

УДК 621.372(075)  
КП  
№ держреєстрації  
Інв. №

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»  
(ДонНТУ)  
м. Донецьк, вул. Артема, 58; тел. 92 90 19, факс (0622) 92 12 78

З А Т В Е Р Д Ж У Ю  
Проректор з наукової роботи  
д-р техн. наук, проф.

\_\_\_\_\_ Є.Башков

З В І Т  
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ № М2-10

«Удосконалення організації самостійної роботи студентів очної та заочної форм навчання при вивченні курсу ТОЕ на основі використання навчального посібника по розв'язанню задач з теоретичної електротехніки»  
(заключний)

Керівник НДР  
канд. техн. наук, доцент \_\_\_\_\_ О.Корощенко

Рукопис закінчено 1 листопада 2012 р.  
Результати цієї роботи розглянуті Вченою Радою електротехнічного факультету ДонНТУ, протокол № 9 від 30 листопада 2012р.

2012 р.

## СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР  
канд. техн. наук, доц.

О.Корощенко  
(реферат, вступ, розд. 1, 2, 4, висновки)

Відповідальний виконавець  
канд. техн. наук, доц.

О.Журавель  
(розд. 2, 3)

Канд. техн. наук, проф.

В.Денник  
(розд. 3)

Канд. техн. наук, доц.

В.Антамонов  
(розд. 4)

Канд. техн. наук, доц.

В.Чорноус  
(розд. 5)

Канд. техн. наук, доц.

О.Шелехова  
(розд. 1)

Ас.

Л.Немолякіна  
(розд. 1)

## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 50 с., 6 табл., 12 рис., 36 посилань.

Об'єкт дослідження – методика організації самостійної роботи студентів під час вивчення курсу «Теоретичні основи електротехніки» (ТОЕ).

Мета роботи – удосконалення організації самостійної роботи студентів та підвищення її ефективності під час вивчення курсу «Теоретичні основи електротехніки» в сучасних умовах шляхом аналізу та переробки існуючих та розробки нових задач та завдань на самостійну роботу.

Методи дослідження – аналітичний і експериментальний.

Нормативна дисципліна «Теоретичні основи електротехніки» (ТОЕ) є фундаментальною, базовою дисципліною для студентів електротехнічних спеціальностей. Тому будь-яке поліпшення, спрямоване на зміцнення у студентів знань з ТОЕ, сприяє підвищенню кваліфікації майбутніх фахівців електротехнічного напрямку. Разом з тим, ситуація з освоєнням курсу ТОЕ в даний час істотно погіршилася з кількох причин, основними з яких є зниження рівня підготовки студентів, що починають вивчати дисципліну ТОЕ, тобто вони потребують більшої методичної допомоги; зменшення кількості годин аудиторного навантаження при значному зростанні годин самостійної роботи.

Таким чином, останнім часом значно зросла вага такої складової навчального процесу з ТОЕ як самостійна робота студентів. Це – підготовка до аудиторних занять, контрольних заходів і виконання індивідуальних завдань, що потребує значних витрат часу. Підвищити ефективність та інтенсивність аудиторних занять, а також успішність виконання контрольних заходів можна лише за умови якісної та достатньо тривалої самостійної підготовки студентів до занять. В результаті робіт, виконаних в рамках даної теми, з'явилася можливість істотно зменшити витрати часу на самостійну роботу та покращити її якість. Заходи, що пропонуються, базуються на раціональному використанні персональних ЕОМ.

Авторами звіту розроблені методичні вказівки щодо організації СРС з нормативної дисципліни ТОЕ для студентів очної та заочної форм навчання [1],

виданий збірник задач з усіх розділів курсу ТОЕ з грифом МОНМолодьСпорту [2], виданий навчальний посібник для проведення практичних занять з ТОЕ для напрямів підготовки «Електротехніка та електротехнології» та «Електромеханіка» [3], розроблені нові задачі, які були використані під час проведення регіональних олімпіад з ТОЕ та при підготовці студентів до олімпіад різного рівня, частково оновлені та розроблені нові тренажери та відеофільми з ТОЕ; перевірена ефективність використання нових розробок; зроблені три доклади [4-6] на конференції «Інженерна освіта у розвитку сучасного суспільства. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. м. Донецьк, 30 травня – 01 червня 2011 р. – Донецьк, ДонНТУ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, 2011. – 818 с.».

САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТА, УДОСКОНАЛЕННЯ, ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ, НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС, ЗБІРНИК ЗАДАЧ З ТОЕ, ТРЕНАЖЕР, ВІДЕОФІЛЬМ, ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
1. ІСНУЮЧІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО СРС, НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ СРС .....	9
1.1 Аналіз методичних вказівок, що існують .....	9
1.2 Напрями вдосконалення організації СРС .....	10
1.3 Висновки .....	12
2. РОЗРОБКА МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ СРС І РЕЗУЛЬТАТИ ЇХ УПРОВАДЖЕННЯ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС .....	13
2.1 Опис методичних вказівок .....	13
2.2 Результати впровадження методичних вказівок у навчальний процес .....	16
2.3 Висновки .....	17
3. РОЗРОБКА І ВИДАННЯ ЗБІРНИКА ЗАДАЧ З ТОЕ З ГРИФОМ МОНМолодьСпорту, ЙОГО ВПРОВАДЖЕННЯ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС .....	18
3.1 Обґрунтування доцільності видання збірника задач з ТОЕ .....	18
3.2 Стисла характеристика змісту збірника .....	20
3.3 Відмінні особливості збірника задач .....	25
3.4 Ефективність використання збірника задач в навчальному процесі .....	26
3.5 Висновки .....	27
4. ОЛІМПІАДИ З ТОЕ ЯК ВИД САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ .....	28
4.1 Дослідження впливу олімпіад з ТОЕ на якість навчання .....	28
4.2 Розробка нових олімпіадних задач і використання їх у навчальному процесі .....	32
4.3 Висновки .....	33

5. ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ВІДЕОФІЛЬМІВ І НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНИЦЬКИХ ТРЕНАЖЕРІВ .....	34
5.1 Необхідність розробки та використання навчальних відеофільмів і навчально-дослідницьких тренажерів у курсі ТОЕ .....	34
5.2 Використання навчальних відеофільмів у курсі ТОЕ .....	36
5.3 Використання навчально-дослідницьких тренажерів у курсі ТОЕ	40
5.4 Висновки .....	45
ВИСНОВКИ .....	46
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	47

## ВСТУП

У теперішній час в системі вищої освіти України у зв'язку з інтеграцією країни в європейське співтовариство, входженням України в болонський процес, побудовою ринкового суспільства намітилися тенденції до зниження рівня фінансування, зменшення кількості годин аудиторних занять за рахунок збільшення годин на самостійну підготовку, підвищення самостійності і мобільності студентів, комп'ютеризації процесу навчання.

У цих умовах зростає вага самостійної роботи студентів (СРС) у порівнянні з іншими формами навчання. СРС включає до себе підготовку до аудиторних занять, виконання індивідуальних завдань, курсових робіт і проектів, оформлення звітів з лабораторних робіт, підготовку до контрольних заходів у вигляді іспитів чи модульних контролів. Як показує вивчення питання стану організації СРС, достатньо забезпечені з методичного боку виконання курсових робіт чи проектів, оформлення звітів з лабораторних робіт; трохи гірший, але достатній рівень стану справ з індивідуальними завданнями. Що стосується підготовки до аудиторних занять та до контрольних заходів, то тут методичних вказівок або взагалі не існує, тому що традиційно цим питанням не приділялося уваги, або вони підготовлені не у тому вигляді, як годиться.

Все це вимагає ознайомлення з існуючими методичними вказівками щодо організації СРС, їх переробки відповідно до завдань теперішнього часу і розробки нових вказівок, які б могли допомогти студентам під час самостійної роботи і тим самим підвищити якість засвоєння курсу ТОЕ.

В даній роботі поставлена задача розробити нові задачі та завдання з ТОЕ, видати українською мовою збірник задач з усіх розділів ТОЕ і тим самим підвищити ефективність проведення практичних занять, полегшити студентам виконання індивідуальних завдань і підготовку до контрольних заходів; окремо розробити методичні вказівки щодо підготовки до аудиторних занять та до контрольних заходів; продовжити роботу над розробкою ілюстраційних матеріалів, з якими студенти могли б ознайомитися самостійно; виконати перевірку ефективності застосування запропонованих заходів. Усі підготовлені

матеріали подані на електронному носії, тому можуть бути легко скопійовані студентами для ознайомлення з ними у домашніх умовах.

У розробці матеріалів підрозділу 5.2 (відеофільми) приймали участь старший викладач Черноус Є.В., студенти Гейер Р.Г. (група СУА-09) і Готін Б.А. (група ЕлС-09), підрозділу 5.3 (тренажери) – студенти групи ЕлС-10 Ахмедов Р.Н. і Шальнев А.А. Підрозділ 5.2 написаний за участі старшого викладача Черноуса Є.В.



# 1 ІСНУЮЧІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО СРС, НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ СРС

## 1.1 Аналіз методичних вказівок, що існують

Авторами була переглянута велика кількість методичних вказівок і навчальних посібників, які мають відношення до організації СРС з ТОЕ [7-28].

Більшість з них або безпосередньо стосуються проведення практичних занять [7-12], або можуть бути використані під час підготовки до практичних занять [13-14, 26-29], причому цими вказівками та посібниками охоплені практично усі теми курсу. Таким чином, можна вважати, що проведення практичних занять та підготовка до них методично забезпечені.

Під час підготовки до лабораторних робіт та їх виконанні можуть бути застосовані вказівки [15-19], чого цілком достатньо.

Виконання індивідуальних завдань і контрольних робіт студентами усіх форм навчання здійснюється згідно з вказівками [20-24], курсової роботи з ТОЕ – згідно з [25].

Як видно з аналізу методичних вказівок, по-перше, взагалі немає матеріалів з організації роботи по підготовці до лекцій, окрім конспекту лекцій [30-32], до контрольних заходів; по-друге, в них недостатньо враховується бурхливий розвиток комп'ютерних технологій, по-третє, більшість вказівок і посібників надруковані російською мовою, у той час як держава Україна потребує матеріалів державною мовою.

## 1.2 Напрями вдосконалення організації СРС

Узагальнюючи досвід організації СРС викладачами кафедри «Електромеханіка і ТОЕ» ДонНТУ і матеріалів вищевказаних методичних вказівок можна відзначити наступне.

Стосовно вивчення технічної дисципліни ТОЕ процес навчання є таким, що містить декілька обов'язкових етапів пізнання, які реалізуються в певній послідовності:

- вивчення теоретичного матеріалу за темою шляхом опрацювання матеріалу лекцій і підручників з дисципліни;

- ознайомлення з розв'язанням типових задач як під керівництвом викладача в аудиторії (розв'язання задачі на дошці викладачем, або під його керівництвом студентом), так і з задачами із навчальних посібників;

- самостійне розв'язання невеликих типових задач в аудиторії або в домашніх умовах, з консультуванням у викладача;

- виконання задач РГР студентами денної форми навчання або контрольних робіт студентами-заочниками з оформленням їх відповідно до вимог кафедри і єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД) з використанням будь-якої допоміжної літератури і не обмежене в часі;

- розв'язання задач без використання допоміжної літератури і з обмеженням в часі, а саме: опити на лекціях або перед лабораторними роботами, проміжний контроль з об'ємної теми, модульні контролі, іспит в семестрі.

Оцінюючи існуючі підходи до навчання студентів, можна сказати, що всі ці етапи можуть бути пройдені студентом самостійно. Методика навчання з якомога більш глибоким поєднанням самостійної роботи студента з проведенням занять в аудиторії під керівництвом викладача більш ефективна, оскільки дозволяє акцентувати увагу студента на засвоєнні найважливіших моментів теми, яка вивчається, і розвиває його здібність до аналізу,

узагальнення і більш осмисленого застосування накопичених знань в самостійній діяльності.

Очевидно, що під час удосконалення організації СРС повинні бути збережені, в тому або іншому вигляді, всі розглянуті вище етапи навчання. Із зменшенням же кількості годин аудиторних занять, що відводяться на вивчення курсу ТОЕ, необхідно знайти засоби проходження цих етапів у вигляді самостійної роботи студента, забезпечивши їх відповідними удосконаленими методичними вказівками. Удосконалення методики повинне бути направлене на розвиток здатності випускника ВНЗ краще орієнтуватися у великому потоці нової інформації, здібності до критичного аналізу інформації і альтернативного вибору рішень.

Необхідне також визначення тем і розділів курсу, де було б доцільним використання ПЕОМ. Персональні комп'ютери можуть бути застосовані під час виконання складних розрахунків, під час розвитку практичних навичок за допомогою програм типу тренажерів, під час освоєння нового матеріалу за допомогою відеофільмів тощо. Вироблення методики розумного використання ПЕОМ під час самостійного вивчення курсу ТОЕ може бути корисним і для багатьох інших дисциплін.

### 1.3 Висновки

1. Існуючі методики організації самостійної роботи студентів не охоплюють такі види СРС як підготовка до лекцій та до контрольних заходів.
2. Є нагальна потреба у навчальному посібнику, який би містив задачі з усіх розділів ТОЕ українською мовою з урахуванням розвитку комп'ютерних технологій.
3. З метою удосконалення СРС пріоритетну увагу слід приділити розробці задач творчого, проблемного, нестандартного характеру, що розвивають у студентів здібність до самостійного аналізу і пошуку раціональних методів рішення задачі в конкретно заданих умовах, у тому числі з використанням можливостей ПЕОМ.
4. Розвитку здібностей студента і підвищенню якості засвоєння матеріалу сприяє використання ілюстраційних матеріалів у вигляді тренажерів та відеофільмів. Таким чином, необхідним є розробка нових і удосконалення раніше розроблених відеофільмів і тренажерів.

## 2 РОЗРОБКА МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ СРС І РЕЗУЛЬТАТИ ЇХ УПРОВАДЖЕННЯ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС

### 2.1 Опис методичних вказівок

Авторами розроблені методичні вказівки [1], що базуються на конспекті лекцій [30, 31] і містять наступні розділи: 1) підготовка до лекцій; 2) самостійне вивчення нового навчального матеріалу; 3) питання для самоконтролю; 4) підготовка до модульних контролів або екзаменів.

У першому розділі зроблений наголос на необхідності готуватися до лекцій і дані стислі рекомендації, як це робити. Матеріал поданий у формі таблиці, фрагмент якої представлений у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

№ лекции	Тематика и вопросы для самоконтроля	Стр. в конспекте лекций
	<b>Модульный контроль 1</b>	/1/
1	1.1 Введение. Основные понятия теории электрических цепей 1.2 Активные элементы цепи и их характеристики 1.3 Классификация цепей с точки зрения расчёта 1.4 Топологические характеристики электрических цепей 1.5 Основные законы и соотношения электрических цепей Вопросы: 1, 4-11, 75-80, 171-175	5-6 7 8 8 9-10
2	Повторить темы 1.2, 1.4, 1.5 2.1 Передача энергии от активного двухполюсника к пассивному 2.2 Баланс мощностей 2.3 Потенциальная диаграмма 2.4 Метод непосредственного применения законов Кирхгофа 2.5 Метод узловых потенциалов 2.6 Метод двух узлов Вопросы: 12, 81-83, 176-178	7-10 11-12 12 12 13 13-14 14
3	Повторить темы 1.5, 2.4, 2.5 3.1 Метод контурных токов 3.2 Принцип и метод наложения Вопросы: 83-84	9-10, 13-14 14-16 16

У першому стовпці перераховані усі лекції у відповідності до робочої програми. У другому стовпці – питання, які розглядаються на певній лекції. Під час підготовки до лекцій, починаючи з другої, рекомендовано повторити певні

підрозділи, номери яких вказані. Тут перелічені номери питань для самоконтролю, на які треба буде відповісти після лекції. У третьому стовпці зроблене посилання на літературу (відповідний конспект лекцій) і вказані номери його сторінок, які відповідають тематиці з другого стовпця. У такий спосіб подані теми усіх лекцій, що передбачені робочою програмою.

У другому розділі дані рекомендації щодо дій, пов'язаних з проробкою навчального матеріалу, який запланований до самостійного вивчення. Матеріал поданий у формі таблиці, фрагмент якої представлений у табл. 2.2.

Таблиця 2.2

№ змістового модуля	Тематика и вопросы для самоконтроля	Стр. в конспекте лекций
1	Теорема про компенсацію Линейные соотношения между напряжениями и токами Магнитные силы и их использование Вопросы: 98	18 17 27
2	Понятие об автотрансформаторе Фазные сопротивления различных элементов трёхфазной системы Вопросы: 108	49-50 62-63
3	Особенности расчёта переходных процессов при нарушении законов коммутации Переходные процессы в трехфазных цепях Комплексные передаточные функции Вопросы: 38,44,204,205	27-28 30-31 37-38

Як бачимо, у таблиці дані найменування тем, вказані сторінки з конспекту лекцій, а також номери питань для самоконтролю.

У третьому розділі поданий список питань для самоконтролю, які поділені на три частини – питання щодо визначень; питання, що стосуються фізики явища; питання методичного характеру. Загальна кількість питань складає більше двохсот, причому їх кількість може бути збільшена при необхідності. Нижче у табл. 2.3 наведені приклади цих питань.

Таблиця 2.3

3.1. Определения
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое активный двухполюсник? Какова его простейшая эквивалентная схема?</li> <li>2. Что такое индуктивность?</li> <li>3. Что такое ёмкость?</li> <li>4. Какие виды электрического тока Вы знаете? Каковы условия и особенности их протекания, что в них общего и различного? (Токи проводимости, переноса, смещения).</li> <li>5. Дайте определение электрического потенциала, напряжения, ЭДС.</li> </ol>
3.2. Из области физики
<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Какая разница между напряжением и ЭДС?</li> <li>7. Как измерить ЭДС источника?</li> <li>8. Как объяснить, что внутри источника ток течёт от «минуса» к «плюсу»?</li> <li>9. Чем отличается идеальный источник от реального? Какой вид имеют их ВАХ? Как построить ВАХ реального источника?</li> <li>10. Почему резистор греется при протекании тока?</li> </ol>
3.3. Методические вопросы
<ol style="list-style-type: none"> <li>11. На какие основные части можно разделить курс ТОЭ?</li> <li>12. Назовите основные элементы электрической цепи?</li> <li>13. Какие функции выполняют источник и потребитель электрической энергии?</li> <li>14. Как Вы понимаете свойство дуальности применительно к электрическим цепям?</li> <li>15. Какими свойствами обладает резистивный элемент, какие функции он выполняет в электрической схеме?</li> <li>16. Зачем нужны другие методы расчёта, если методом непосредственного применения законов Кирхгофа можно решить любую задачу?</li> </ol>

У четвертому розділі дані загальні рекомендації щодо підготовки до модульних контролів та екзаменів, а також наведені критерії оцінювання. Далі наведені по два приклади екзаменаційних білетів та білетів з кожного модульного контролю.

## 2.2 Результати впровадження розроблених методичних вказівок у навчальний процес

Методичні вказівки були поширені на електронному носії серед студентів спеціалізації «Електричні системи і мережі» ЕСіМ-09 (група денної форми), А-09, А-10 (групи денної форми з поглибленим вивченням англійської мови, ЕСіМ-10пр, ЕСіМ-11пр (групи заочної форми зі скороченим терміном навчання).

Опитування показали, що першими трьома розділами розроблених методичних вказівок скористалися біля 30% студентів групи ЕСіМ-09, 50% – у групах А-09, А-10 і 10% у заочних групах. Такі відсотки пояснюються тим, що в англійських групах підібрані кращі студенти і вони більше переймаються своїми екзаменаційними оцінками. Студенти-заочники не мали достатньо часу, щоб розглядати лекції окремо, а готувалися до екзаменів, просто користуючись підручниками та конспектами лекцій. Але усі студенти дали лише схвальні відгуки щодо цих вказівок, навіть ті студенти, яким було ліньки готуватися до кожного заняття. А от четвертий розділ з критеріями оцінювання і прикладами білетів переглянули усі студенти. Таким чином, такий вид методичних вказівок має позитивний вплив на успішність студентів.

Слід зауважити, що графік навчального процесу для студентів А-10 був дещо змінений у порівнянні із студентами груп А-09 і ЕСіМ-09. Це було викликано проведенням Євро-12 у Донецьку. Внаслідок цього довелося дещо змінити у вказівках. Так, замість модульних контролів були проведені екзамени, тобто змінилися білети і критерії оцінювання. Але завдяки тому, що вказівки були підготовлені на електронному носії, це корегування не зайняло багато часу.



### 2.3 Висновки

За наслідками виконання етапу 5 календарного плану по темі № М2–10 можна зробити наступні висновки.

1. Викладачами секції ТОЕ кафедри «Електромеханіка і ТОЕ» ДонНТУ розроблені методичні вказівки щодо організації СРС, і вони упроваджені у навчальний процес.
2. Методичні вказівки тісно пов'язані з конспектом лекцій, графіком навчального процесу, робочою програмою з дисципліни. Враховуючи нестабільність вказаних чинників, вказівки слід переглядати та корегувати для кожного року прийому студентів. Тому ці вказівки раціонально готувати на електронному носії, що зв'язано з їхнім певним недоліком.
3. Запропоновані методичні вказівки отримали схвальні відгуки від студентів і дали позитивний вплив на успішність студентів.
4. Розроблені методичні вказівки упроваджені у навчальний процес недостатньо широко. Таким чином, враховуючи їх позитивний вплив на успішність студентів, їх слід рекламувати і поширити їх використання.

### 3 РОЗРОБКА І ВИДАННЯ ЗБІРНИКА ЗАДАЧ З ТОЕ З ГРИФОМ МОНМолодьСпорту, ЙОГО ВПРОВАДЖЕННЯ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС

#### 3.1 Обґрунтування доцільності видання збірника задач з ТОЕ

Дисципліна «Теоретичні основи електротехніки» (ТОЕ) є фундаментальною, базовою дисципліною для студентів спеціальностей не тільки електротехнічного напрямку, але і багатьох інших. Без знання курсу ТОЕ практично неможливо вивчати такі спеціальні дисципліни як «Електричні машини», «Електричні апарати», «Промислова електроніка» і багато інших, пов'язаних з електротехнікою. ТОЕ – це фундамент, на якому будується вся будівля знань інженера, пов'язаного з електротехнікою. Тому будь-яке поліпшення, спрямоване на зміцнення у студентів знань з ТОЕ, сприяє підвищенню кваліфікації майбутніх фахівців електротехнічного напрямку. Однією з важливих складових навчального процесу з ТОЕ є практичні заняття, а також самостійна робота студентів.

За останні роки у стані освіти України і, зокрема, у методиках викладання дисциплін у вищих навчальних закладах відбулися кореневі зміни. Україна приєдналася до Болонського процесу, у викладанні застосовується кредитно-модульна система, постійно зменшується кількість годин аудиторного навчання і відповідно збільшується кількість годин на самостійну роботу студентів.

На теперішній час в Україні відсутні україномовні повнооб'ємні навчальні посібники із розв'язання задач з теоретичної електротехніки. Тому видання збірника задач з ТОЕ, який охоплював би усі без винятку теми змістових модулів, які вивчаються у нормативній дисципліні «Теоретичні основи електротехніки», і більшість тем таких курсів як «Теорія електричних кіл і сигналів», «Основи теорії кіл», «Електричні та електронні кола», «Теорія поля» і інші є дуже доцільним. В збірнику має бути врахований інтенсивний розвиток сучасної обчислювальної техніки: розрахунки складних схем, побудова графіків і таке інше з використанням комп'ютерних математичних систем. Оскільки

посібник відповідає змісту дисциплін, що відносяться до теоретичної електротехніки, він може бути використаний під час проведення практичних занять і організації самостійної роботи студентів із вказаних дисциплін. В світі останнього, у збірнику повинна бути велика кількість прикладів розв'язання задач. Це особливо важливо для студентів заочної форми навчання.

В Донецькому національному технічному університеті багато років використовувались університетські методичні посібники з проведення практичних занять з теоретичних основ електротехніки (ТОЕ) та з організації самостійної роботи студентів із вказаних дисциплін [7-9, 13-14, 20-21, 23-24, 26-28, 33]. Цей досвід є досить позитивним і може бути використаний під час видання збірника задач з дисципліни ТОЕ з грифом МОНМолодьСпорту.

### 3.2 Стисла характеристика змісту збірника

З огляду на вище сказане колективом авторів у складі О.В. Корощенко, В.Ф. Денника, О.А. Журавель, О.Г. Шелехової, М.В. Апухтіна був розроблений навчальний посібник із розв'язання задач з теоретичної електротехніки, який було затверджено Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів (лист від 10.04.2012 р. № 1/14-4808). Цей посібник було надруковано ТОВ “Друк-Інфо”, 83001, м. Донецьк, вул. Артема, 58 в липні 2012 р. під назвою “ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ Збірник задач”. В своєму складі збірник містить вступ, 14 розділів, додаток та літературу.

У вступі відзначено, що збірник є узагальненням досвіду проведення практичних занять з теоретичних основ електротехніки в Донецькому національному технічному університеті і є помічником під час вивчення такої важливої дисципліни як ТОЕ. Приділена увага використанню обчислювальної техніки під час розв'язання задач, особливо складних.

В переважній більшості розділів збірника у стислому вигляді подані основні теоретичні положення теми, що розглядається.

Розділ 1 «Фізичні основи електротехніки». В розділі наведено 5 прикладів розв'язання задач і 5 задач для самостійного розв'язання.

Розділ 2 «Лінійні кола постійного струму». Розділ містить 66 задач. Для 30 з них наведені розв'язання. Як приклади, так і задачі для самостійного розв'язання охоплюють всі відомі методи розрахунку як простих так і складних лінійних кіл постійного струму. У порівнянні з іншими (російськомовними) збірниками задач наш особливо відрізняється задачами з еквівалентного перетворення електричних кіл та задачами з розрахунку кіл з керованими джерелами.

Розділ 3 «Лінійні кола синусоїдного струму». В його складі наведено 64 задачі, із яких 31 є прикладом розв'язання задач. Ці задачі охоплюють як метод

векторних діаграм, так і комплексний (символічний) метод розрахунку лінійних кіл синусоїдного струму, включаючи кола із взаємною індуктивністю. Особливістю розділу є наведення задач підвищеної складності, а також багатьох прикладів застосування ПЕОМ для розв'язання задач, які без ПЕОМ розв'язати дуже складно, а інколи і неможливо.

Розділ 4 «Трифазні кола». 37 задач складають зміст цього розділу. Для 27 з них наведені розв'язання. Задачі охоплюють розрахунок як симетричних, так і несиметричних кіл, включаючи особливі випадки несиметрії, а також методом симетричних складових. Приділена увага застосуванню ПЕОМ для розв'язання задач.

Розділ 5 «Пасивні чотиріполюсники і фільтри». В розділі наведено 22 приклада розв'язання задач і 44 задачі для самостійного розв'язання. Вони охоплюють всю відому теорію чотиріполюсників і фільтрів, у тому числі активних.

Розділ 6 «Лінійні кола при періодичних несинусоїдних напругах і струмах». Розділ містить 21 задачу. Для 11 з них наведені розв'язання. Як приклади, так і задачі для самостійного розв'язання містять як розкладання періодичних функцій в ряд Фур'є, так і розрахунок однофазних та трифазних кіл несинусоїдного струму.

Розділ 7 «Перехідні процеси в лінійних колах із зосередженими параметрами». В складі цього розділу наведено 93 задачі, з яких 48 є прикладом розв'язання задач. Ці задачі охоплюють такі методи розрахунку перехідних процесів (ПП): класичний (в тому числі в колах зі взаємною індуктивністю, при “некоректних” комутаціях та з використанням методу змінних стану), операторний, за допомогою інтеграла Дюамеля та спектральний. Декілька задач спрямовані на використання комплексної передатної функції, а також на особливості розрахунку ПП в трифазних колах. Велику увагу приділено використанню ПЕОМ при розрахунках ПП.

Розділ 8 «Електричні кола із розподіленими параметрами». 56 задач складають зміст цього розділу. Для 27 з них наведені розв'язання. Задачі

охоплюють розрахунок кіл із розподіленими параметрами як в усталених режимах, так і за перехідних процесів в них. Задачі на усталений режим охоплюють як довгі лінії без особливостей, так і особливі (узгоджені з навантаженням, без спотворень, без втрат). Задачі на перехідні процеси містять наступні розрахунки: лише падаючих хвиль; падаючих і відбитих хвиль; падаючих, відбитих і заломлених хвиль; багаторазового відбиття хвиль. Увага використанню ПЕОМ, особливо під час розрахунків ПП також має місце.

Розділ 9 «Нелінійні кола в усталеному режимі». В розділі наведено 34 приклади розв'язання задач і 37 задач для самостійного розв'язання. Вони охоплюють всі відомі методи розрахунку нелінійних як електричних, так і магнітних кіл постійного струму, а також кіл змінного струму. Особлива увага приділена як звичайному, так і оригінальному використанню ПЕОМ для розв'язання задач.

Розділ 10 «Перехідні процеси в нелінійних електричних колах». 10 задач складають зміст цього розділу. Для 7 з них наведені розв'язання. Задачі охоплюють такі методи розрахунку: умовної лінеаризації, аналітичної апроксимації, кусково-лінійної апроксимації, послідовних інтервалів та графічного інтегрування. Останній метод стає можливим лише за використання ПЕОМ.

Розділ 11 «Електростатичне поле». В складі цього розділу наведено 48 задач, із яких 39 є прикладом розв'язання задач. Ці задачі охоплюють такі способи розрахунку електростатичного поля: за допомогою інтегральних співвідношень, розв'язання рівнянь Пуассона і Лапласа, метод дзеркальних зображень, групи формул Максвелла, розрахунок симетричних полів у середовищах з неоднорідним діелектриком. Застосуванню ПЕОМ для розв'язання задач присвячено цілий підрозділ.

Розділ 12 «Електричне поле в провідних середовищах». 36 задач складають зміст цього розділу. Для 16 з них наведені розв'язання. Задачі охоплюють такі теми: аналогія між електростатичним і полем у провідному середовищі,

розрахунок поля інтегруванням рівняння Пуассона і методом дзеркальних зображень, розрахунок заземлювачів.

Розділ 13 «Магнітне поле». В розділі наведено 27 прикладів розв'язання задач і 12 задач для самостійного розв'язання. І ті, й інші задачі охоплюють такі теми: розрахунок поля за допомогою інтегральних співвідношень, використання скалярного магнітного потенціалу, розрахунок векторного магнітного потенціалу і його використання, застосування методу дзеркальних зображень. Окремий додаток присвячено застосуванню ПЕОМ для розв'язання задач.

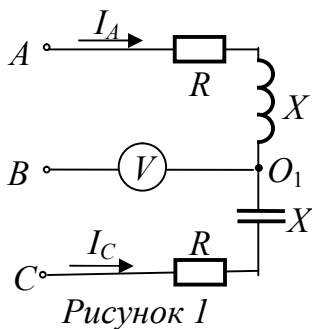
Розділ 14 «Змінне електромагнітне поле». 43 задачі складають зміст цього розділу. Для 25 з них наведені розв'язання. Всі ці задачі охоплюють такі теми: рівняння змінного електромагнітного поля для миттєвих значень величин і в комплексній формі, теорема Умова-Пойнтінга, хвильові рівняння, електродинамічні потенціали і диференціальні рівняння з ними, хвилеводи.

Додаток містить основні положення математичної теорії поля і векторного аналізу.

Література містить 12 найменувань джерел інформації.

В скарбниці авторів є чимало цікавих задач, які з тих чи інших міркувань не увійшли до складу збірника. Ці задачі можуть бути використані при переробці і перевиданні збірника задач або навчального посібника з розв'язання задач олімпіадного характеру. Наведемо лише один приклад.

**ЗАДАЧА 258.** В колі рис. 1 діє симетричне джерело трифазного струму.



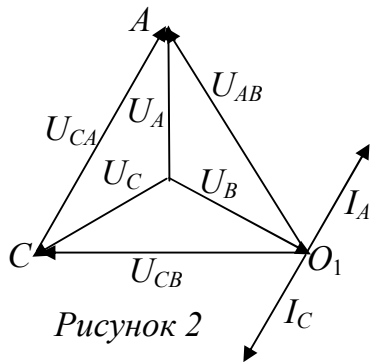
Показ вольтметра дорівнює нулю. Визначити опір  $X$ , якщо  $R = 10 \text{ Ом}$ .

#### Розв'язання

Побудуємо векторно-топографічну діаграму кола (рис. 2). Оскільки показ вольтметра дорівнює нулю, то нейтральна точка навантаження  $O_1$  співпадає з точкою

$B$ . Тому напруги на повних опорах фаз  $A$  і  $C$  будуть, відповідно,  $U_{AB}$  і  $U_{CB}$ .

З іншого боку, за наявності вольтметра фаза  $B$  навантаження розімкнена. Тому повні опори фаз  $A$  і  $C$  з'єднані послідовно і до них прикладена напруга  $U_{CA}$ . Завдяки тому, що у фазах  $A$  і  $C$  реактивні опори однакові за величиною,



струм  $I_C = -I_A$  співпадає за фазою з напругою  $U_{CA}$ . З діаграми видно, що струм  $I_C$  випереджає напругу  $U_{CB}$  на  $60^\circ$ , а струм  $I_A$  відстає від напруги  $U_{AB}$  також на  $60^\circ$ . Таким чином, і для фази  $A$ , і для фази  $C$   $X/R = \operatorname{tg}60^\circ$ . Тобто  $X = \sqrt{3}R = 17.3 \text{ Ом}$ .



### 3.3 Відмінні особливості збірника задач

Як було відмічено вище на теперішній час в Україні відсутні україномовні повнооб'ємні збірники задач з ТОЕ. А от російськомовних збірників багато, хоча за останні 20 років і вони за винятком одного [35] не перевидавались. Укажемо основні відмінності від останніх нашого збірника задач, які, на наш погляд, мають місце.

1. Найбільша серед відомих збірників місткість як за кількістю задач, так і за кількістю сторінок.

2. Його зміст охоплює усі без винятку теми самої повної програми нормативної дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» і споріднених з нею.

3. В його складі наведена величезна кількість прикладів розв'язання задач. В деяких розділах їх навіть більше, ніж задач для самостійного розв'язання. Ця обставина особливо корисна для студентів заочної форми навчання.

4. Наявність ексклюзивних задач, аналогів яким немає у відомих збірниках.

5. Наявність задач підвищеної складності.

6. Широке використання ПЕОМ як під час розв'язання задач, так і під час побудови графіків. У деяких розділах цьому присвячені окремі підрозділи або додатки.

7. Відповіді до задач для самостійного розв'язання містять проміжні результати, що допомагає зрозуміти шлях розв'язання.

8. Є ціла низка задач, які пов'язують курс ТОЕ з іншими дисциплінами.

### 3.4 Ефективність використання збірника задач в навчальному процесі

Збірник задач почав використовуватись в навчальному процесі з осіннього семестру 2012-2013 навчального року. Тому інформації щодо ефективності його використання ще не надходило. Але він побудований на університетських навчальних посібниках, які вже 3-5 років використовуються в навчальному процесі. Ефективність використання останніх була доказана дослідженнями і найшла своє відображення в [36].

### 3.5 Висновки

1. Аргументовано обґрунтована доцільність видання збірника задач з ТОЕ.
2. На базі досвіду викладачів Донецького національного технічного університету було підготовлено до видання і надруковано збірник задач з ТОЕ, який було затверджено Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів (лист від 10.04.2012 р. № 1/14-4808).
3. Наведена стисла характеристика змісту збірника. Вказані особливості кожного із 14 його розділів. Майже в кожному із них приділено увагу використанню ПЕОМ.
4. Наведено приклад однієї із багатьох задач, які не включені в склад збірника, але можуть бути використані при переробці і перевиданні збірника.
5. Вказані найбільш вагомі відмінності збірника від багатьох російськомовних збірників.
6. Указана деяка інформація про можливу ефективність використання збірника в навчальному процесі.

## 4 ОЛІМПІАДИ З ТОЕ ЯК ВИД САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

### 4.1 Дослідження впливу олімпіад з ТОЕ на якість навчання

Процес навчання студентів як процес пізнання має декілька обов'язкових етапів, які реалізуються у певній послідовності. Перший етап – ознайомлення, вивчення теоретичного матеріалу дисципліни – найкращим чином реалізується не за рахунок самостійного навчання, а саме у вигляді аудиторних (лекцій, практичних, лабораторних) занять з дисципліни. Решту, більшу частку процесу навчання планується реалізувати шляхом самостійної роботи студентів. Для такої роботи студентів розроблені і постійно удосконалюються різні методичні посібники, сутність яких наведена в попередніх розділах даного дослідження.

Але у процесі пізнання об'єктивно є етап осмислення, упорядкування накопичених знань, їх практичного застосування. Важко уявити собі якійсь посібник для реалізації подібної діяльності. Тут, мабуть, розумним буде розглянути цей етап пізнання зсередини, виявити «рушійні сили», мотиви, які спонукають, діють на цьому етапі, а потім розглянути можливі шляхи їх використання у звичайному навчальному процесі з метою найбільш якісного засвоєння дисципліни.

На наш погляд, тут особливо важливими стають психологічні характеристики учня, тобто особисті якості студента: допитливість, здібності до аналізу у поєднанні з прагненням проявити себе, лідерські амбіції (бути першим у змаганнях з рівними) і, звичайно, бажання одразу отримати результат, як кажуть, «все і одразу». Саме такі якості особливо проявляються у студентів під час участі в олімпіадах. Дійсно, в олімпіаді приймають участь студенти, які успішні у навчанні у своєму внз, мають достатньо закріплені знання. За 25-36 учасників на олімпіаді є зазвичай 3, від сили 5 призових місць. Незважаючи на примарну можливість зайняти призове місце, щось-таки примушує людину приймати участь в олімпіаді і розв'язувати достатньо

нестандартні завдання. У навчальному процесі необхідно навчитися використовувати такі корисні психологічні риси студентів.

Офіційно олімпіади не включені у навчальні плани підготовки бакалаврів, але це – також самостійна робота студентів, хоча і зорієнтована на обмежене коло студентів. Тим не менше, відомо, що предметні олімпіади дуже ефективні під час підвищення якості підготовки студентів. Це визнається як викладачами, так і самими студентами.

Корисні «властивості» олімпіад можуть бути привнесені і у звичайні практичні або лабораторні заняття з дисципліни. Це можливо зробити за допомогою так званих МСР – малих самостійних робіт. Це – невеликі завдання, розраховані на 8-10 хвилин самостійної роботи в аудиторії з можливістю користуватися конспектом і навіть підказкою викладача. Але у значному ступені це все ж таки самостійна робота студента із особистим осмисленням нехай і простої задачі, з прийняттям рішення. Обмеженість у часі і умови змагання в аудиторії створюють ілюзію олімпіадного середовища. Регулярне виконання малих самостійних робіт дає безцінний досвід розв'язання задач, упевненість студента в своїх знаннях, у підході до розв'язання нових задач. Узагальнені за семестр оцінки з МСР можуть бути задіяні під час виставлення заліку або для допуску до екзамену з дисципліни.

Зазначений вище методичний захід був перевірений у трьох студентських потоках: ТКС, РЕС і ТЗІ. Але у групах ТКС більше годин аудиторних занять. Тому зупинимось на групах спеціальності «Радіотехніка» – РЕС-09, РЕС-10 і спеціальності «Технічні засоби захисту інформації» – ТЗІ-09, ТЗІ-10. Регулярно протягом року малі самостійні роботи проводились лише у групах ТЗІ, у той час як у групах РЕС вони носили епізодичний характер. О позитивному ефекті від впровадження МСР можна судити з результатів модульних контролів, які наведені у табл. 4.1 і 4.2, а також з результатів участі студентів у олімпіадах внз з ТОЕ (табл. 4.3).

Таблиця 4.1 Результати модульних контролів у групах РЕС, ТЗІ у 2010/11 навчальному році

Група, семестр	Кількість студентів	5	4	3	н/а	Успішність, %	Якість, %
РЕС-09-3	24	6	4	3	4	83,3	70,8
ТЗІ-09-3	23	7	5	9	2	91,3	52,2
РЕС-09-4	21	3	8	8	2	90,5	52,4
ТЗІ-09-4	23	5	7	8	3	87,0	52,2

Таблиця 4.2 Результати модульних контролів у групах РЕС, ТЗІ у 2011/12 навчальному році

Група, семестр	Кількість студентів	5	4	3	н/а	Успішність, %	Якість, %
РЕС-10-3	21	7	8	4	2	90,5	71,4
ТЗІ-10-3	20	11	5	3	1	95,0	80,0
РЕС-10-4	21	4	11	2	4	81,0	71,4
ТЗІ-10-4	20	8	9	1	2	90,0	85,0

Таблиця 4.3 Результати участі студентів РЕС і ТЗІ в олімпіадах внз з ТОЕ

Група, семестр	2010 рік		2011 рік		2012 рік	
	Кількість учасників	Зайняті місця	Кількість учасників	Зайняті місця	Кількість учасників	Зайняті місця
РЕС-08-4	1	20				
ТЗІ-08-4	1	5				
РЕС-09-4			1	22		
ТЗІ-09-4			4	9, 11, 14		
РЕС-10-4					2	4, 11
ТЗІ-10-4					2	6, 7

У четвертому семестрі результати модульних контролів майже у всіх групах дещо гірші. Це пояснюється тим, що у четвертому семестрі вивчаються більш складні розділи дисципліни: перехідні процеси, довгі лінії, нелінійні кола змінного струму і перехідні процеси у нелінійних колах.

Як виходить з даних, наведених у таблицях, у студентів груп ТЗІ, де малі самостійні роботи в аудиторії застосовувались регулярно протягом усього навчального року, результати краще майже по всіх показниках. Особливо це помітно з числа студентів-відмінників.

4.2 Розробка нових олімпіадних задач і використання їх у навчальному процесі

Розв'язання олімпіадних задач сприяє розвитку нестандартного мислення фахівця, тому розробці нових незвичних задач завжди приділялася певна увага. Так у 1993 році були розроблені і опубліковані «Вибіркові задачі з лінійних електричних кіл» [33]. Але пройшло достатньо багато часу, накоплені нові матеріали як щодо змісту задач, так і щодо методів їх розв'язання. Таким чином, вказаний навчальний посібник [33] потребує переробки і розвитку. Певні кроки у цьому напрямку були зроблені.

Це знайшло своє відображення у розробці нових задач, які частково увійшли до збірника задач з ТОЕ [2]. Наприклад, задача 7.30: розрахувати струми перехідного процесу в схемі рис. 7.49.

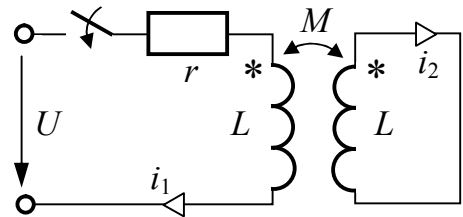


Рис. 7.49

Числові значення:  $U = 50 \text{ В}$ ,  $r = 10 \text{ Ом}$ ,  $L = 0,1 \text{ Гн}$ ,  $M = 0,05 \text{ Гн}$ .

Нестандартним у наведеній задачі є відсутність резистивного опору у вторинному контурі, що можливо лише за ідеалізації явища, коли резистивний опір надзвичайно малий і ним можна знехтувати. За вказаних умов один з двох коренів характеристичного рівняння є нульовим. Після отримання незвичних результатів студенту необхідно зробити їхню оцінку і правильно визначитися з вимушеними складовими струмів і видом вільних складових.

Але для якісної підготовки студентів до олімпіад з ТОЕ слід підготувати окремий навчальний посібник саме з олімпіадними задачами.



### 4.3 Висновки

1. Олімпіадам з дисципліни як одному з видів самостійної роботи студентів властиві специфічні мотиви (рушійні сили) психологічного плану, які спонукають на якісне засвоєння матеріалу дисципліни. Хоча формально олімпіади не входять до навчальних планів, тим не менш, вони дуже ефективні щодо підвищення якості підготовки спеціалістів.

2. Навчальний посібник з олімпіадними задачами, який існує [32], потребує переробки і розвитку. Тому необхідною є розробка нового більшого за об'ємом і удосконаленого за формою посібника для підготовки найбільш успішних студентів до участі в олімпіаді.

3. Корисні якості олімпіад можуть бути привнесені у звичайні заняття з дисципліни у вигляді малих самостійних робіт (МСР). Це підтверджується досвідом запровадження таких робіт у групах ТЗІ радіотехнічного факультету.

4. Простота і доступність викладеного методичного прийому поліпшення самостійної роботи студентів дозволяє сподіватися на його застосування і під час вивчення інших загально-інженерних дисциплін.

## 5 ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ВІДЕОФІЛЬМІВ І НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНИЦЬКИХ ТРЕНАЖЕРІВ

5.1 Необхідність розробки та використання навчальних відеофільмів і навчально-дослідницьких тренажерів у курсі ТОЕ

В кожній технічній дисципліні є процеси або явища, які важко, а інколи й неможливо, представити без використання таких наочних посібників, як діаграми, графіки тощо. Але існують такі процеси та явища, що змінюються у часі, вивчити які нелегко навіть за допомогою графіків чи діаграм. В курсі теоретичної електротехніки до таких явищ відносять: перехідні режими в лінійних і, особливо, в нелінійних колах; поширення хвиль чи сигналів в колах з розподіленими параметрами; стоячі хвилі та перехідні режими в лінії.

Сучасний рівень програмного забезпечення дозволяє одержати програмні засоби, здатні наглядно демонструвати процеси, що міняються і в часі, і в просторі. Рішення цієї задачі полягає в застосуванні навчальних анімаційних відеофільмів.

На відміну від навчальних відеофільмів, важливої, та все ж пасивної форми навчання, навчально-дослідницькі тренажери (НДТ) передбачають активну участь студента в процесі навчання. Вони являють собою програмний засіб, що дозволяє довільно змінювати вихідні параметри досліджуваного кола, спостерігаючи зміну інших величин, які характеризують дане коло чи явище. Це значить, що той, хто навчається, може сам (або з подачі викладача) поставити питання: “А що буде, коли...?” і знайти на нього відповідь. Причому подібна задача активного навчання може вирішуватись як під час практичних занять, так і “в домашніх умовах” водночас з виконанням, наприклад, індивідуального завдання.

Робота, пов'язана з розробкою анімаційних відеофільмів і навчально-дослідницьких тренажерів на кафедрі електромеханіки і ТОЕ ДонНТУ ведеться

вже достатньо довго. Так, розроблено близько 20 відеофільмів і більше 20 тренажерів. Інформація про них надана в [36, 4, 5].

В даній роботі проведено удосконалення вказаних засобів, пов'язане з наданням додаткових і більших детальних коментарів і інструкцій, завдяки чому студенти зможуть розібратися з відеофільмами і тренажерами під час самостійної роботи. Використання відеофільмів і тренажерів дозволить підвищити якість засвоєння теоретичного матеріалу студентами під час самостійної роботи.

## 5.2 Використання навчальних відеофільмів у курсі ТОЕ

Розглянемо відеофільм “Перехідні процеси у колі  $r - L - C$ ”, один з кадрів якого наведений на рис. 5.1. В теоретичній електротехніці це коло розглядається як “класичне”. Його механічними аналогами є пружинний маятник, механічна система вимірювального приладу, амортизатор, противідкатний пристрій гармати і т. п. Сценарій фільму передбачає вивчення динамічних властивостей цього кола при зміні її опору  $r$ . Кожен кадр фільму, що відповідає конкретному значенню  $r$ , містить криві трьох напруг кола в перехідному режимі; комплексну площину з зображенням кореневих годографів з поточним положенням коренів характеристичного рівняння, поточні числові значення вихідних даних, значень коренів та показників перехідного режиму (практична тривалість, період вільних коливань та ін.).

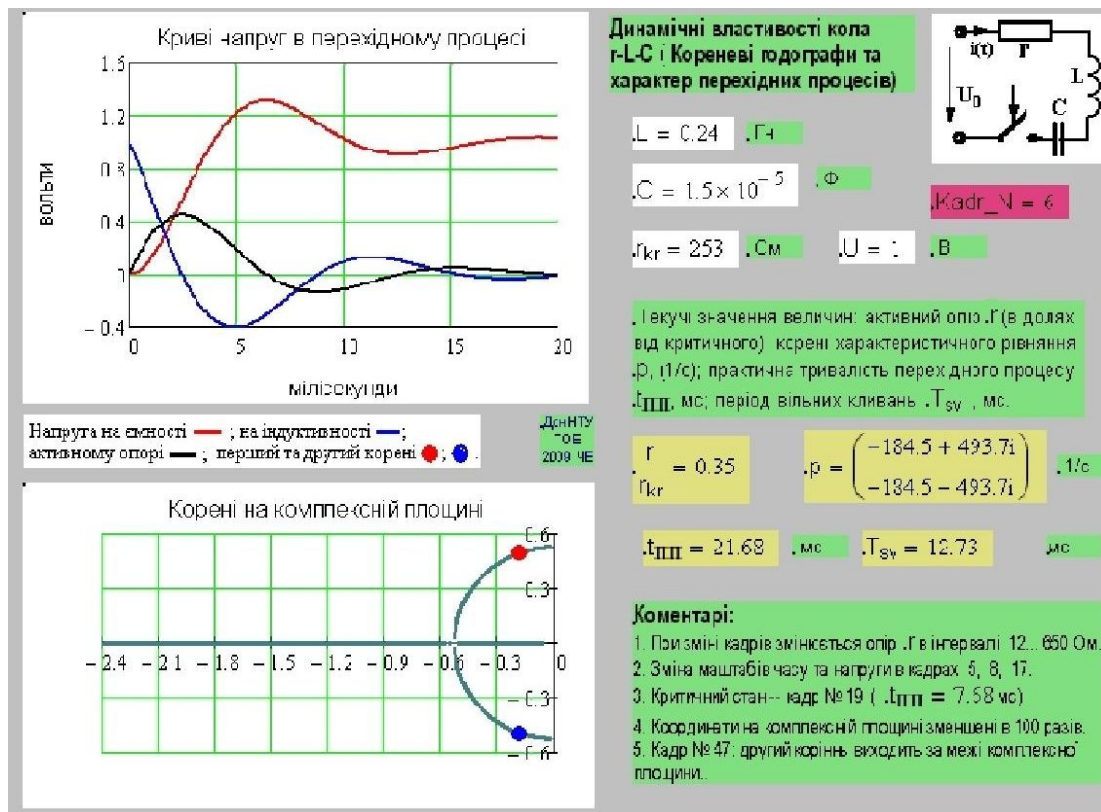


Рисунок 5.1. Кадр відеофільму “Перехідні процеси в колі  $r - L - C$ ”

З кожним кадром збільшується активний опір кола, синхронно переміщуються по своїм годографам на комплексній площині корені характеристичного рівняння і змінюються криві перехідного процесу.

Одночасно міняються показники числових таблиць, що характеризують динамічні властивості досліджуваного кола (практична тривалість процесу, інтенсивність затухання, період вільних коливань).

Таким чином, відеофільм дозволяє одержати наглядну уяву про кореневі годографи, про тісний зв'язок між положенням коренів на комплексній площині та характером перехідного процесу, а також про фізичний зміст критичного опору.

Кадр з другого фільму “Багаторазове відбиття прямокутного імпульсу в довгих лініях” наведений на рис. 5.2. Оскільки поширення сигналу в довгій лінії залежить як від часу, так і від координати, цей процес важко відтворити на двомірному графіку. Однак відеофільм, завдяки зміні кадрів з двомірними графіками, дозволяє цей процес “оживити” і наглядно показати переміщення сигналу і в часі, і в просторі.

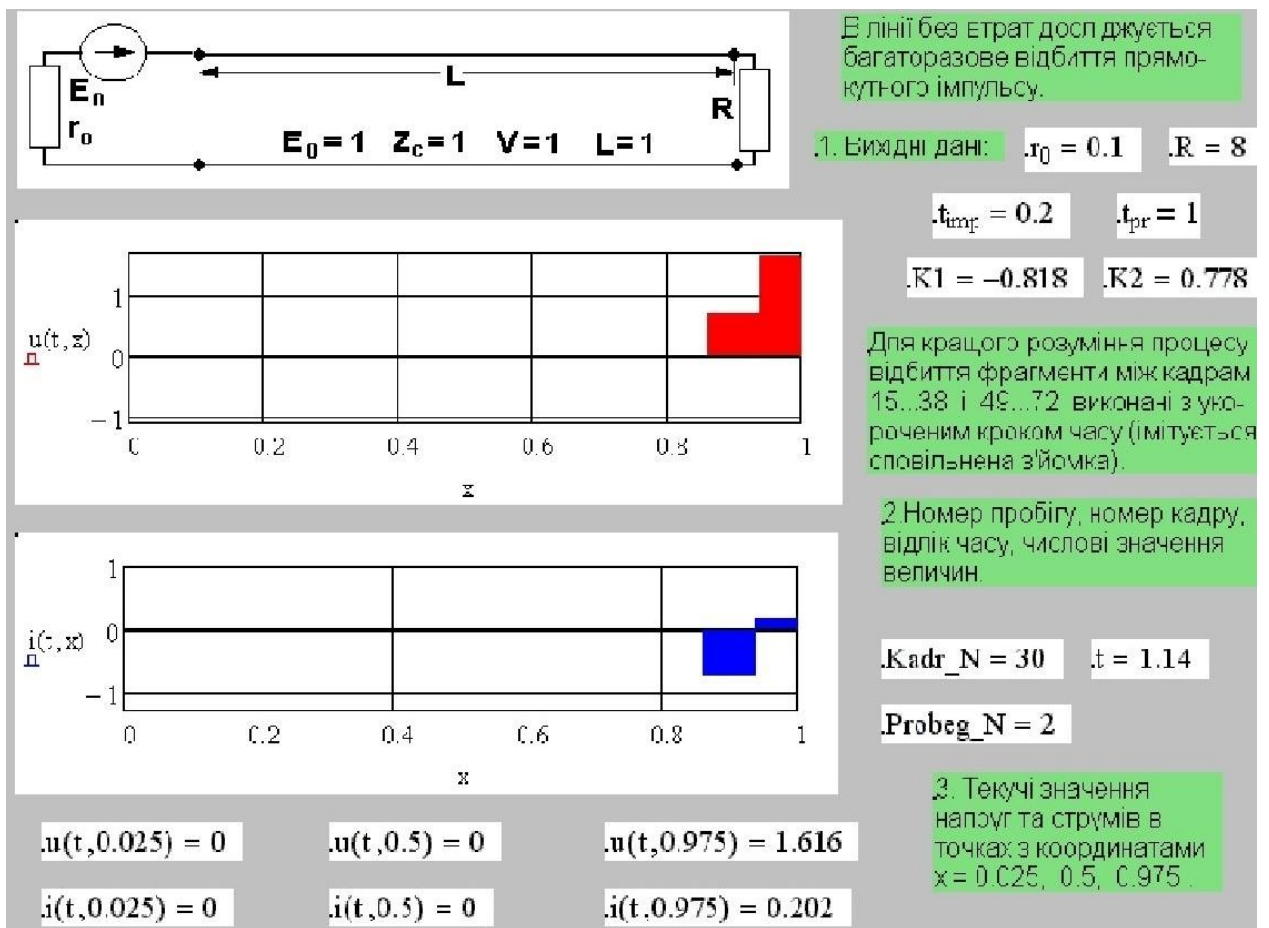


Рисунок 5.2. Кадр відеофільму “Багаторазове відбиття прямокутного імпульсу”

На “зупиненому” кадрі (№ 30) показані епюри напруги і струму для моменту часу, коли фронт імпульсу вже відбився від активного навантаження, пройшов “повз” його зріз і рухається до початку лінії. В правій частині епюри ( $u = 1.778$ ,  $i = 0.222$ ) спостерігаємо накладання прямої та відбитої частин імпульсу, а зліва ( $u = 0.778$ ,  $i = -0.222$ ) тільки його відбиту частину.

Для раціонального використання часу (і пам'яті) в фільмі детально (с малим кроком) показані процеси відбиття імпульсу від навантаження та від джерела, коли його амплітуда зменшується, а його проходження вздовж лінії виконується всього за кілька “стрибків”, завдяки чому робиться акцент на найбільш цікавих явищах.

Найбільш складними для розуміння (з точки зору студентів) є перехідні процеси в лініях за наявності реактивних елементів. На цю тему розроблено кілька відеофільмів. В якості прикладу розглянемо фільм, розроблений студентами гр. СУА–08. Його сутність: по повітряній лінії поширюється хвиля з прямим фронтом (рис. 5.3), який в перерізі неоднорідності “повз” ємність  $C1$  “через” опір  $R$  переходить (заломлюється) в кабельну лінію. “Зупинений” кадр (№ 99) фіксує момент часу, коли відбита від перерізу неоднорідності хвиля досягає середини повітряної лінії.

З бігом часу (зі зміною кадрів), спостерігається рух відбитої та заломленої хвиль, проте, оскільки фільм перенасичений інформацією, вкрай бажані, особливо при першій демонстрації коментарі викладача, наприклад, наступні:

1. Точка нульового потенціалу на епюрі напруг поширюється вліво (в повітряну лінію) і вправо (в кабельну лінію), в той час як на епюрі струму вліво поширюється точка подвійного струму, а справа епюра струму аналогічна епюрі напруги. Ці особливості добре ілюструють комутаційні властивості ємності.
2. Різниця в напругах справа і зліва в безпосередній близькості від перерізу неоднорідності дорівнює напрузі на опорі  $R$ , а різниця струмів в тому ж перерізі дорівнює зарядному струму ємності.

Навчальні відеофільми, не дивлячись на значне інформаційне навантаження, можуть подати серйозну допомогу під час вивчення складного теоретичного матеріалу. Їх можна застосовувати в якості наглядного посібника, як на аудиторних заняттях, так і при самостійній роботі. Більш того, студенти помічають користь цього виду навчання (краще раз побачити...). Поширення комп'ютерної техніки цьому сприяє.

Практично всі відеофільми мають текстові описання, коментарі і питання самоконтролю, проте, оскільки студенти їх читати не люблять, бажані, хоча б під час першої демонстрації, коментарі викладача.

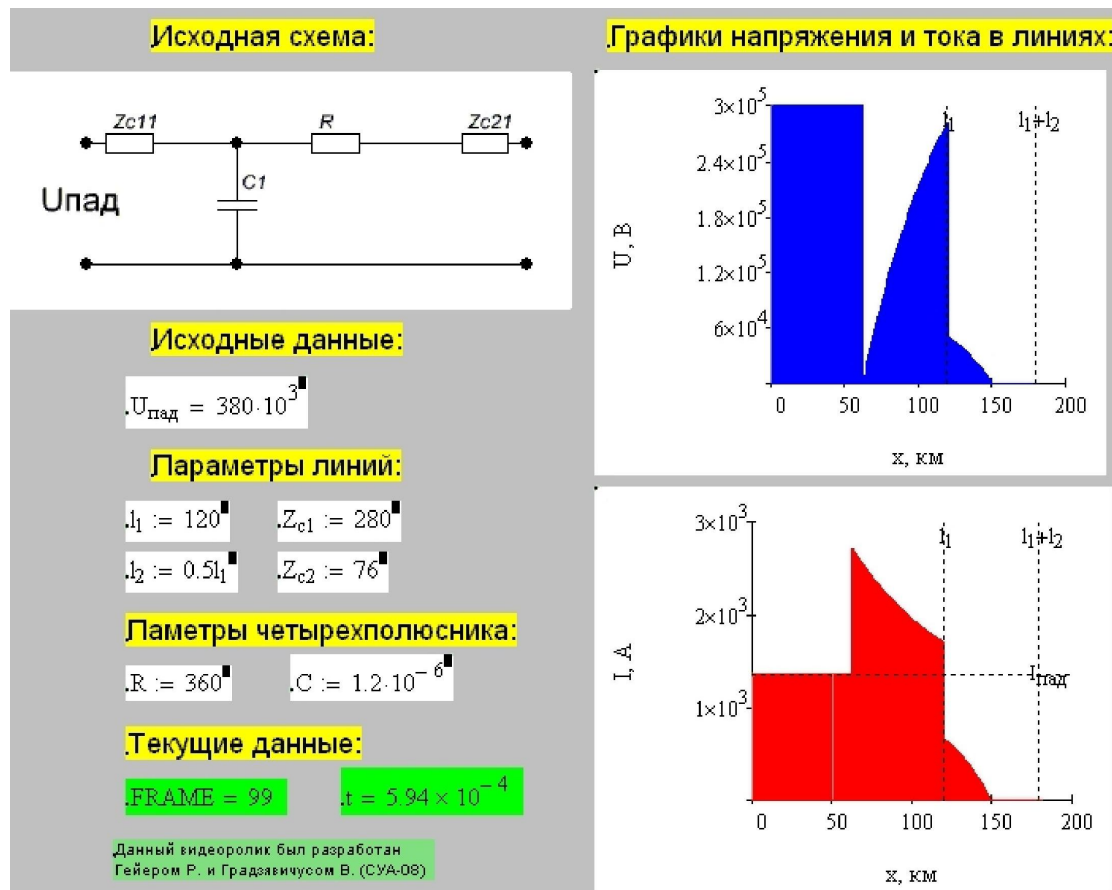


Рисунок 5.3. Кадр відеофільму “Проходження хвилі з прямим фронтом з повітряної лінії в кабельну через чотириполіусник R–C”

### 5.3 Використання навчально-дослідницьких тренажерів у курсі ТОЕ

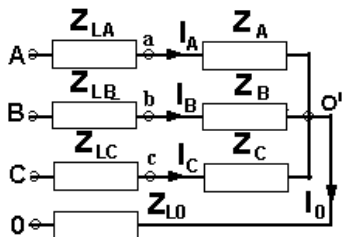
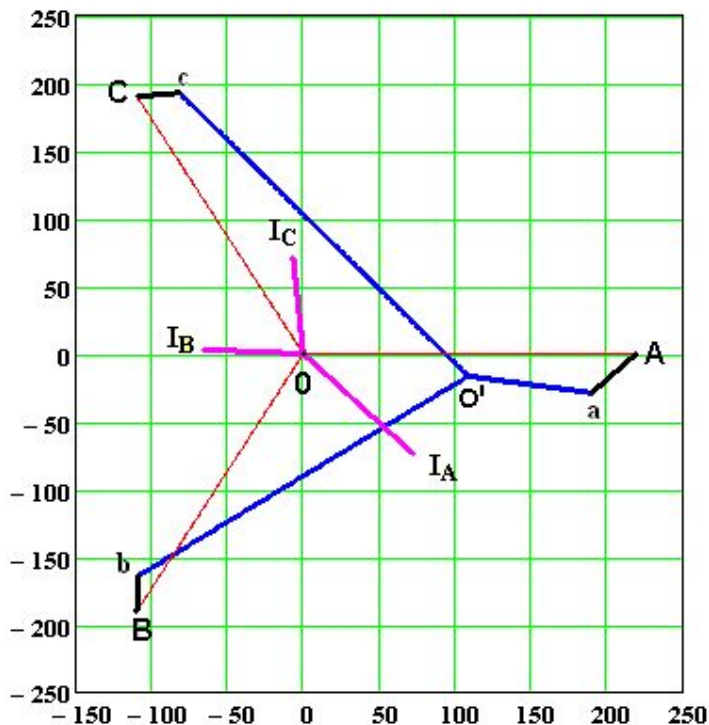


Рисунок 5.4

Розглянемо два приклади використання тренажерів. Перший – трифазне коло “лінія – зірка” (рис. 5.4, рис. 5.5). Вихідні величини: лінійна напруга  $U$ , опори лінії  $Z_{LA}$ ,  $Z_{LB}$ ,  $Z_{LC}$ , навантаження  $Z_A$ ,  $Z_B$ ,  $Z_C$ , нульового проводу  $Z_{L0}$ , що дозволяють імітувати будь-які робочі або аварійні режими кола, а також

масштабні коефіцієнти напруг і струмів. Величини, які досліджуються: потенціали всіх точок схеми на комплексній площині, з'єднані відрізками (векторами) фазних напруг, вектори струмів, числові значення всіх величин, показники балансу потужностей. До тренажера додаються необхідні коментарі і інструкція користувача.

Учебно-исследовательский тренажер (УИТ): Трёхфазные цепи. Звезда.  $U := 380$  Ввод параметров и масштабн. коэфф.  $Z_A := (16 + j \cdot 12) \cdot 0.25$   $Z_B := (16 + j \cdot 12)$   $Z_C := 16 + j \cdot 12$   
 $m_u := 1.0$   $m_i := 5$   $Z_{L0} := 10^6$   $Z_{LA} := j \cdot 2$   $Z_{LB} := j \cdot 2$   $Z_{LC} := j \cdot 2$   
 Баланс мощностей, кВт  $\Sigma P_{ist} = 7.068$   $\Sigma P_{ptr} = 7.068$



Комплексы потенциалов и токов

$$\begin{pmatrix} \Psi_0 \\ \Psi_A \\ \Psi_B \\ \Psi_C \\ \Psi_a \\ \Psi_b \\ \Psi_c \\ \Psi_{O'} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 219.393 \\ -109.697 - 190i \\ -109.697 + 190i \\ 190.015 - 28.863i \\ -108.459 - 163.799i \\ -81.556 + 192.662i \\ 108.58 - 16.493i \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} I_0 \\ I_A \\ I_B \\ I_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 - 0i \\ 14.432 - 14.689i \\ -13.101 + 0.619i \\ -1.331 + 14.07i \end{pmatrix}$$

Рисунок 5.5. Робоче поле УДТ «Трифазні кола. Зірка»



За своєю сутністю тренажер імітує виконання лабораторної роботи. Студент одержує ті ж знання, однак має більшу свободу дій. Наприклад, тренажер дозволяє дослідити аварійні ситуації, які далеко не завжди можна виконати в реальній лабораторній роботі без пошкодження матеріальної бази (рис. 5.6).

Важлива перевага тренажера – економія часу. Не потрібно вручну будувати графіки чи діаграми після зміни будь-якого параметра. Тренажер все будує (або перебудує) сам і практично миттєво.

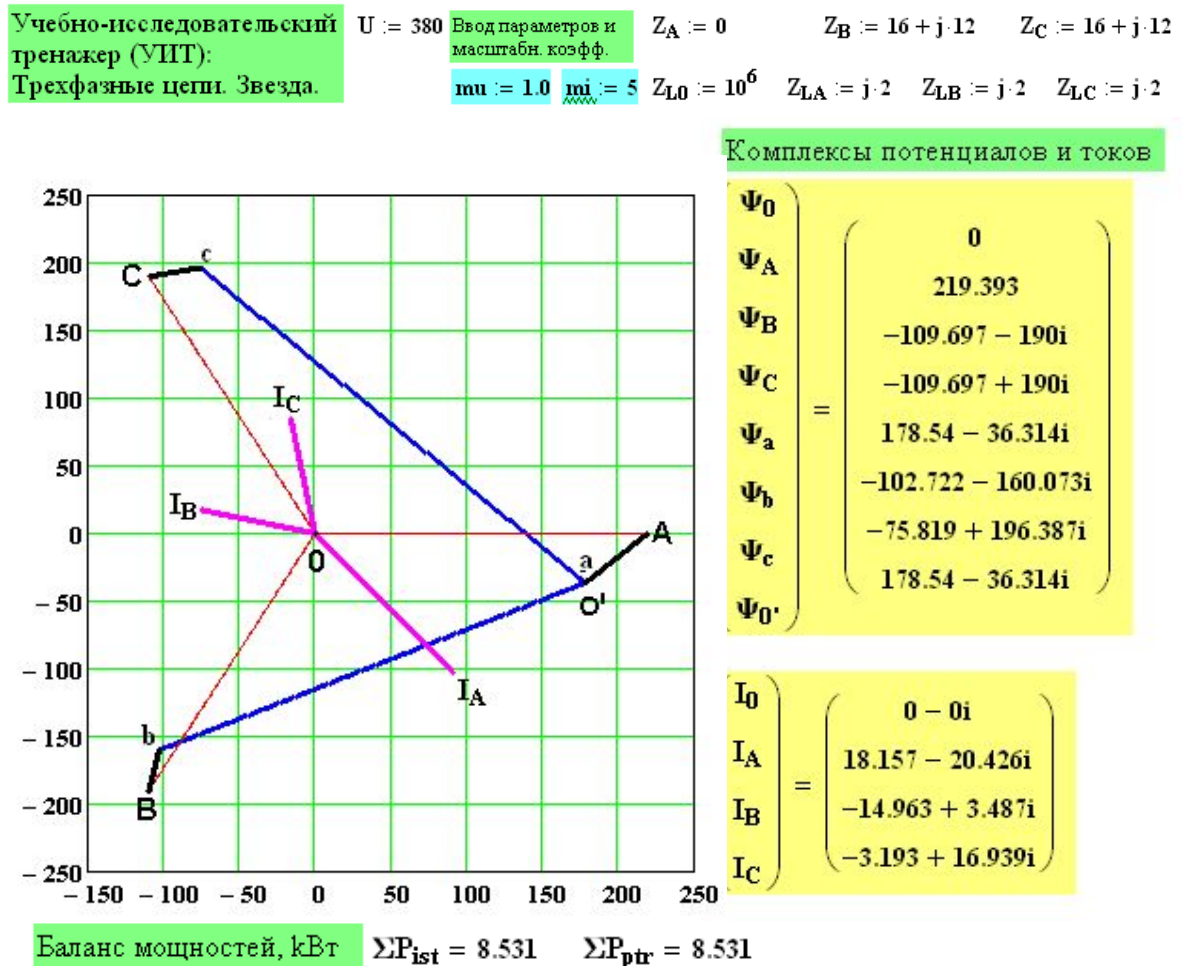


Рисунок 5.6. Коротке замикання фази A

Розглянемо другий приклад “Коло з керованим нелінійним елементом“, що імітує роботу каскаду транзисторного підсилювача з загальним емітером (рис. 5.7).

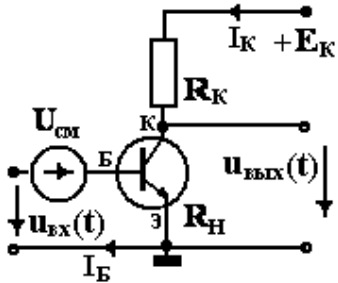


Рисунок 5.7

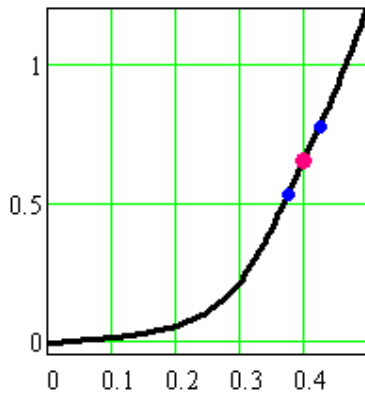
Вхідні величини: коефіцієнт передачі  $\beta$ , опір  $R_K$ , напруга зміщення  $E_{см}$ , вхідна  $I_B(U_{БЭ})$  та сімейство вихідних  $I_K(I_B, U_{БЭ})$  характеристик. Величини, що досліджуються: графіки сигналів на вході  $u_B(\omega t)$  і виході  $u_{кэ}(\omega t)$  та коефіцієнт підсилення за напругою  $K_U$  (рис. 5.8).

УИТ "Нелинейная цепь с управляемым нелинейным элементом (каскад транзисторного усилителя ОЭ).

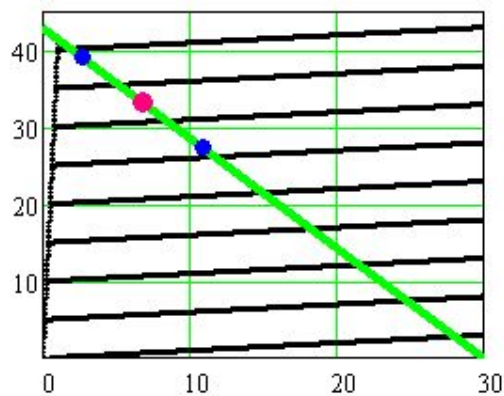
Ввод параметров и их пределы.

$E_k = 30$     $\beta = 45..55$     $\beta := 50$     $R_K := 700$     $R_K = 500..800$   
 $U_{sign} = 0..0.025$     $U_{sign} := 0.025$     $E_{SM} := 0.4$     $E_{SM} = 0.2..0.4$

Входная х-ка  $I_B(U_{БЭ}), \text{мА}$



Выходные х-ки  $I_K(I_B, U_{БЭ}), \text{мА}$



$I_B =$   $\begin{pmatrix} 0 \\ 0.1 \\ 0.2 \\ 0.3 \\ 0.4 \\ 0.5 \\ 0.6 \\ 0.7 \\ 0.8 \end{pmatrix}$

"Размах" входного и выходного сигналов, коэффициент усиления по напряжению

$\Delta U_{вх} = 0.05$

$\Delta U_{вых} = 8.178$

$K_U := \frac{\Delta U_{вых}}{\Delta U_{вх}} = 163.551$

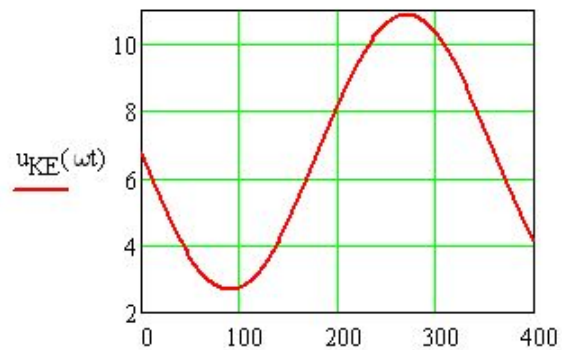
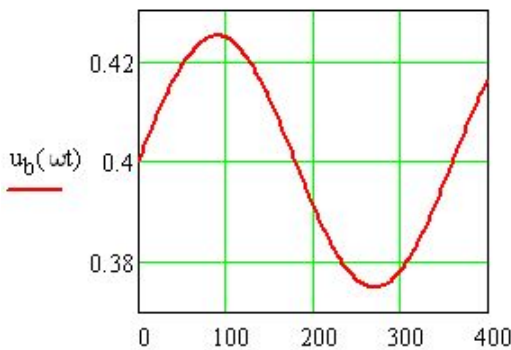


Рисунок 5.8 НДТ «Коло з нелінійним керуванієм елементом» (каскад транзисторного підсилювача з загальним емітером)

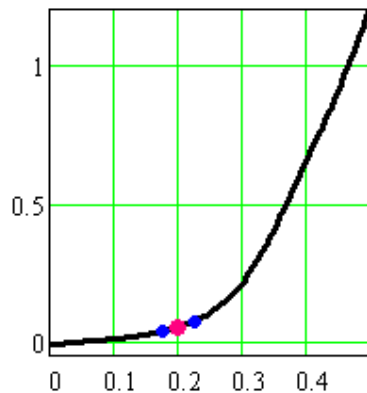
Тренажер дозволяє зрозуміти сутність побудови підсилювача на керуваному опорі, вивчити залежність його властивостей від вхідних величин, а також наочно подати таке важке для засвоєння явище, як нелінійні спотворення, обумовлені зміщенням “точки спокою” на нелінійну частину вхідної характеристики (рис. 5.9). НДТ дозволяє аналізувати дане явище, спостерігаючи за зміною кривої сигналу на виході  $u_{KE}(\omega t)$ , побудова якого “вручну вимагає значного часу.

УИТ "Нелинейная цепь с управляемым нелинейным элементом (каскад транзисторного усилителя ОЭ).

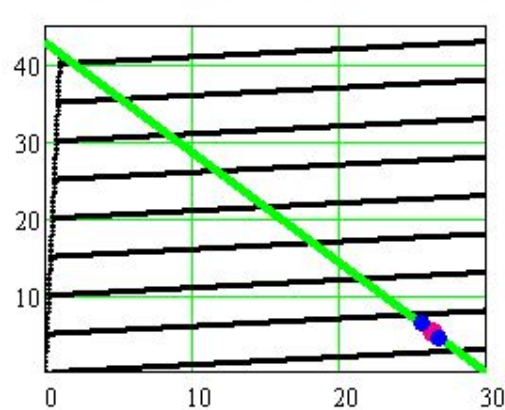
Ввод параметров и их пределы.

$E_k = 30$     $\beta = 45..55$     $\beta := 50$     $R_K := 700$     $R_K = 500..800$   
 $U_{sign} = 0..0.025$     $U_{sign} := 0.025$     $E_{SM} := 0.2$     $E_{SM} = 0.2..0.4$

Входная х-ка  $I_B(U_{BЭ}), \text{мА}$



Выходные х-ки  $I_K(I_B, U_{BЭ}), \text{мА}$



$I_B =$

0  
0.1  
0.2  
0.3  
0.4  
0.5  
0.6  
0.7  
0.8

"Размах" входного и выходного сигналов, коэффициент усиления по напряжению

$$\Delta U_{Вх} = 0.05$$

$$\Delta U_{Вых} = 1.227$$

$$K_U := \frac{\Delta U_{Вых}}{\Delta U_{Вх}} = 24.533$$

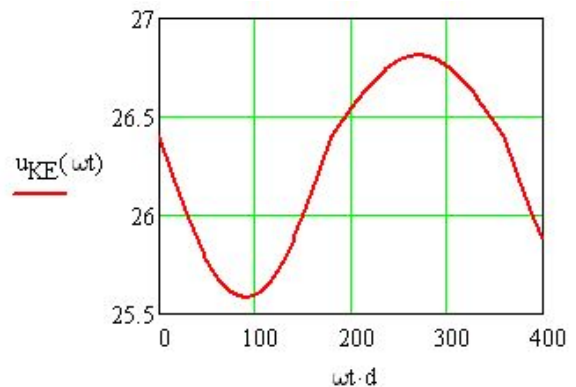
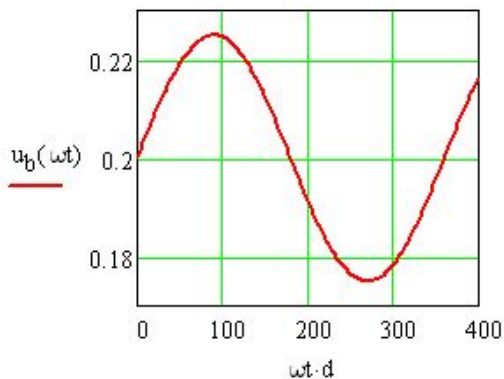


Рисунок 5.9. Нелінійні спотворення сигналу на виході

Таким чином, застосування НДТ в навчальному процесі з ТОЕ (і не тільки з ТОЕ) має безперечні переваги як активна форма навчання. Робота з

тренажером дозволяє не тільки дослідити виняткові ситуації, але й в процесі навчання економити час і сили.

#### 5.4 Висновки

За наслідками виконання робіт по темі № М2-10 можна зробити наступні висновки.

1. Викладачами секції ТОЕ кафедри «Електромеханіка і ТОЕ» з більшості тем, що вивчаються в курсі ТОЕ, розроблені навчальні відеофільми і навчально-дослідницькі тренажери.
2. В навчальному процесі всі розроблені програми пройшли апробацію.
3. Застосування розроблених програм призводить до підвищення якості підготовки студентів; зацікавлює студентів і спонукає їх вивчати теоретичний матеріал більш якісно; закріплює знання теоретичного матеріалу.
4. Роботу з розробки і удосконалення навчальних відеофільмів і тренажерів доцільно продовжити.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання робіт за темою М2-10 зроблене наступне.

1. Проаналізовані існуючі методичні вказівки щодо СРС. При цьому встановлено, що існуючі методики організації самостійної роботи студентів не охоплюють такі види СРС як підготовка до лекцій та до контрольних заходів, необхідним є розробка нових і удосконалення раніше розроблених відеофільмів і тренажерів.

2. У цілях удосконалення організації СРС, пов'язаної з підготовкою до лекцій і контрольних заходів, розроблені і впроваджені у навчальний процес відповідні методичні вказівки. Вони отримали схвальні відгуки від студентів і дали позитивний вплив на успішність студентів.

3. Підготовлений до видання і надрукований збірник задач з ТОЕ, який було затверджено Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів (лист від 10.04.2012 р. № 1/14-4808).

4. Проаналізована доцільність проведення різного рівня олімпіад з ТОЕ, які можуть розглядатися як вид СРС. Переконаливо показана ефективність олімпіад щодо підвищення якості підготовки спеціалістів. Підкреслено необхідність видання нового більшого за об'ємом і удосконаленого за формою посібника для підготовки студентів до участі в олімпіаді.

5. Удосконалені існуючі навчальні відеофільми і навчально-дослідницькі тренажери. Вони пристосовані під СРС. Підкреслена ефективність їх застосування в навчальному процесі з ТОЕ.

6. Роботу по вдосконаленню організації СРС під час викладання курсу ТОЕ доцільно продовжити.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки щодо організації самостійної роботи студентів (СРС) з нормативної дисципліни циклу професійної та практичної підготовки «Теоретичні основи електротехніки» для студентів напряму підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» очної і заочної форм навчання / Укл.: О.В. Корощенко, О.А. Журавель, В.Ф. Денник – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2011. – 27с. (на електронному носії)

2. Теоретичні основи електротехніки. Збірник задач: навчальний посібник / О.В. Корощенко, В.Ф. Денник, О.А. Журавель та ін.; за заг. ред. О.В. Корощенка. – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2012. – 673 с.: іл.

3. Учебное пособие для проведения практических занятий по ТОЭ для направлений подготовки «Электротехника» и «Электромеханика» – Донецк: ДонНТУ, 2010. – 93с.

4. Чорноус В.П., Ахмедов Р.Н., Шальнев А.А. Об использовании учебно-исследовательских тренажеров при изучении ТОЭ.//Инженерна освіта у розвитку сучасного суспільства. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. м. Донецьк, 30 травня – 01 червня 2011 р. – Донецьк, ДонНТУ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, 2011. – 818 с. С. 229-233.

5. Чорноус Е.В., Гейер Р.Г., Готин Б.А. Об использовании учебных видеофильмов при изучении ТОЭ. // Инженерна освіта у розвитку сучасного суспільства. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. м. Донецьк, 30 травня – 01 червня 2011 р. – Донецьк, ДонНТУ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, 2011. – 818 с. С. 234-238.

6. Антамонов В.Х. Студенческие олимпиады и совершенствование учебного процесса на примере курса теоретических основ электротехники. // Инженерна освіта у розвитку сучасного суспільства. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. м. Донецьк, 30 травня – 01 червня 2011 р. – Донецьк, ДонНТУ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, 2011. – 818 с. С. 107-110.

7. Методические указания по проведению практических занятий по курсу «Теоретические основы электротехники» / Рыбалко Н.П., Фурсов В.И., Корниенко В.П., Полякова В.Ф. – Донецк: ДПИ, 1982. – 68с.

8. Методические указания по проведению практических занятий по курсу «Теоретические основы электротехники» / Рыбалко Н.П., Денник В.Ф., Жемчугов Н.И., Черников В.Ю. – Донецк: ДПИ, 1982. – 68с.

9. Программа, методические указания, типовые примеры и задачи по курсу «Теоретические основы электротехники» / Фурсов В.И., Никорюк Н.С. – Донецк: ДПИ, 1986. – 48с.

10. Методические указания по проведению практических занятий по курсу «Теоретические основы электротехники» (Несинусоидальные напряжения и токи. Переходные процессы). – Запорожье: ЗИИ, 1983. – 34с.

11. Методические указания по проведению практических занятий по курсу «Теоретические основы электротехники» (Линейные электрические цепи). – Запорожье: ЗИИ, 1983. – 44с.

12. Методические указания по проведению практических занятий по курсу «Теоретические основы электротехники» (Нелинейные электрические цепи. Теория электромагнитного поля). – Запорожье: ЗИИ, 1983. – 51с.

13. Программа и методические указания к самостоятельной работе по курсу ТОЭ. Ч.1 – Донецк: ДПИ, 1988. – 84с.

14. Программа и методические указания к самостоятельной работе по курсу ТОЭ, ч.2 (МУ – 913). – Донецк: ДПИ, 1991. – 121с

15. Методические указания к выполнению лабораторных работ по теоретической электротехнике. Часть 1. (МУ – 1112). – Донецк: ДонНТУ, 2003. – 72с.

16. Методические указания по выполнению лабораторных работ по теоретической электротехнике. Ч.II. (МУ – 1273). – Донецк: ДонНТУ, 2003. – 72с.

17. Методические указания по выполнению расчётно-лабораторных работ по теоретической электротехнике. (МУ – 141). – Донецк: ДонНТУ, 2002. – 72с.



18. Методические указания к выполнению лабораторных работ на стендах типа УИЛС. (МУ – 142). – Донецк: ДПИ, 1988. – 63с.

19. Методичні вказівки до виконання розрахунково-лабораторних робіт по теоретичній електротехніці. Розділ «Перехідні процеси. Нелінійні кола» / Під заг. ред. проф. В.Ф. Денника. (МУ – 142а). – Донецьк: ДонДТУ, 2000. – 47 с.

20. Методические указания, контрольные задания и типовые примеры по теоретической электротехнике. Ч. I (МУ – 1271). – Донецк: ДонНТУ, 2004. – 73с.

21. Методические указания, контрольные задания и типовые примеры по теоретической электротехнике. Ч. II (МУ – 1272). – Донецк: ДонНТУ, 2004. – 80с.

22. Методические указания и домашние задания для выполнения расчётно-графических работ (РГР) по теоретической электротехнике. (МУ – 126). – Донецк: ДонГТУ, 2002. – 68с.

23. Методические указания, типовые примеры и контрольные задания по курсам «Теоретические основы электротехники», ... Ч. 2 (для студентов заочной формы обучения ...) (МУ – 114). – Донецк: ДПИ, 1991. – 92с.

24. Методические указания, типовые примеры и контрольные задания по теоретической электротехнике. Ч. III «Теория электромагнитного поля» (МУ-560). – Донецк: ДонГТУ, 2001, 48с.

25. Методические указания к выполнению курсовой работы по теоретическим основам электротехники для студентов специальностей ЭС, ЭСиС и ЭСЭ/ под ред. проф. Денника В.Ф. – Донецк: ДонНТУ, 2005, 100 с.

26. Методическое пособие по решению задач по теоретической электротехнике. Часть I. Донецк: ДонНТУ, 2007. – 222с.

27. Учебное пособие по решению задач по теоретической электротехнике. Часть II. – Донецк: ДонНТУ, 2008. – 237с.

28. Учебное пособие по решению задач по теоретической электротехнике. Часть III. – Донецк: ДонНТУ, 2009. – 202с.

29. Временной метод анализа процессов в электрических цепях: Учебн. пособие / Д.С. Колобков, Л.Д. Фесенко. – К.: УМК ВО, 1988. – 56с.

30. Конспект лекцій з нормативної дисципліни циклу професійної та практичної підготовки «Теоретичні основи електротехніки, ч.1» для студентів напряму підготовки 6.050701 "Електротехніка та електротехнології" очної і заочної форм навчання /Укл.: О.В.Корощенко – Донецьк: ДонНТУ, 2010. – 67с.

31. Конспект лекцій з нормативної дисципліни циклу професійної та практичної підготовки «Теоретичні основи електротехніки, ч.2» для студентів напряму підготовки 6.050701 "Електротехніка та електротехнології" очної і заочної форм навчання /Укл.: О.В.Корощенко – Донецьк: ДонНТУ, 2010. – 114с.

32. Конспект лекций и примеры расчёта по нормативной дисциплине «Основы теории электрических цепей» ч.1 и 2 для студентов направлений подготовки 6.0509.01 «Радиотехника» и 6.1701.02 «Системы технической защиты информации» / Сост.: В.Х. Антамонов. – Донецк: ДонНТУ, 2011. – На электронном носителе.

33. Антамонов В.Х., Курило І.А. Вибіркові задачі з лінійних електричних кіл: Навч. посібник. – К.: НМК ВО, 1993. – 96 с. – Рос. мовою.

34. Исследование эффективности применения ПЭВМ в учебном процессе по ТОЭ. Отчет о НИР № МЗ-2003. – Донецк: ДонНТУ, 2005. – 116с.

35. Бессонов Л.А. Сборник задач по теоретическим основам электротехники: Учебное пособие для вузов / Бессонов Л.А., Демидова И.Г. и др.; Под ред. Л.А. Бессонова. – М., Высшая школа, 2000. – 528с.: ил.

36. Удосконалення методики проведення практичних занять та самостійної роботи студентів з теоретичної електротехніки. Звіт про НДР № М1-2006. – Донецьк: ДонНТУ, 2009. – 86с.