття навичок використання методу накладання для розрахунку та дослідження електричних кіл постійного струму.</p>
<p>Лб5 "Розрахунок електричних кіл постійного струму"</p> <p>Еквівалентні перетворення кіл. Послідовне перетворення. Паралельне перетворення. Розрахунок струмів та напруг у колах постійного струму за законами Кірхгофа, методом контурних струмів, принципом накладання, методом вузлових потенціалів. Складання рівняння балансу потужностей.</p>
<p>Тема 2. Розрахунок електричних кіл однофазного синусоїдального струму</p>
<p>Лк5 "Розрахунок електричних кіл однофазного синусоїдального струму"</p> <p>Основні визначення. Способи представлення гармонійних функцій: графічне, тригонометричними функціями, обертовими векторами, комплексними числами. Пасивні елементи при синусоїдальних впливах: резистор, котушка індуктивності, конденсатор.</p>
<p>Лк6 "Розрахунок електричних кіл однофазного синусоїдального струму"</p> <p>Послідовне з'єднання елементів. Паралельне з'єднання віток. Комплексний метод розрахунку.</p>
<p>Лк7 "Розрахунок електричних кіл однофазного синусоїдального струму"</p> <p>Метод провідностей. Рівняння балансу потужностей. Розрахунок розгалужених кіл змінного струму.</p>
<p>Лк8 "Розрахунок електричних кіл із взаємною індуктивністю"</p> <p>Кола із взаємною індуктивністю. Послідовне з'єднання індуктивно зв'язаних котушок. Паралельне з'єднання індуктивно зв'язаних котушок. Складні кола з індуктивно-зв'язаними котушками. Еквівалентні перетворення індуктивно-зв'язаних котушок.</p>
<p>Лк9 "Розрахунок електричних кіл у режимі резонансу"</p> <p>Резонанс у електричному колі. Резонанс у послідовному контурі. Частотні характеристики й резонансні криві послідовного контуру. Резонанс у паралельному контурі. Частотні характеристики й резонансні криві паралельного контуру.</p>
<p>Пр5 "Побудова векторних діаграм в колах змінного струму"</p> <p>Побудова векторних діаграм для кола з послідовним з'єднанням елементів. Побудова векторних діаграм для кола з паралельним з'єднанням елементів. Побудова векторних діаграм для кола зі змішаним з'єднанням елементів.</p>

<p>Пр6 "Розрахунок кіл змінного струму методом комплексних чисел"</p> <p>Визначення струмів, напруг та потужностей у розгалужених колах методом комплексних чисел.</p>
<p>Пр7 "Синтез електричних схем за векторною діаграмою"</p> <p>Синтез розгалужених електричних схем змінного струму за векторною діаграмою.</p>
<p>Пр8 "Розрахунок кіл змінного струму із взаємною індуктивністю"</p> <p>Розрахунок струмів в вітках і напруг на елементах кола. Визначення потужностей кола. Баланс потужності. Визначення показів приладів.</p>
<p>Лб6 "Розрахунок кіл змінного струму методом комплексних чисел"</p> <p>Визначення струмів, напруг та потужностей у розгалужених колах методом комплексних чисел.</p>
<p>Лб7 "Розрахунок кіл змінного струму із взаємною індуктивністю"</p> <p>Розрахунок струмів в вітках і напруг на елементах кола. Визначення потужностей кола. Баланс потужності. Визначення показів приладів.</p>
<p>Лб8 "Дослідження лінійних електричних кіл при синусоїдальних впливах"</p> <p>Вивчення властивостей, методів аналізу та розрахунку режимів роботи кіл однофазного синусоїдного струму з послідовним і паралельним з'єднанням ділянок кола. Методика побудови векторних діаграм.</p>
<p>Лб9 "Дослідження лінійних електричних кіл з індуктивно-зв'язаними елементами"</p> <p>Дослідження властивостей електричних кіл змінного струму з послідовним та паралельним з'єднаннями індуктивно зв'язаних котушок при їх узгодженому і зустрічному включеннях. Дослідження режимів роботи повітряного трансформатора.</p>
<p>Лб10 "Розрахунок електричних кіл змінного струму у режимі резонансу"</p> <p>Визначення струмів, напруг та потужностей у розгалужених колах змінного струму у режимі резонансу.</p>
<p>Лб11 "Дослідження лінійних електричних кіл у режимі резонансу напруг"</p> <p>Дослідження властивостей електричних кіл змінного струму із змішаним з'єднанням елементів у режимі резонансу напруг. Освоєння методики побудови векторних діаграм за експериментальними даними для електричного кола в режимі резонансу напруг.</p>
<p>Лб12 "Розрахунок електричних кіл однофазного синусоїдального струму"</p> <p>Комплексний метод розрахунку. Метод провідностей. Побудова векторних діаграм. Розрахунок розгалужених кіл змінного струму. Кола із взаємною індуктивністю. Резонанс у електричному колі. Рівняння балансу потужностей.</p>
<p>Тема 3. Розрахунок електричних кіл трифазного синусоїдального струму</p>

<p>Лк10 "Розрахунок електричних кіл трифазного синусоїдального струму"</p> <p>Основні визначення. Способи з'єднання в трифазних колах. Схема з'єднання «зірка». Схема з'єднання «трикутник». Розрахунок трифазного кола при з'єднанні приймача за схемою «зірка». Розрахунок трифазного кола при з'єднанні приймача за схемою «трикутник». Потужність у трифазній системі.</p>
<p>Тема 4. Розрахунок електричних кіл при дії джерел несинусоїдальної форми</p>
<p>Лк11 "Розрахунок електричних кіл при дії джерел несинусоїдальної форми"</p> <p>Способи зображення несинусоїдальних періодичних функцій. Діюче та середнє значення періодичних несинусоїдальних струмів. Коефіцієнти, що характеризують форму несинусоїдальних періодичних кривих. Вплив параметрів елементів на вид кривої струму (напруги). Потужності в колах несинусоїдального струму. Розрахунки однофазних кіл при несинусоїдальних періодичних впливах.</p>
<p>Тема 5. Аналіз перехідних процесів в лінійних електричних колах</p>
<p>Лк12 "Аналіз перехідних процесів в лінійних електричних колах"</p> <p>Основні визначення. Закони комутації. Початкові умови. Основні етапи розрахунку перехідних процесів класичним методом.</p>
<p>Лк13 "Класичний метод розрахунку перехідних процесів в колах із зосередженими параметрами"</p> <p>Основні етапи розрахунку перехідних процесів класичним методом. Розрахунок перехідних процесів у найпростіших колах.</p>
<p>Лк14 "Класичний метод розрахунку перехідних процесів в колах із зосередженими параметрами"</p> <p>Розрахунок перехідного процесу в розгалужених колах з одним реактивним елементом. Розрахунок перехідного процесу в розгалужених колах з двома реактивними елементами.</p>
<p>Лк15 "Операторний метод розрахунку перехідних процесів"</p> <p>Основні визначення. Зображення найпростіших функцій. Зображення похідних і інтегралів.</p>
<p>Лк16 "Операторний метод розрахунку перехідних процесів"</p> <p>Складання операторних рішень. Розрахунок перехідного процесу в розгалужених колах операторним методом.</p>
<p>Лб13 "Розрахунок перехідних процесів в колах з одним реактивним елементом"</p> <p>Визначення початкових умов та вимушених значень. Методика розрахунку перехідних процесів класичним методом в колах з одним реактивним елементом при дії в колі джерела постійної напруги.</p>

Лб14 "Розрахунок перехідних процесів в колах з одним реактивним елементом" Визначення початкових умов та вимушених значень. Методика розрахунку перехідних процесів класичним методом в колах з одним реактивним елементом при дії в колі джерела постійної напруги.
Лб15 "Дослідження перехідних процесів у електричних колах із одним реактивним елементом" Розрахунок перехідних процесів в електричних колах з одним реактивним елементом. Методика визначення сталої часу кола за розрахунковою схемою. Експериментальне вивчення впливу параметрів елементів кола на перехідний процес.
Лб16 "Визначення струмів і напруг на елементах кола під час перехідного процесу" Визначення струмів і напруг на елементах електричного кола у моменти часу $t=-0$; $t=+0$; $t=\infty$, що характеризують стадії перехідного процесу.

9. Стратегія викладання та навчання

9.1 Методи викладання та навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Лекційне навчання
МН2	Практикоорієнтоване навчання
МН3	Експериментальне навчання

Інтерактивні лекції з використанням мультимедійного обладнання надають студентам теоретичний матеріал, що є основою для самостійного навчання здобувачів вищої освіти. Лабораторні заняття на спеціалізованому обладнанні надають студентам можливість застосовувати та перевіряти теоретичні знання при роботі з реальними пристроями. Практичні заняття доповнюють лекційний матеріал і надають студентам можливість застосувати та засвоїти теоретичні знання на конкретних прикладах. Практичні заняття проводяться у вигляді виконання індивідуальних завдань, що здійснюються через систему МіХ СумДУ з подальшим обговоренням результатів. Самостійна робота з вивченням оприлюднених на платформах МіХ СумДУ електронних матеріалів з подальшим обговоренням на аудиторних заняттях.

Під час проведення занять студенти отримують навички комунікації, вміння працювати в команді, здатність логічно і системно мислити, аргументовано висловлювати свої думки. Підготовка до лабораторних та практичних занять та виконання лабораторних робіт допоможе студентам розвивати та реалізувати навички логічного та системного мислення, тайм-менеджменту, самостійного опрацювання матеріалу.

9.2 Види навчальної діяльності

НД1	Виконання розрахунків та формування звіту з розрахунково-графічної роботи
НД2	Виконання розрахунків на практичних заняттях
НД3	Виконання досліджень та розрахунків на лабораторних заняттях

10. Методи та критерії оцінювання

10.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальним критеріям	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

10.2 Методи поточного формативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МФО1 Усне опитування на модульних атестаціях	Визначення рівня засвоєння лекційного матеріалу, основних результатів виконання лабораторних робіт та матеріалу практичних занять	згідно розкладу	МіХ
МФО2 Обговорення зі студентами результатів виконаних лабораторних завдань	Визначення рівня засвоєння методики проведення лабораторних робіт та розуміння результатів експериментальних досліджень	згідно розкладу	МіХ
МФО3 Обговорення зі студентами результатів виконаних практичних завдань	Визначення рівня засвоєння методів розрахунку кіл постійного та змінного струмів	згідно розкладу	МіХ

10.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МСО1 Тести за темами лекцій	Підсумкове тестування за розділами курсу	Атестаційні тижні I та II	МіХ

МСО2 Виконання та захист лабораторних робіт	Виконання дослідів на лабораторному обладнанні, обробка результатів експериментів, побудова графіків та написання висновків за результатами досліджень	згідно розкладу	МіХ
МСО3 Виконання завдань за матеріалом практичних занять	Тестові або письмові завдання на платформі МіХ	згідно розкладу	МіХ
МСО4 Виконання та захист розрахунково-графічної роботи	Опанування методики розрахунку лінійних електричних кіл постійного та змінного струму	7 тиждень II модуля	МіХ
МСО5 Підсумковий контроль: екзамен	Студенти проходять підсумкове тестування за всіма розділами курсу або надають письмову відповідь на питання білету	Згідно розкладу	МіХ

Контрольні заходи:

		Максимальна кількість балів	Можливість перескладання з метою підвищення оцінки
Перший семестр вивчення		100 балів	
МСО1. Тести за темами лекцій		6	
	2x3	6	Ні
МСО2. Виконання та захист лабораторних робіт		32	
	6x2	12	Ні
	4x3	12	Ні
	2x4	8	Ні
МСО3. Виконання завдань за матеріалом практичних занять		14	
	4x2	8	Ні
	2x3	6	Ні
МСО4. Виконання та захист розрахунково-графічної роботи		8	
		8	Ні
МСО5. Підсумковий контроль: екзамен		40	
		40	Ні

Форма підсумкового контролю – іспит, що проводиться у письмовій формі або у формі тестового завдання яке студенти проходять на платформі МіХ СумДУ.

11. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

11.1 Засоби навчання

ЗН1	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (проєктори, екрани, смартдошки тощо)
ЗН2	Комп'ютери з прикладним програмним забезпеченням для моделювання електричних кіл та проведення тестування
ЗН3	Електротехнічне лабораторне та вимірювальне обладнання: стенди з активними та пасивними елементами електричного кола, мультиметри, осцилографи

11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Теорія електричних та електронних кіл [Електронний ресурс] : конспект лекцій для студ. спец. 6.171 – "Електроніка", 6.153 "Мікро- та наносистемна техніка" денна форма навчання / укладач М.В. Петровський: конспект лекцій. – Суми: СумДУ, 2021. – 148 с.
2	Теорія електричних і магнітних кіл: Підручник / С. В. Панченко, О. М. Ананьєва, М. М. Бабаєв та ін. – 2-ге вид., випр. та допов. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 246 с.
3	Теорія електричних кіл: Розрахунок лінійних електричних кіл постійного струму. Алгоритми й приклади розв'язування задач та самостійна робота студентів [Електронний ресурс]: навч. посіб. / уклад.: М.Ю. Артеменко, К.С. Дрозденко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 99 с.
Допоміжна література	
4	Теоретичні основи електротехніки [Електронний ресурс]: конспект лекцій / укладачі: І.Л.Лебединський, В.І. Романовський, Т.М. Загородня. – Суми : Сумський державний університет, 2016. – 325 с.
5	Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсів: «Теоретичні основи електротехніки», «Теорія електричних та електронних кіл», «Теорія електричних та магнітних кіл» / укладач М.В. Петровський. – Суми: Сумський державний університет, 2020. – Ч1. – 62 с.
6	Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсів: «Теоретичні основи електротехніки», «Теорія електричних та електронних кіл», «Теорія електричних та магнітних кіл» / укладачі: М.В. Петровський, І.Л. Лебединський. – Суми: Сумський державний університет, 2020. – Ч2. – 75 с.
7	Методичні вказівки і завдання до виконання розрахунково-графічної роботи на тему "Методи розрахунку лінійних електричних кіл у стаціонарних режимах" з курсів: "Теорія електричних і електронних кіл", "Теорія електричних і магнітних кіл" / укладачі: М. В. Петровський, І. Л. Лебединський, С.М. Лебеда. – Суми : СумДУ, 2021. – 31 с.
Інформаційні ресурси в Інтернеті	
8	https://ocw.mit.edu/courses/6-002-circuits-and-electronics-spring-2007/resources/6002_11/