

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

**ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ  
В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ**

Лабораторний практикум

Вінниця  
ВНТУ  
2021

УДК 621.311:620.92(076)

B42

Автори:

**В. В. Кулик, Ю. В. Малогулко, В. В. Тептя, О. Б. Бурикін**

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол №3 від 29.04.2021 р.)

Рецензенти:

**В. М. Кутін**, доктор технічних наук, професор

**В. В. Черкашина**, доктор технічних наук, професор

**С. В. Матвієнко**, кандидат технічних наук

**Відновлювані джерела енергії в електричних мережах :**  
B42 лабораторний практикум / [В. В. Кулик, Ю. В. Малогулко,  
В. В. Тептя, О. Б. Бурикін]. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 117 с.

ISBN 978-966-641-870-1

В лабораторному практикумі розглядається хід виконання лабораторних робіт, які охоплюють практичне ознайомлення з конструктивним виконанням відновлюваних джерел енергії, детальне вивчення впливу розосередженого генерування на електричні мережі та електричну систему загалом, а також ознайомлення з різними типами відновлюваних джерел енергії, їх особливостями та з проблемами підключення на паралельну роботу з енергосистемою. Лабораторний практикум розроблено для студентів спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної та заочної форм навчання, які вивчають курс «Відновлювані джерела енергії в електричних мережах».

УДК 621.311:620.92(076)

**ISBN 978-966-641-870-1**

© ВНТУ, 2021

## ЗМІСТ

Передмова .....	4
Правила техніки безпеки під час виконання лабораторних робіт з дисципліни «Відновлювані джерела енергії» .....	5
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	6
ВСТУП .....	7
ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ.....	9
1 Опис програмного комплексу «ВТРАТИ» .....	9
2 Опис схем електричних мереж 0,4 кВ .....	23
3 Введення графіків навантаження та генерування.....	29
4 Виконання розрахунків втрат електроенергії та планування заходів щодо їх зменшення.....	40
5 Відображення результатів пофідерного аналізу втрат електроенергії у розподільних мережах .....	56
6 Спеціальні засоби аналізу втрат електроенергії та якості напруги в розподільних мережах .....	59
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА№1.....	79
Формування розрахункової моделі електричної мережі 10 кВ з відновлюваними джерелами енергії та аналіз усталеного режиму засобами ПК «Втрати»	
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА№2.....	80
Дослідження впливу розосередженого генерування на режими роботи розподільних електричних мереж за умови сумірного генерування ВДЕ та електроспоживання електричної мережі	
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА№3.....	82
Дослідження впливу розосередженого генерування на режими роботи розподільних електричних мереж за умови суттєвого перевищення ним місцевого сумірного електроспоживання мережі	
ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ№4, 5 .....	84
Дослідження впливу сумісної роботи різнотипних ВДЕ в розподільних електричних мережах	
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА№6.....	87
Зниження втрат потужності та електроенергії в розподільних електричних мережах з відновлюваними джерелами енергії шляхом оптимізації нормальної схеми електричної мережі	
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА№7.....	88
Підвищення ефективності експлуатації розподільних електричних мереж шляхом встановлення компенсаторів реактивної потужності	
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА№8.....	91
Оптимізація витрат умовного палива електричної мережі	
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	93
ДОДАТОК А.....	97
ДОДАТОК Б .....	98

## Передмова

Лабораторні роботи, що виконуються під час вивчення курсу «Відновлювані джерела енергії», проводяться на ПЕОМ факультету електроенергетики та електромеханіки Вінницького національного технічного університету. Лабораторні роботи необхідні для закріплення знань, що отримують студенти в процесі вивчення теоретичного курсу «Відновлювані джерела енергії».

Основним змістом лабораторних робіт є детальне вивчення впливу розосередженого генерування на електричні мережі та електричну систему загалом, а також ознайомлення з різними типами відновлюваних джерел енергії, їх особливостями та з проблемами підключення на паралельну роботу з енергосистемою.

Лабораторні роботи виконуються на комп'ютерах, використовуючи сучасне програмне забезпечення, і мають на меті вироблення у студентів навичок вільного користування програмою «Втрати РДЕ», а також підготовку студентів до вивчення спеціальних дисциплін навчального плану.

Для виконання лабораторних робіт необхідним є самостійне вивчення рекомендованої навчальної та довідкової літератури. Особливу увагу потрібно приділити виробленню навичок читання схем підключення розосереджених джерел енергії до електричної мережі.

Порядок і обсяг виконання лабораторних робіт, форми звітності наведено в тексті лабораторного практикуму. Лабораторний практикум розроблено для студентів спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної та заочної форм навчання, які вивчають курс «Відновлювані джерела енергії».

## **Правила техніки безпеки під час виконання лабораторних робіт з дисципліни «Відновлювані джерела енергії»**

- Наведені правила поширюються на всіх студентів, що виконують лабораторні роботи, і є обов'язковими.
- Перед виконанням лабораторної роботи необхідно уважно вивчити методичні вказівки до неї, ознайомитися з випробувальною схемою і її параметрами.
- Не приступати до роботи на несправному обладнанні. Про всі помічені несправності повідомляти викладачеві або лаборанту.
- Після закінчення лабораторної роботи робоче місце має бути приведено в повний порядок.
- Результати вимірювань необхідно надати для перевірки викладачеві.
- За умови порушення правил техніки безпеки і робочої дисципліни, псування приладів або обладнання з вини виконуючого лабораторну роботу матеріальна та моральна шкода покладається на винуватця події.
- Після ознайомлення з викладеними вище правилами техніки безпеки під час виконання лабораторних робіт і усного інструктажу викладача студент розписується в журналі з техніки безпеки лабораторії.

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

<b>ВДЕ</b>	відновлювані джерела енергії
<b>ГЕС</b>	гідроелектростанція
<b>ЕОЗ</b>	електроощадні заходи
<b>ЕОМ</b>	електронно-обчислювальна машина
<b>ЕМ</b>	електрична мережа
<b>КРП</b>	компенсатор реактивної потужності
<b>КУ</b>	компенсувальна установка
<b>ЛЕП</b>	лінія електропередачі
<b>МГЕС</b>	мала гідроелектростанція
<b>НТД</b>	нормативно-технічна документація
<b>ПА</b>	пофідерний аналіз
<b>ПБВ</b>	перемикач без збудження
<b>ПК</b>	програмний комплекс
<b>ПС</b>	підстанція
<b>РДЕ</b>	розосереджені джерела енергії
<b>РЕМ</b>	розподільна електрична мережа
<b>РП</b>	розподільний пристрій
<b>РПН</b>	регулювання під навантаженням
<b>СЕС</b>	сонячна електрична станція
<b>ТЕЦ</b>	теплоелектроцентраль
<b>ТП</b>	трансформаторна підстанція

## ВСТУП

Використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) на сьогодні є важливим напрямком розвитку енергетики України як з економічних, так і з політичних міркувань. З одного боку рівень забезпеченості власними первинними енергоносіями не дозволяє говорити про енергетичну незалежність країни, а з іншого – Україна має великий потенціал у галузі відновлюваної енергетики. На практиці останніми роками все частіше спостерігається поступовий перехід від суто централізованої моделі електропостачання споживачів, основою якої є потужні атомні та теплові електричні станції, до комбінованої, коли частина електроенергії виробляється відновлюваними джерелами. Вони працюють безпосередньо у розподільних електричних мережах, розвантажуючи тим самим магістральні мережі.

В останні десятиліття у світі спостерігається стійкий інтерес до проблеми використання відновлюваних джерел енергії. Це викликано, насамперед, бажанням знизити негативний вплив енергетики на навколишнє середовище. В енергобалансі всіх розвинених країн світу зростає частка розосередженого генерування. Наприклад, в країнах Євросоюзу ця частка доведена до 30%. Разом з вітроенергетикою значна роль тут відводиться гідроелектростанціям, зокрема малим гідроелектростанціям.

Сучасні тенденції розвитку світової енергетики спрямовані на модернізацію електричних мереж. Більшість промислово розвинених країн світу розуміють необхідність підвищення енергетичної ефективності, стимулюючи розвиток альтернативної та відновлюваної енергетики, підвищення рівня автоматичної оптимізації та контролю електричних мереж, широкого впровадження комп'ютерних систем та їх високоефективного програмного забезпечення. Ця задача є однією з головних на всіх етапах реформування енергетичної галузі: на етапі наукових досліджень, розробки, проектування енергетичного обладнання, виробництва, транспортування, розподілу і споживання електричної енергії.

Важливість розбудови відновлюваних джерел характерна для більшості європейських країн, оскільки має ряд переваг порівняно з традиційною енергетикою. Проте існує також чимало недоліків, серед яких потрібно виділити ускладнення функціонування електричних мереж у разі зростання в них встановлених потужностей розосереджених джерел електроенергії, до яких відносяться як відновлювані джерела електроенергії (малі гідроелектростанції, сонячні електростанції, вітрові електростанції), так і традиційні джерела електроенергії (когенераційні, газотурбінні та парогазові установки) порівняно невеликої потужності.

Разом з тим електричні мережі енергосистем проектувалися і споруджувалися за умов централізованого електропостачання. Розбудова в них розосередженого генерування призводить до нових нехарактерних для минулого періоду проблем і задач. Вони породжуються, насамперед,

нестабільністю генерування відновлюваних джерел енергії через природну залежність їх від стану навколишнього середовища. Звідси необхідність узгодженого електропостачання від відновлюваних джерел енергії і підстанцій електроенергетичної системи.

Розвиток енергетики поставив питання про поступовий перехід від традиційних технологій, що передбачають використання централізованого генерування електричних мереж, до принципово нового рішення, орієнтованого на широке застосування відновлюваних джерел енергії, та активних мереж, які здатні ефективно працювати за умови високоефективного обміну інформацією між усіма суб'єктами енергоринку, що потребує впровадження сучасних комп'ютерних технологій.

З розвитком розосередженого генерування змінюються економічні умови функціонування електроенергетики як галузі, зокрема перехід до нової конкурентної моделі оптового ринку електроенергії. У випадку реалізації електропостачання за двосторонніми договорами за участі розосереджених джерел енергії, коли останні видають потужність в електричну мережу, постає необхідність узгодження їх роботи з енергосистемою, від якої здійснюється централізоване живлення.

Через збільшення частки розосередженого генерування в розподільних електричних мережах виникає необхідність вдосконалення існуючих методів та моделей, програмна реалізація яких дозволила б визначати оптимальну потужність відновлюваних джерел енергії з метою отримання максимального прибутку від їх експлуатації за умови зменшення втрат електроенергії та покращення її якості в енергосистемі.

Тому, в умовах постійного зростання дефіциту та підвищення вартості енергоресурсів, використання відновлюваних джерел енергії є одним з напрямків забезпечення екологічної та енергетичної безпеки України. Використання таких джерел енергії в електроенергетичних системах є тим резервом, що за певних умов може забезпечити суттєву економію енергоресурсів. Економія енергоресурсів досягається в результаті використання відновлюваних джерел первинної енергії та децентралізації вироблення електроенергії і, як наслідок, зменшення витрат на її транспортування та розподіл.



# ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

## 1 Опис програмного комплексу «ВТРАТИ»

Програмний комплекс (ПК) «ВТРАТИ» призначений для:

- розрахунків втрат потужності й енергії в електричних мережах (ЕМ) 110(35)-20 кВ;
- розрахунку ustalених режимів розподільних ЕМ 10(6) кВ (нормальних, післяаварійних, ремонтних тощо) в умовах неповноти та недосконалості вихідної інформації з поданням ЕМ 0,4 кВ у вигляді поопорних схем або еквівалентних опорів;
- імітації післяаварійних і ремонтних режимів ЕМ 10(6) кВ з можливістю поелементного оцінювання основних параметрів;
- розрахунку ustalених режимів розподільних ЕМ 0,4 кВ за поопорними схемами з урахуванням фазування споживачів (абонентів);
- імітації післяаварійних і ремонтних режимів ЕМ 0,4 кВ з можливістю поелементного оцінювання основних параметрів;
- розрахунків технічних втрат потужності та електроенергії в розподільних електричних мережах 20-10(6)-0,4 кВ з можливістю їх структурування в умовах неповноти та недосконалості вихідної інформації;
- пофідерного аналізу балансових витрат електроенергії в розподільних ЕМ 20-10(6)-0,4 кВ з можливістю ідентифікації внутрішніх перетікань протягом звітного періоду;
- оцінювання вірогідності визначення втрат електроенергії в умовах неточності та невизначеності вихідної інформації про режими роботи розподільних ЕМ;
- оцінювання впливу розосереджених джерел енергії на режими роботи та технічні втрати електроенергії в розподільних ЕМ 110-10(6) кВ з визначенням показників якості напруги;
- оцінювання ефективності основних заходів щодо зменшення технічних втрат електроенергії в розподільних мережах 20-10(6)-0,4 кВ.

Методичною основою алгоритмів розрахунків є галузева інструкція СОУ-Н ЕЕ 40.1-00100227-96:2014 «Методичні рекомендації з аналізу технологічних витрат електричної енергії та вибору заходів щодо їх зниження», а також відомості, наведені у попередніх розділах.

Навантажувальні (змінні) втрати визначаються за методом поелементних розрахунків. Втрати електроенергії залежно від наявних вихідних даних та поставленої задачі розраховуються за методом середніх (максимальних) навантажень або за методом чисельного інтегрування.

Навантаження у вузлах може задаватися потужностями, відпуском електроенергії, коефіцієнтами завантаження трансформаторів або графіками навантаження підстанцій 10(6)/0,4 кВ. Альтернативним способом є подання сукупного навантаження значенням відпущеної електроенергії, струму або графіка навантаження головної ділянки фідера. В останньому випадку

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кудря С. О. Вступ до спеціальності. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії : курс лекцій / С. О. Кудря, В. І. Бурдюк. – К. : НТУУ «КПІ», 2013. – 387 с.
2. Ион Д. Мировые энергетические ресурсы / Ион Д. – М. : Недра, 1984. – 368 с.
3. Кривцов В. С. Неисчерпаемая энергия. Книга 3. Альтернативная энергетика : учебник / Кривцов В. С., Олейников А. М., Яковлев А. И. – Харьков : Нац. Аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2006. – 643 с.
4. Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії : навчальний посібник / [О. І. Соловей, Ю. Г. Лега, В. П. Розен та інш.] ; за заг. ред. О. І. Солов'я. – Черкаси : ЧДТУ, 2007. – 483 с.
5. Энергия. Экология. Будущее / [Семиноженко В. П., Канило П. М., Остапчук В. Н., Ровенский А. И.]. – Х. : Прапор, 2003. – 461 с.
6. Энергетика: история, настоящее и будущее. Т. 4. Возобновляемая энергетика. Функционирование и развитие энергетики в современном мире. – Киев, 2010. – 612 с.
7. Кириленко О. В. Технічні особливості функціонування енергосистем при інтеграції джерел розподіленої генерації / О. В. Кириленко, І. В. Трач // Праці Інституту електродинаміки НАН України. – 2009. – Вип. 24. – С. 3–7.
8. A. Kim, H. Seo, G. Kim, M. Park, I. Yu, Y. Otsuki, J. Tamura, S. Kim, K. Sim, K. Seong. OPERATING CHARACTERISTIC ANALYSIS OF HTS SMES FOR FREQUENCY STABILIZATION OF DISPERSED POWER GENERATION SYSTEM // IEEE Transmitting On Applied Superconductivity. – 2010. – Vol. 20. – №3. – P. 1334-1338.
9. Стогній Б.С. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їхнє технологічне забезпечення / Б. С. Стогній, О. В. Кириленко, С. П. Денисюк // Техн. електродинаміка. – 2010. – №6. – С. 44–50.
10. Кулик В. В. Оптимальне керування розосередженими джерелами електроенергії з асинхронними генераторами засобами Smart Grid [Електронний ресурс] / В. В. Кулик, Т. Є. Магас, Ю. В. Малогулко // Наукові праці ВНТУ. Енергетика та електротехніка. – 2011. – №4. – С. 1–6. – Режим доступу: <http://praci.vntu.edu.ua/article/view/1404/999>. – ISSN 2307-5376.
11. Бурикін О. Б. Оптимізація режиму локальних електричних систем з відновлюваними джерелами енергії / О. Б. Бурикін, Ю. В. Малогулко // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «Електротехніка та електротехнології». – 2013. – №2. – Вип. 15 (338). – С. 42–46.
12. Кулик В. В. Оптимізація перетікань активної та реактивної потужностей у розподільних електромережах засобами розосередженого генерування / В. В. Кулик, О. Б. Бурикін, Ю. В. Малогулко // Вісник Вінницького політехнічного університету. Енергетика та електротехніка. – 2014. – №1. – С. 90–93.

13. Рубаненко О. Є. Вдосконалення математичного забезпечення комп'ютерних систем оптимізації режимів локальних електричних систем з відновлюваними джерелами енергії / О. Є. Рубаненко, О. Б. Бурикін, Ю. В. Малогулко // Науковий вісник Чернівецького університету. Серія «Комп'ютерні системи та компоненти». – 2014. – № (5). – С. 85–93.
14. Лежнюк П. Д. Оптимізація функціонування розосереджених джерел енергії в локальних електричних системах. енергії / П. Д. Лежнюк, О. Є. Рубаненко, Ю. В. Малогулко // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – 2014. – №60 (1102). – С. 68–77.
15. Кулик В. В. Дослідження ефективності сумісної експлуатації локальних електричних мереж з ВДЕ та систем централізованого електропостачання / В. В. Кулик, О. Б. Бурикін, Ю. В. Малогулко // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Гірництво». Електрифікація та автоматизація гірничих робіт». – 2014. – Вип. 25. – С. 113–120.
16. Бурикін О. Б. Стандартизація функціонування локальних енергосистем при їх інтеграції у системи централізованого живлення на базі концепції Smart Grid / О. Б. Бурикін, Ю. В. Томашевський, Ю. В. Малогулко // Энергетика и электрификация. – 2012. – №2. – С. 46–48. – ISSN 0424-9879.
17. Кулик В. В. Оптимальне керування відновлюваними джерелами електроенергії на підставі Smart Grid / В. В. Кулик, О. Б. Бурикін, Ю. В. Малогулко // Відновлювана енергетика XXI століття: XII міжнарод. наук.-техн. конф. : матеріали конференції. – АР Крим : Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2011.
18. Бурикін О. Б. Перспективи інтеграції розподілених джерел енергії у локальні енергосистеми на базі концепції Smart Grid / О. Б. Бурикін, Ю. В. Малогулко // «Підвищення рівня ефективності енергоспоживання в електротехнічних пристроях і системах». IV міжнарод. наук.-техн. конф.: матеріали конференції. – Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2012. – С. 37 – 40.
19. Бурикін О. Б. Спосіб узгодження графіків генерування сонячних електростанцій та споживачів енергії локальних електричних систем / О. Б. Бурикін, Ю. В. Малогулко, О. В. Нікіторович // Відновлювана енергетика XXI століття : XV міжнарод. наук.-техн. конф. : матеріали конференції. – Київ : Інститут відновлювальної енергетики НАН України, 2014. – С. 52–55.
20. Малогулко Ю. В. Ефективність сумісної експлуатації локальних електричних мереж з відновлюваними джерелами енергії / Ю. В. Малогулко // «Підвищення рівня ефективності енергоспоживання в електротехнічних пристроях і системах» : V міжнарод. наук.-техн. конф. : матеріали конференції. – Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2014. – С. 146–149.
21. Вимоги до вітрових та сонячних фотоелектричних електростанцій потужністю 150 кВт щодо приєднання до зовнішніх електричних мереж. Жовтень 2011. Mercados, ЕМІ.

22. Лежнюк П. Д. Оптимізація режиму розподільних електричних мереж з розосередженими джерелами електроенергії / П. Д. Лежнюк, О. А. Ковальчук, В. В. Кулик // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «Електротехніка і енергетика». – 2011. – Вип. 11 (186). – С. 250–254.
23. Козирський В. В. Інтеграція поновлюваних джерел енергії в розподільні електричні мережі сільських регіонів / В. В. Козирський, Ю. І. Тугай, В. М. Бодунов, О. В. Гай // Технічна електродинаміка. – 2011. – № 5. – С. 63–67.
24. Нікіторович О. В. Автоматизація малих ГЕС та підвищення ефективності їх експлуатації / П. Д. Лежнюк, О. В. Нікіторович, В. В. Кулик // Відновлювальна енергетика XXI : матер. VIII Міжнар. конф., 17-21 вересня 2007 р. – Крим : НАН України, Інститут відновлюваної енергетики, 2007. – С. 202–205.
25. Лежнюк П. Д. Оптимальне керування розосередженими джерелами енергії в локальній електричній системі / П. Д. Лежнюк, В. В. Кулик, О. А. Ковальчук // Праці Інституту електродинаміки НАН України. Збірник наукових праць. Спеціальний випуск. Ч. 1. – 2011. – С. 48–55.
26. Щербина О. Енергія для всіх. Технічний довідник з енергоощадності та відновних джерел енергії / Щербина О. – Ужгород, 2007. – 336 с.
27. Ветроэнергетика / под ред. Д. де Рензо ; пер. с англ. – М. : Энергоатомиздат, 1982. – 72 с.
28. Волшаник В. В. Использование энергии ветра, океанских волн и течений / Волшаник В. В., Зубарев В. В., Франкфурт М. О. // Серия : Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Т. I. – М. : ВИНТИ, 1983. – 100 с.
29. Безруких П. П. Использование энергии ветра. Техника, экономика, экология / Безруких П. П. – М. : Колос, 2008. – 196 с.
30. Яцик А. В. Малі річки України : довідник / Яцик А. В., Бишовець Л. Б., Богатов Є.О. – Київ : Урожай, 1991. – 296 с.
31. Техничко-экономические характеристики малой гидроэнергетики (справочн. мат-лы.) : методич. пособие по курсовому и дипломному проектированию для студентов вузов, обучающихся по специальности «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» / Виссарионов В. И., Малинин Н. К., Дерюгина Г. В., Кузнецова В. А., Желанкин В. Г., Кривенкова С. В. – М. : Изд-во МЭИ, 2001. – 120 с.
32. Соуфер О., Заборски О. Биомасса как источник энергии / О. Соуфер, О. Заборски. – М. : Мир, 1985. – 375 с.
33. Блюм Я. Б. Новітні технології біоконверсії / [Блюм Я. Б., Гелету-ха Г. Г., Григорюк І. П. та ін.] – К. : «Аграр Медіа Груп», 2010. – 326 с.
34. Энергоснабжение сельскохозяйственных потребителей с использованием возобновляемых источников энергии : учеб. пособие / [Л. А. Саплин, С. К. Шерьязов, О. С. Пташкина-Гирина и др. – Челябинск, 2000. – 203 с.

35. Термодинамічна ефективність та ресурси рідкого біопалива України / [Забарний Г. М., Кудря С. О., Кондратюк Г. Г., Четверик Г. О.]. – Київ . – 2006. – 226 с.

36. Клавдиенко В. П. Нетрадиционная энергетика в странах ЕС: экономическое стимулирование развития / В. П. Клавдиенко, А. П. Тарасов. // Энергия: экономика, техника, экология. – 2006. – № 9. – С. 42-46.

37. Енергетична безпека України: чинники впливу, тенденції розвитку / під ред. Ковалка М. П., Шидловського А. К., Кухаря В. П. – Київ : Українські енциклопедичні знання, 1998. – 160 с.

38. Васильев Ю. С. Экология использования возобновляющихся энергоисточников / Ю. С. Васильев, Н. И. Хрисанов. – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. – 343 с.

39. Крачило М. П. Основи екології та економіка природокористування / Крачило М. П. – Київ : Крамар, 1998. – 170 с.

40. Енергетичне законодавство. Збірник нормативно-правових актів України (станом на 1 лютого 2003р.) / за заг. ред. Ю. С.Шемшученка, В. П. Нагребельного. – Київ, 2003. – 731 с.

*Навчальне видання*

**Кулик Володимир Володимирович  
Малогулко Юлія Володимирівна  
Тептя Віра Володимирівна  
Бурикін Олександр Борисович**

## **ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ**

Лабораторний практикум

Рукопис оформлено *Ю. Малогулко*

Редактор *Т. Старічек*

Оригінал-макет виготовив *Г. Багдасар'ян*

Підписано до друку 2.10.2021 р.  
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.  
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. ....  
Наклад 50 (1-й запуск 1–21) пр. Зам. № 2021-106.

Видавець та виготовлювач  
Вінницький національний технічний університет,  
інформаційний редакційно-видавничий центр,  
ВНТУ, ГНК, к. 114. Хмельницьке шосе, 95,  
м. Вінниця, 21021.  
Тел. (0432) 65-18-06.  
**press.vntu.edu.ua;**  
*Email: irvc.vntu@gmail.com.*  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.