

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ЦІНОВИХ СИГНАЛІВ РДН ТА ВДР В УМОВАХ ВИСОКОЇ ВОЛАТИЛЬНОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО РИНКУ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Досліджено взаємозв'язок цінових сигналів ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку в умовах високої волатильності електроенергетичного ринку. Розглянуто роль РДН як базового добового цінового орієнтира та ВДР як механізму оперативного коригування комерційних позицій учасників ближче до фактичної поставки електричної енергії. Обґрунтовано, що спред між цінами РДН і ВДР відображає оновлення ринкової інформації, прогностичні помилки, зміну балансу попиту і пропозиції, а також рівень короткострокової невизначеності на ринку.

Ключові слова: ринок «на добу наперед», внутрішньодобовий ринок, ціновий сигнал, волатильність, спред, електроенергетичний ринок, небаланси.

Abstract

The relationship between price signals of the day-ahead market and the intraday market under conditions of high volatility in the electricity market is studied. The day-ahead market is considered as a basic daily price benchmark, while the intraday market is analyzed as a mechanism for operational adjustment of market participants' commercial positions closer to the actual delivery of electricity. It is substantiated that the spread between day-ahead and intraday prices reflects market information updates, forecasting errors, changes in the supply-demand balance, and the level of short-term uncertainty in the market.

Keywords: day-ahead market, intraday market, price signal, volatility, spread, electricity market, imbalances.

Вступ

Функціонування електроенергетичного ринку в сучасних умовах характеризується високою волатильністю цін, зростанням ролі короткострокових торговельних сегментів та необхідністю оперативного реагування учасників на зміну прогнозів попиту, доступності генерації, мережевих обмежень і фактичних режимів роботи енергосистеми. Особливої актуальності це питання набуває для ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку, які формують послідовну систему цінових сигналів для планування й коригування комерційних позицій.

Метою роботи є аналіз взаємозв'язку цінових сигналів РДН та ВДР в умовах високої волатильності електроенергетичного ринку, а також визначення ролі спреду РДН/ВДР як індикатора короткострокової невизначеності й потреби учасників у коригуванні комерційних позицій.

Результати дослідження

Висока волатильність на електроенергетичному ринку означає не тільки підвищений рівень ціни, а передусім швидко зміну короткострокових цінових орієнтирів під впливом нових відомостей про попит, доступність генерації, паливні витрати, мережеві обмеження та безпекові ризики. В українських умовах така мінливість додатково посилюється наслідками війни, пошкодженням інфраструктури та нерівномірними режимами виробництва і споживання. Це проявляється як у динаміці офіційних річних індексів BASE на РДН, так і в різкому скороченні фактичних обсягів спотової торгівлі після 24 лютого 2022 року [1]. Взаємозв'язок РДН і ВДР варто аналізувати не в умовно статичному режимі, а в середовищі підвищеної невизначеності, де навіть коротке запізнення інформаційного оновлення перетворюється на ціновий ризик [6].

Українська модель ринку передбачає послідовну роботу двох організованих сегментів короткострокової торгівлі, пов'язаних технологічно, розрахунково й інформаційно. РДН використовується для торгів з поставкою наступного дня, а ВДР - для зміни позицій ближче до

фактичного виконання графіка. У стратегічних документах АТ «Оператор ринку» ці сегменти розглядаються як пов'язана інфраструктура: оператор проводить торги, визначає ціни та обсяги, оприлюднює результати й забезпечує розрахунки. У цій послідовності РДН має базову роль, а ВДР виконує функцію оперативного донастроювання [7].

Таблиця 1 – Порівняльна таблиця РДН і ВДР [4]

Атрибут	РДН	ВДР	Наслідок для аналізу
Час формування сигналу	Доба D-1; «закриття воріт» о 12:00	Від 15:00 доби D-1 до 60 хв до відповідного розрахункового періоду	РДН фіксує очікування, ВДР – їх уточнення
Логіка ціноутворення	Граничне ціноутворення на основі сукупного попиту і пропозиції	Ціна акцепту залежить від зіставлених заявок; можливе часткове акцептування та середньозважена ціна акцептованого обсягу	РДН дає референтний орієнтир, ВДР – локальний сигнал поточної напруги
Тип ринкової інформації	Базовий погодинний баланс системи	Оновлена інформація про відхилення, термінову потребу в коригуванні, фактичну доступну гнучкість	Спред РДН/ВДР відображає нову інформацію, що з'явилася після аукціону РДН
Типова роль для учасника	Первинне формування комерційної позиції	Дотонке налаштування позиції перед поставкою	Ефективність стратегії залежить від узгодження обох сегментів
Чутливість до прогнозних помилок	Висока, але опосередкована через прогноз D-1	Дуже висока, бо ринок реагує на уточнені дані ближче до поставки	ВДР швидше матеріалізує помилки прогнозу у цінах
Обсяги та ліквідність	Вищі, концентровані в аукціоні	Менші, але критичні для коригувань; у січні 2026 року за 20 днів на ВДР було акцептовано близько 7,9% від обсягу РДН	Навіть менший за обсягом ВДР може нести непропорційно важливий ціновий сигнал
Зв'язок із небалансами	Непрямий, через попереднє планування	Прямий, через скорочення очікуваних відхилень перед поставкою	Якість сигналу ВДР впливає на подальші витрати на небаланси

Ціна РДН визначається для кожного розрахункового періоду через механізм, який зіставляє сукупні заявки на купівлю та продаж і встановлює граничний рівень ціни. Тому одна погодинна ціна концентрує очікування учасників щодо стану ринку на наступну добу. Основний дедлайн подання заявок на РДН припадає на 12:00 напередодні поставки, а результати мають бути доведені до ринку у встановлений правилами строк [2]. Саме через це РДН виконує функцію головного добового орієнтира для внутрішньодобових коригувань, двосторонніх рішень і подальшої оцінки короткострокових ризиків. У науковому тлумаченні такий сигнал є не простим фактом ціни, а стислим виразом очікуваного ринкового стану на горизонті D-1 [8].

ВДР, на відміну від РДН, не створює єдиної системної граничної ціни для години поставки. Його сигнал виникає в процесі безперервного зіставлення зустрічних заявок: торгова сесія відкривається о 15:00 напередодні поставки й завершується за одну годину до відповідного розрахункового періоду. Згідно з правилами, акцепт відбувається за цінами заявок, з якими була знайдена відповідність, а у складніших випадках остаточна ціна розраховується як середньозважений результат прийнятих заявок. ВДР слід трактувати як ринковий механізм доуточнення, що реагує на нові прогнози, оперативні відхилення та зміну комерційних намірів учасників у часовій близькості до поставки [9].

Якщо РДН і ВДР розглядати як два послідовні моменти оновлення інформації, то різниця між їхніми цінами показує, наскільки очікування, сформовані напередодні, відрізнялися від умов, що

стали помітними ближче до реального часу. Українські дані демонструють змінність цього спреду: у січні 2026 року середньозважена ціна ВДР дорівнювала 8 692,26 грн/МВт·год, а на РДН - 8 381,08 грн/МВт·год, тобто ВДР був вищим приблизно на 311,18 грн/МВт·год, або 3,71%. У лютому 2026 року розрив збільшився орієнтовно до 497,29 грн/МВт·год, або 5,08% [3]. Водночас 24.05.2026 офіційний сайт Оператора ринку показував протилежне співвідношення: РДН в ОЕС України становив 4 153,63 грн/МВт·год, а ВДР - 3 516,28 грн/МВт·год. Аналітично важливим є не припущення про незмінний знак спреду, а сам факт його виникнення як реакції на конкретний режим невизначеності [10].

Розрив між цінами РДН і ВДР зазвичай посилюється тоді, коли після аукціону D-1 і до моменту поставки істотно змінюється фізичний баланс системи. Це може бути уточнення навантаження, зміна доступності маневрових потужностей, поява додаткових мережних обмежень або відхилення фактичного відпуску ВДЕ від прогнозу. Після початку повномасштабної війни такі різкі зміни режимів роботи системи стали однією з причин суттєвого падіння обсягів спотової торгівлі в Україні. Вплив ВДЕ на ринкову вартість електроенергії та необхідність врахування мережних обмежень це важливі елементи моделювання короткострокових ринків. Що сильніше змінюються фізичні параметри системи, то більша ймовірність системного, а не випадкового відхилення ВДР від РДН [11].

Прогнозна помилка є ключовою ланкою між мінливістю фізичних процесів і ціновим спредом РДН/ВДР. Дослідження Блінова, Мірошника та Шиманюка щодо короткострокового інтервального прогнозування відпуску електроенергії з відновлюваних джерел, а також праці про вартість похибок прогнозу для балансувальних груп, показують економічні наслідки неточного передбачення. Подібний висновок міститься і в міжнародній емпіричній літературі: більші помилки щодо вітрової та сонячної генерації збільшують абсолютні небаланси, впливають на спотові ціни, а внутрішньодобові ціни реагують нерівномірно залежно від характеру помилки. Різницю між РДН і ВДР можна інтерпретувати як ринковий вартісний відбиток похибки прогнозування [12].

Передача цінового імпульсу між РДН і ВДР відбувається через оновлення інформації про баланс системи після добового аукціону. Якщо ближче до поставки проявляється дефіцит, внутрішньодобові заявки можуть підсилювати попередній ціновий рівень; якщо формується надлишок - послаблювати його. Механіка ВДР побудована так, що нова заявка порівнюється з наявними зустрічними заявками. Цей сегмент не скасовує попередню ціну, а уточнює її з урахуванням нових даних. Українські приклади підтверджують таку логіку: на початку 2026 року ВДР був дорожчим за РДН, що вказувало на напруженіший баланс ближче до поставки, тоді як 24.05.2026 внутрішньодобова ціна була нижчою за денну. Це свідчить, що додаткова інформація може як посилювати очікуваний дефіцит, так і пом'якшувати його або фіксувати ознаки надлишку [13].

Зв'язок РДН і ВДР залежить не лише від фізичних обмежень системи, а й від поведінки учасників. Важливими є швидкість подання заявок, обраний ціновий рівень, використання режимів ФОК, ІОС, АОН, рішення докупити чи продати обсяг, а також готовність прийняти ризик небалансу замість коригування на ВДР. Для внутрішньодобового сегмента це особливо істотно, бо учасник фактично входить у вже сформований потік заявок і ринкової інформації. Дисципліновані та прогнозно обґрунтовані дії сприяють зближенню сигналів РДН і ВДР, тоді як запізнілі або стратегічно викривлені заявки можуть підсилювати ціновий шум. З цієї причини моніторинг РДН/ВДР і режим REMIT є не зовнішнім додатком до ринку, а умовою надійності й прозорості цінового сигналу [14].

Для емпіричного аналізу взаємодії РДН і ВДР доцільно використовувати не один індикатор, а набір взаємодоповнювальних показників: кореляцію погодинних цін, середнє значення спреду ВДР мінус РДН, волатильність цього спреду, частку годин зі зміною його знака та оцінку сили зв'язку між аукціонним і внутрішньодобовим сигналами. Такий підхід узгоджується з міжнародними роботами, де спред РДН/ВДР застосовується для торгових рішень, а ефективність ВДР пов'язується зі здатністю ринку надавати гнучкість і зменшувати потребу в зовнішньому балансуванні. Для України важливо, що Оператор ринку публікує ціни, обсяги й огляди за різні часові періоди, однак у відкритих оглядах не подано готового офіційного коефіцієнта кореляції РДН/ВДР. Його слід обчислювати окремо на основі відкритих часових рядів, а конкретне числове значення наразі не можна вважати публічно визначеним [15].

Хоча ВДР переважно менший за РДН за обсягами, його значення зростає саме тоді, коли ринок стає менш передбачуваним. За перші 20 днів січня 2026 року на РДН було реалізовано 2 320 311,9 МВт·год, тоді як на ВДР акцептовано 183 929,4 МВт·год, що становить приблизно 7,9% від обсягу

РДН [5]. Формально це менший сегмент, однак через нього проходить критична корекція помилок, які стали очевидними після формування добової позиції. Показовим є й те, що у стратегічних документах Оператора ринку кількість активних учасників ВДР зростала швидше, ніж на РДН, що опосередковано підтверджує підвищення цінності інструментів оперативного коригування. За високої волатильності ВДР стає не допоміжним майданчиком, а інструментом утримання комерційної позиції під контролем [16].

Окремий аналіз РДН не дає повної картини ринкового ризику й не дозволяє коректно оцінити якість комерційної стратегії, адже фінансовий результат учасника залежить також від можливості внутрішньодобового перепозиціонування та подальших витрат на небаланси. Методологічно доцільно трактувати РДН як сегмент формування первинної позиції, ВДР - як сегмент її коригування, а балансуючий ринок - як сегмент, де недостатня корекція обертається витратами на небаланси. Публічна аналітика Оператора ринку створює базу для такого комбінованого аналізу, а міжнародні дослідження спредів РДН/ВДР підтверджують його корисність для управління короткостроковими ризиками. За волатильності предметом дослідження має бути не ізольована ціна, а весь перехід від РДН до ВДР і далі до наслідків небалансів [17].

Для трейдера взаємозв'язок РДН і ВДР відкриває можливість монетизувати точніші прогнози та швидше інформаційне оновлення, адже рішення щодо купівлі чи продажу на РДН має враховувати очікуваний спред із ВДР. Для виробника, особливо з несталою генерацією, це питання зменшення витрат на відхилення та вибору між більшим попереднім продажем на РДН і збереженням гнучкості для внутрішньодобового коригування. Для споживача або постачальника електроенергії правильне використання ВДР допомагає зменшити вартість планувальних помилок і уникати дорожчих корекцій у суміжних сегментах. Практична цінність зв'язку РДН/ВДР полягає не лише у спостереженні за цінами, а в перетворенні спреду на інструмент управління позицією, ризиком і гнучкістю [18].

Стабільність короткострокового ринку не означає відсутності коливань. Вона означає довіру учасників до того, що ці коливання відображають реальні зміни попиту, пропозиції та доступної гнучкості, а не інформаційний дефіцит або маніпулятивну поведінку. Українська нормативна база передбачає оприлюднення результатів торгів, а Оператор ринку публікує індекси, середньозважені ціни, огляди та агреговані звіти щодо РДН і ВДР. Запровадження українського режиму REMIT і його зв'язок з євроінтеграційною траєкторією мають особливе значення, оскільки прозорість і нагляд роблять ціновий сигнал придатнішим для економічного аналізу та допомагають відокремлювати ринковий ризик від ризику зловживань.

Прозорість є не другорядною умовою, а чинником підвищення якості зв'язку між денним і внутрішньодобовим сигналами [19].

У стратегічній перспективі взаємодію РДН і ВДР варто розглядати як механізм адаптації українського ринку до дедалі мінливішого середовища - від зростання ролі ВДЕ до поглиблення інтеграції з європейськими ринками. АТ «Оператор ринку» пов'язує майбутній «market coupling» (об'єднання українського та європейського РДН/ВДР) з отриманням статусу NEMO та організацією торгів у межах SDAC/SIDC, а офіційні повідомлення 2025-2026 років свідчать про підготовку до такого кроку й подальше оновлення правил для зниження операційних ризиків. На цьому тлі зростання обсягів спотових торгів з 27,5 ТВт·год у 2024 році до 33,51 ТВт·год у 2025 році показує, що короткострокові сегменти не втрачають значення, а посилюють роль ринкової інфраструктури, здатної швидко враховувати зміни. Взаємодія РДН і ВДР є не лише об'єктом теоретичного аналізу, а й практичним способом пристосування до невизначеності, де якість зв'язку між базовим і коригувальним ціновими сигналами прямо впливає на стійкість електроенергетичної системи [20].

Висновки

Встановлено, що ринок «на добу наперед» і внутрішньодобовий ринок формують взаємопов'язану систему короткострокових цінових сигналів електроенергетичного ринку. РДН виконує функцію базового добового орієнтира, який відображає очікування учасників щодо попиту, пропозиції та загального стану ринку на наступну добу. Водночас ВДР забезпечує оперативне уточнення цих очікувань ближче до фактичного періоду поставки та дозволяє учасникам коригувати свої комерційні позиції з урахуванням оновленої інформації.

Обґрунтовано, що спред між цінами РДН і ВДР є важливим індикатором короткострокової

невизначеності на ринку електричної енергії. Його величина та напрям зміни залежать від прогнозних помилок, зміни фактичного балансу попиту і пропозиції, доступності генерації, обсягів внутрішньодобової ліквідності та поведінки учасників ринку. За умов високої волатильності ВДР набуває особливого значення не лише як допоміжний сегмент торгівлі, а як практичний інструмент управління ризиками, зменшення небалансів і підвищення ефективності комерційної стратегії учасників електроенергетичного ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про затвердження Правил ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку [Електронний ресурс] : постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 308. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0308874-18> (дата звернення: 12.06.2026). – Назва з екрана.

2. Про затвердження Правил ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку [Електронний ресурс] : постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 308. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0308874-18> (дата звернення: 12.06.2026). – Назва з екрана.

3. Про ринок електричної енергії [Електронний ресурс] : Закон України від 13.04.2017 № 2019-VIII. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2019-19> (дата звернення: 12.06.2026). – Назва з екрана.

4. Про затвердження Правил ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку [Електронний ресурс] : постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 308. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0308874-18> (дата звернення: 12.06.2026). – Назва з екрана.

5. Про затвердження Правил ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку [Електронний ресурс] : постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 308. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0308874-18> (дата звернення: 12.06.2026). – Назва з екрана.

6. 2024: річний звіт про роботу спотового ринку електроенергії України [Електронний ресурс] / АТ «Оператор ринку». – Електрон. текст. дані. – 16.01.2025. – Режим доступу: <https://www.oree.com.ua/index.php/newsctr/n/26409> (дата звернення: 12.06.2026). – Назва з екрана.

7. Щодо надання інформації для визначення порядку зміни ціни у договорах про закупівлю електричної енергії [Електронний ресурс] : лист НКРЕКП від 08.08.2019 № 8312/13.1/7-19. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/v8312874-19> (дата звернення: 12.06.2026). – Назва з екрана.

8. Про затвердження Правил ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку [Електронний ресурс] : постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 308. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0308874-18> (дата звернення: 12.06.2026). – Назва з екрана.

9. Про затвердження Правил ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку [Електронний ресурс] : постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 308. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0308874-18> (дата звернення: 12.06.2026). – Назва з екрана.

10. Січень 2026: індекс ціни електроенергії BASE на РДН становить 8 253,26 грн/МВт·год [Електронний ресурс] / АТ «Оператор ринку». – Електрон. текст. дані. – 02.02.2026. – Режим доступу: <https://www.oree.com.ua/index.php/newsctr/n/31515> (дата звернення: 12.06.2026). – Назва з екрана.

11. Звіт про виконання Стратегічного плану розвитку акціонерного товариства «Оператор ринку» на 2022–2026 роки за 2022 рік [Електронний ресурс] / АТ «Оператор ринку». – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://www.oree.com.ua/index.php/web/11174> (дата звернення: 12.06.2026). – Назва з екрана.

12. Блінов І. В. Короткостроковий інтервальний прогноз сумарного відпуску електроенергії виробниками з відновлюваних джерел енергії [Електронний ресурс] / І. В. Блінов, В. О. Мірошник, П. В. Шиманюк // Праці Інституту електродинаміки НАН України. – 2019. – Вип. 54. – С. 5–12. – Режим доступу: <https://jnas.nbu.gov.ua/uk/article/UJRN-0001051112> (дата звернення: 12.06.2026). – Назва з екрана.

13. Про затвердження Правил ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку [Електронний ресурс] : постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 308. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0308874-18> (дата звернення: 12.06.2026). – Назва з екрана.

14. Про затвердження Правил ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку [Електронний ресурс] : постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 308. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0308874-18> (дата звернення: 12.06.2026). – Назва з екрана.

15. Kotsias P.-C. Forecasting Electricity Prices for Intraday Markets with Machine Learning: An exploratory comparison of the state of the art [Electronic resource] : master thesis / P.-C. Kotsias ; KTH Royal Institute of Technology, School of Electrical Engineering and Computer Science. – Stockholm, 2022. – Electronic text data. – Access mode: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2%3A1746031/FULLTEXT01.pdf> (date of access: 12.06.2026). – Title from screen.

16. 20 днів січня 2026: ціновий індекс електроенергії BASE на РДН становить 7 307,04 грн/МВт·год [Електронний ресурс] / АТ «Оператор ринку». – Електрон. текст. дані. – 21.01.2026. – Режим доступу: <https://www.oree.com.ua/index.php/newsctr/n/31335> (дата звернення: 12.06.2026). – Назва з екрана.

17. Стратегічний план розвитку акціонерного товариства «Оператор ринку» на 2022–2026 роки [Електронний ресурс] / АТ «Оператор ринку». – Електрон. текст. дані. – [Б. м. : б. в., б. р.]. – 33 с. – Режим доступу: <https://www.oree.com.ua/index.php/web/11179> (дата звернення: 12.06.2026). – Назва з екрана.

18. Maciejowska K. Day-Ahead vs. Intraday – Forecasting the Price Spread to Maximize Economic Benefits [Electronic resource] / K. Maciejowska, W. Nitka, T. Weron // Energies. – 2019. – Vol. 12, № 4. – P. 631. – Access mode: <https://ideas.repec.org/a/gam/jeners/v12y2019i4p631-d206429.html> (date of access: 12.06.2026). – Title from screen.

19. Про затвердження Правил ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку [Електронний ресурс] : постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 308. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0308874-18> (дата звернення: 12.06.2026). – Назва з екрана.

20. Євроінтеграція: як АТ «Оператор ринку» забезпечує технічну готовність до об'єднання з ринком ЄС [Електронний ресурс] / АТ «Оператор ринку». – Електрон. текст. дані. – 06.08.2025. – Режим доступу: <https://www.oree.com.ua/index.php/newsctr/n/29015> (дата звернення: 12.06.2026). – Назва з екрана.

Ковальчук Максим Олександрович — студент групи ЕСМ-25м, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: maximus00317@gmail.com
Острий Ігор Федорович — асистент кафедри менеджменту, маркетингу та економіки, ВНТУ, м. Вінниця

Науковий керівник: **Остра Наталя Вікторівна** — канд. техн. наук, доцент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Kovalchuk Maksym O. — Department of Electric Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: maximus00317@gmail.com

Ostryi Ihor F. — Department of Management, Marketing and Economics, Vinnytsia National Technical University

Supervisor: **Ostra Natalia V.** — PhD (Eng.), Associate Professor of the Department of Electrical Stations and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia