

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Економічний факультет
Кафедра економічної кібернетики**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

**«Аналіз впливу технологічного прогресу на енергетичні та соціально-
економічні зміни в країнах Європи»**

студента 4 курсу
спеціальності 051 «Економіка»
ОПП «Економічна кібернетика»
денної форми навчання
Терещенко Єгора Олексійовича

Науковий керівник:
доктор економічних наук,
професор
Ставицький Андрій Володимирович

Засвідчую, що у цій дипломній
роботі немає запозичень із
праць інших авторів без
відповідних посилань
Студент _____

(підпис)

Роботу допущено до захисту перед ЕК
рішенням кафедри економічної кібернетики
від 12 червня 2023 р., протокол № 17
Завідувач кафедри:
доктор економічних наук, професор
Ляшенко Олена Ігорівна

(підпис)

ЗМІСТ

| | |
|--|-----------|
| ВСТУП..... | 3 |
| РОЗДІЛ I..... | 6 |
| ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ АНАЛІЗУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО ПРОГРЕСУ | 6 |
| 1.1 Роль технологій у забезпеченні економічного розвитку..... | 6 |
| 1.2 Методологія вимірювання та моделювання технологічного прогресу | 9 |
| 1.3 Методи визначення соціально-економічного становища | 16 |
| Висновки до I розділу | 21 |
| РОЗДІЛ II | 22 |
| Аналіз енергетичного та соціально-економічного становища країн Європи..... | 22 |
| 2.1.1 Тенденції соціально-економічних змін в Європі..... | 22 |
| 2.1.2 Тенденції соціально-економічних змін в Україні..... | 25 |
| 2.2 Тенденції розвитку енергетичних інновацій в країнах Європи | 28 |
| 2.3 Роль російсько-української війни 2022 року у світовій енергетичній кризі | 32 |
| Висновки до II розділу | 38 |
| Розділ III | 39 |
| Моделювання технологічного та соціально-економічного розвитку | 39 |
| 3.1 Макроекономічне моделювання соціально-економічного розвитку..... | 39 |
| 3.2 Взаємозв'язок розвитку технологій у сфері енергетики та соціально- економічного розвитку | 45 |
| 3.3 Стимулювання енергетичних інновацій та адаптаційних процесів..... | 55 |
| Висновки до розділу III..... | 57 |
| ВИСНОВКИ..... | 59 |
| ДЖЕРЕЛА | 62 |
| ДОДАТКИ | 69 |

ВСТУП

У сучасному світі все частіше постає питання соціально-економічного розвитку держави, економічної стабільності, зростання та розвитку людського капіталу. Згідно із Global Innovation Index більшість країн, що мають високий рівень технологічного розвитку є країнами Європи, до цієї категорії також відносяться декілька країн та регіонів Азії, а саме: Сінгапур, Японія та Гонконг. Проте переважна більшість держав ще знаходяться в процесі підвищення рівня свого соціально-економічного розвитку. У 21 столітті, кожна країна є частиною технологічної мережі й невідривно пов'язана з іншими. Периферійні держави залежать від розвинутих країн світу, які розробляють та створюють технологічні інновації. Для розвитку чи відновлення науково-технічного потенціалу держави, влада має розробити комплекс рішучих дій, що дасть можливість розвиватися не технологічній сфері, а й соціально-економічним факторам, що, як наслідок, підвищує рівень розвитку держави в цілому.

У свою чергу технологічний прогрес вимірюється за кількома загальноприйнятими методами, що визначають рівень тих чи інших показників у різних сферах та галузях. На сьогоднішній день найбільш актуальним для визначення ступеня розвитку держави є аналіз взаємозв'язків між економічним зростанням та інноваціями у сфері енергетики. Оскільки технологічний енергетичний розвиток, зокрема є одними із найважливіших складових соціально-економічної стабільності, самозабезпеченості та розвитку держави, то питання щодо визначення його ступеня та прогнозування є наразі достатньо актуальним.

Аналіз публікацій та досліджень за даною тематикою показав, що питання визначення рівня економічного розвитку та людського капіталу, що є рушійною силою для створення економіки знань та інноваційної економіки. Зокрема, над цими питаннями працювали К. Крамер [5,6], Дж. Дедрік [5], Дж. МакКомбі [20, 24], Н. Калдор [26, 27], Е. Шліхт [23], серед вітчизняних науковців ця проблематика вивчалася О. Кіндрат [4], О. Кузьменко [10], А. Ставицьким та Г. Харламовою [65,66].

Проте, незважаючи на той внесок, що зробили вищезазначені вчені у проблему визначення технологічного розвитку, деякі аспекти все ще залишаються малодослідженими. У першу чергу це стосується теорії моделювання найбільш

оптимального інструменту для визначення рівня розвитку держави – ВВП та експорту високих технологій, що у свою чергу дає можливість отримати найбільш точний прогноз даних показників, що може бути використаний органами державної влади для розробки подальших стратегій розвитку країни на певний період. І саме тому, що дані аспекти теми залишаються ще майже не вивченими, це зумовлює те, що вибрана тема є достатньо актуальною.

Наукова актуальність, описана вище, обумовила вибір теми, мету та завдання дослідження.

Метою дослідження є аналіз визначення рівня розвитку держави за допомогою моделювання ВВП та експорту високих технологій у країнах Європи та Україні з використанням економетричних моделей. Для досягнення цієї мети були визначені наступні завдання:

- проаналізувати методи визначення рівня технологічного та економічного розвитку;
- розглянути роль технологічного розвитку у соціально-економічному прогресі;
- проаналізувати тенденції розвитку соціальних та економічних аспектів у країнах світу;
- визначити особливості моделювання та прогнозування за допомогою та економетричного аналізу;
- проаналізувати розвиток енергетичних інновацій та масштаби впливу російсько-української війни на енергетичний сектор країн світу
- побудувати моделі та зробити на їх основі прогноз для країн Європи та України, проаналізувавши соціально-економічні та технологічно-енергетичні фактори, що впливають на розвиток технологічного рівня;
- на основі отриманих результатів найбільш оптимальної моделі розробити стратегій стимулювання енергетичних інновацій.

Теоретичною та методологічною базою дослідження стали загальнонаукові методи дослідження соціально-економічних явищ, методи порівняння та статистичного аналізу. Основою роботи є метод економіко-математичного

моделювання. Інформаційну базу складають матеріали Всесвітнього банку, Статистичної служби Європейського Союзу, наукові праці, статті та посібники відповідної проблематики вітчизняних та зарубіжних дослідників.

Практична цінність роботи полягає в тому, що матеріали проведеного дослідження можуть бути використані для розробки та аналізу стратегій стимулювання розвитку технологічного прогресу енергетичного сектору в Європі та Україні та для прогнозування зміни ступеня розвитку держави за допомогою моделей із використанням макроекономічних показників.

Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку використаної літератури із 66 позиції та додатків. Загальний обсяг становить 94 сторінок, основний текст займає 61 сторінку.

РОЗДІЛ І

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ АНАЛІЗУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО ПРОГРЕСУ

1.1 Роль технологій у забезпеченні економічного розвитку

Початок 21-го століття ознаменував новий етап розвитку економіки та людства в цілому. В першу чергу, звичайно, на увазі мається на увазі технологічний розвиток, який спрощує життя людини у будь-якій сфері. Навіть у часи пандемії, що мали б змінити сучасний підхід до пізнання світу та розвитку суспільно-економічного строю людства, технології знайшли спосіб, як полегшити життя. Використання надбань комп'ютерних наук допомагають у всіх галузях.

У свою чергу, питання економічного розвитку завжди було і буде актуальним за сучасної економічної політики суспільства. Усі суспільні відносини нерозривно пов'язані з інформацією, яка проникає в будь-яку сферу суспільного життя. Як наслідок – постійно зростають темпи розвитку технологій. Під впливом нових технологій здійснюється перехід від екстенсивного зростання виробництва до інтенсивного, відбуваються значні зміни в розподілі праці, технології управління. Оптимальна та ефективна робота з новими технологіями призводить до покращення результатів діяльності об'єктів та суб'єктів господарювання та досягнення стратегічних задач [1].

Еволюція і збільшення потужності інфраструктури ІТ та інновацій в цілому принципово змінили природу глобальних відносин, джерела конкурентних переваг, можливостей економічного розвитку та соціальний розвиток як такий. Високі технології, такі як Інтернет, персональні комп'ютери, ширококутова та бездротова телефонія створили взаємопов'язану глобальну мережу різних соціальних, правових та фізичних структур. Для всіх країн світу мають велике значення телекомунікаційні технології. Вони сприяють не тільки внутрішньому розвитку на національному та локальному рівнях, а й дають доступ до конкурентного світового ринку та, як наслідок, до важливих інвестицій [2].

Проте на рівні країни розвиток технологій має інше завдання. Для забезпечення належного дослідження стану економічного розвитку постає потреба у швидкому й ефективному доступі широкого кола населення до різноманітної інформації та послуг. Дану проблему можна вирішити шляхом інформатизації органів влади всіх рівнів, використовуючи регіональні інформаційні системи на базі мережі Інтернет, а також системи підтримки прийняття рішень й інформаційні системи, побудовані на штучному інтелекті, експертні системи, комп'ютерно-інформаційні засоби масової інформації. Інформаційні системи – це сукупність методів і засобів одержання, обробки, аналізу, збереження інформації про соціально-економічний стан розвитку та передача цієї інформації на засадах партнерства і загальноприйнятих стандартів на національні та інтернаціональні рівні за допомогою технічних і програмних засобів. Роль інформаційних систем у розгортанні процесу інформатизації важко переоцінити. Головне завдання інформатизації полягає у ефективному управлінні суспільством та подальшому соціально-економічному розвитку. Наприклад, під дією кризи в економіці змінилися і вимоги підприємств до впровадження ІТ: мінімум вкладень, швидкий результат, низькі витрати на обслуговування. В умовах кризи компанії бажають ті інструменти, які з мінімальними інвестиціями дозволяють отримати реальний результат – знизити витрати [3, 4].

Фундаментальна література про роль ІТ у економічному зростанні має суперечливі результати. Дослідження К. Л. Кремера та Д. Дедріка показували, що пропорційно рівню розвитку країни, інформаційні технології мали більший ефект та навпаки [5]. У цій праці, К. Л. Кремер та Д. Дедрік проаналізували показники соціально-економічного та технологічного розвитку за 1994-2009 роки. Більшість досліджень на міжнародному рівні виявляли, що інвестиції в ІТ асоціюються зі значним підвищенням продуктивності для розвинених країн, але не для країн, що розвиваються. Тим не менш, швидке зростання в таких регіонах, як Східна Європа, Індія, Латинська Америка та Південно-Східна Азія, змінило обставини для використання ІТ. Дослідження окремих територіальних одиниць, на прикладі Африки, показало, що є пряма кореляція між використанням інформаційних технологій та, так званої, гіпотези “Leapfrogging”. Значне зростання економічних

показників з 2005 по 2015 роки обґрунтовувалось значними інвестиціями у технологічний потенціал країн[6]. До схожих результатів прийшов А. А. Ерубман, що досліджував приклад Індії. Результати показали, що використання відповідних ІТ сприяли до економічного зростання [7].

Сучасні розвинені держави приділяють величезну увагу розвитку інформаційно-комунікаційних технологій. В останні роки, український сектор ІТ вийшов на світовий рівень та зростає високими темпами[10]. На рівні держави, технологічний розвиток має офіційну державну позицію, закріплену законами [9]. Це допомагає урядовим та приватним організаціям контролювати та розвивати ІТ напрямок в Україні. Основним поштовхом до врегулювання хаотичного та непостійного ринку спеціалістів інформаційних технологій, було впровадження урядової організації «Дія.City». ІТ-суспільство України виступає проти такої ініціативи, проте необхідні законопроекти були введені[11,12]

Згідно з оцінками, відображеними у звіті «THE NETWORK READINESS INDEX 2021» Всесвітнього економічного форуму, що представлені у додатку А на рис. А1, в Україні розвивається розвиток ІТ. Економічний сектор, який також представлений у цьому рейтингу, має суперечливі показники, що розуміє під собою низький розвиток ІТ у сфері економіки, з окремими розвинутими частинами [13].

Треба зауважити, що не тільки NRI повноцінно описує технологічний потенціал країн світу. Окремим джерелом новітніх технологій – є інноваційний потенціал. Надзвичайно важливу роль відіграє оцінювання спроможності країн до освоєння передових технологічних надбань. Україна, як провідна країна Східної Європи, присутня у найбільш вагомих рейтингах, які надають оцінку інноваційному потенціалу. Найбільш значимими є Global Innovation Index, Bloomberg Innovation Index, Global Talent Competitiveness Index, European Innovation Scoreboard. У додатку А на рис. А2 представлена динаміка показників оцінки інноваційної готовності України. Останні роки спостерігається нестабільні «стрибки». Значне скорочення показника ГІІ пов'язують з відтоком наукового складу країни та зменшення рівня експорту високих технологій. Інші показники тримаються у хиткій рівновазі, що показує нестабільність інноваційної політики України [14].

Отже, економічний розвиток держави залежить від багатьох чинників, що мають вплив на загальну стабільність економіки та її зростання, і вимірюється за допомогою багатьох показників та методів. Роль інформаційних технологій, з часом набирає все більше вагомих причин для використання їх, як аналітичного методу, що дозволяє більш детально визначити та проаналізувати розвиток держави за допомогою не лише рівня ВВП чи інших загальноприйнятих макроекономічних показників, а й, на перший погляд, не дуже значущих індексів та взаємозв'язків.

1.2 Методологія вимірювання та моделювання технологічного прогресу

Технологічний прогрес – це складне поняття, яке досліджується вченими з усього світу. Класичний варіант визначення бере свій початок у вітчизняній науці, як “науково-технічний розвиток” [15]. Проте західні колеги вже прийняли нову методологію визначення та вимірювання технологічного розвитку [16]. Його суть полягає у визначенні не самого прогресу техніки чи науки, а економічного значення самої інновації.

Розглядаючи прогрес крізь призму економіки, залишається відкритим питання дефініції технологічного прогресу та його впливу на економіку. В першу чергу, це відкриття нових і вдосконалених методів виробництва товарів. Зміни в технологіях призводять до збільшення продуктивності праці, капіталу та інших факторів виробництва. Розробка самої технології відноситься до процесу, за допомогою якого вхідні дані трансформуються у нове рішення поставленої задачі [17].

Більшість економічних моделей технологічних змін сходяться на концепції виробничих функцій, як фундаментальної концептуальної основи економічних змін, що породжені технологічними змінами. Трьома визначними сферами дослідження в економіці, які підтримують цю концепцію, є неокласична, шумпетерівська та інституціоналістична (індуковані інновації). Хоча ці підгалузі економіки визнають відображення технологічних змін завдяки виробничим функціям, вони розходяться щодо підходів і методологій.

Серед економічних інтерпретацій також виділяється метод DEA(Data Envelopment Analysis). Перші дослідження були запропоновані у 1957 році М. Д. Фаррелом [18]. Його ідеї не були оформлені у конкретний метод дослідження продуктивності, проте у 1978 році, А. Чарнес, В.В Купер та Е. Л. Родес розробили метод оцінки граничних виробничих технологій, НДДКР та інших факторів виробництва [19]. Базуючись на цій моделі, були розроблені розширення, що допомагають дослідити питання технологічного розвитку з різних концептуальних поглядів [20,21,22].

У класичній літературі, оцінюють внесок технології за ще двома методами: метод залишку Солоу та TPF(Technical Progress Function) [23, 24].

Залишковий метод Солоу працює за припущенням, що всі зміни в обсязі виробництва, які неможливо пояснити змінами в складі капіталу або зміною кількості робітників, повинні бути зумовлені технічним прогресом, в тому числі гіпотезою втіленого технічного прогресу. У своєму попередньому внеску в теорію зростання Солоу працював з безтілесним технологічним прогресом, який не пов'язаний із заміною старого обладнання новим. Натомість втілений технологічний прогрес розраховує саме на те, що старіше виробниче обладнання поступово замінюється на нове та вдосконалене. Висуваючи гіпотезу втіленого технічного прогресу, Солоу розклав капітал відповідно до його вікової структури та його технічного рівня. Таким чином, класичний підхід передбачає, що нові інвестиції характеризуються найсучаснішими технологіями, і що отриманий капітал не змінюється протягом остаточного життєвого циклу. У такому розумінні технічного прогресу, капітал як частка економічного зростання, істотно вище за рахунок безтілесного технічного прогресу. Метод використовує просту лінійну регресію для оцінки зростання, що також дозволяє виміряти міру взаємозв'язку випуску капіталу та праці. Залишки регресії - це зростання TFP. (Total Factor Productivity) - відношення сукупного випуску (наприклад, ВВП) до сукупного вкладу[24, 25].

Принцип дії цього методу вимірювання будується на двох факторах: припущення існування ідеальної ситуації за моделі Солоу та використання функції Коба-Дугласа.

Для стабільного зростання Солоу вводить два фактори моделі: зростання об'єму робочої сили та технологічний прогрес. Зокрема, в момент часу t , продуктивність Y_t визначається капіталом та затратами праці, а також технологією відповідно до наступної виробничої функції:

$$Y_t = K_t^\alpha (A_t L_t)^{1-\alpha}$$

Нова змінна A_t представляє собою рівень технології в момент часу t . Передбачається, що об'єм робочої сили L_t і рівень технології A_t постійно зростають. Це формулювання технології називається збільшенням робочої сили. Розглядаючи технологію, як підвищення ефективності праці, можна легко зрозуміти, що ефективне зростання відбувається при $A_t L_t$. Змінна, що представляє інтерес, - це капітал на одиницю ефективності праці, що визначається як відношення $k(t) = \frac{K_t}{A_t L_t}$. Це є складовою головного рівняння моделі Солоу, яке характеризує зміну $k(t)$ з часом:

$$\dot{k} = s k^\alpha - (n + g + \delta)k$$

Тут s - норма заощаджень, частка збереженого загального випуску Y_t для інвестицій, δ - норма амортизації капіталу, частка статутного капіталу K_t , n і g - темпи зростання праці L_t і технології A_t відповідно. Всі параметри s , n , g , δ та α є екзогенними, тобто їх значення не є навмисно обраним в моделі, а визначаються чинниками поза моделлю. У цього рівняння є дуже інтуїтивне пояснення: швидкість зміни капіталу на одиницю ефективної праці k дорівнює сумі заощаджень на одиницю ефективної праці, за вирахуванням основного капіталу на одиницю ефективної праці, за рахунок зростання населення, технологій, і амортизації.

Важливо зауважити, що обсяг випуску на душу населення $\frac{Y_t}{L_t}$ зростає на рівні постійної норми g , отже спостерігається стійке зростання рівня життя та його цілком обумовлено технологічними змінами.

Таким чином, модель Солоу передбачає, що якщо країни матимуть подібні показники заощаджень, зростання населення, технічного прогресу та ставки амортизації, то незалежно від їх початкового випуску на душу населення, усі країни зблизяться до подібного шляху збалансованого зростання та їхні доходи на душу населення зрештою стають подібними в довгостроковій перспективі. Зокрема, модель

Солоу передбачає, що бідніші країни повинні рости швидше і досить швидко наздоганяти розвинуті країни [25].

Модель Солоу є прекрасним прикладом аналізу, проте, при її описі, зроблені припущення, що інші фактори, які можна знайти у змінній A , такі як позитивні екстерналії та зниження реальних (без урахування інфляції) витрат, не грають ролі при підрахунках.

Іншим достовірним методом аналізу можна вважати метод TPF (Total Progress Function), започаткований Н. Калдором [26]. Він дуже критично ставився до пояснення економічного зростання з точки зору неокласичної сукупної виробничої функції. Зокрема, він вкрай скептично розглядав спроби розділити економічне зростання на зростання, пов'язане з показником екзогенних технічних змін, і зростання факторів виробництва. Саме таким чином, вперше сформульований технологічний прогрес в рамках аналітичної моделі Солоу. Таким чином, він в рівній мірі критично ставився до використання лінійної і однорідної сукупної виробничої функції, при якій змінюється стан знань, а стійке зростання продуктивності представлене безперервними екзогенними змінами сукупної виробничої функції в часі. Згідно Калдору, розглядати накопичення капіталу як просто відтворення існуючих капітальних благ, не має ніякого сенсу, оскільки сам акт інвестування породжує нові та вдосконалені методи виробництва.

По суті, існує дві версії функцій технічного прогресу. Перша була представлена Калдором в 1957 році, а друга Калдором і Дж. Мірлісом в 1962 році [27]. Погляди Калдора на моделювання росту різко контрастували з неокласичними підходами на прикладі Солоу. Перша версія:

$$p_t = f(k_t - l_t), f(0) > 0, f' > 0, f'' < 0$$

де p , k і l - темпи роста продуктивності, основні фонди та рівень зайнятості. Їх взаємозв'язок показаний на рис. А3, де функція технічного прогресу представлена кривою TT . Калдор показує, що стале зростання відбувається в точці A , де зростання виробництва, співвідношення капіталу та ефективності праці рівні, і відсутнє зростання співвідношення капіталу та ефективності виробництва(продуктивності).

Однак, у точці А, нелінійна функція технологічного прогресу може бути усереднена до лінійної функції:

$$p_t = \lambda + \alpha(k_t - l_t)$$

де λ - екзогенний технічний прогрес, що визначається здатністю економіки до адаптації та динаміки, а α є константою. Виявляється, що принципової різниці між неокласичною моделлю Солоу та моделлю Калдора не існує. Обидві моделі пропагують, що зростання випуску дорівнює росту основного капіталу, а зростання продуктивності повністю визначається швидкістю зовнішнього технічного прогресу ($p_t = \lambda / (1-\alpha)$).

Також треба зазначити, що нелінійна версія функції не може бути інтегрована у звичайну сукупну функцію Коба-Дугласа. Це пояснюється, що цей випадок вводить таке поняття, як «залежність від часу». Досліджуючи модель, постає проблема, а саме, розглядаючи конкретний випадок:

Візьмемо гіпотетичну початкову точку А у нашій функції прогресу, що показує спадну прибутковість. Нахил функції технічного прогресу відображається виразом $\alpha(1 + \psi)$, де α – коефіцієнт нахилу лінійного приближення у точці А, а ψ – це еластичність $dP/d(K/L)$ по відношенню до змін у $k - l$. Умова, $\psi < 0$ показує, що нахил зменшується, при збільшенні $k - l$. Це призводить до того, що якщо починати з довільної точки функції (наприклад, у точці $t = 0$), то зі збільшенням K/L до значення $t = 1$, існує багато варіантів для значення Q/L , рівня продуктивності, що залежить від часу інвестицій за цей період. Потенційно, максимальний рівень продуктивності досягається, якщо інвестиції постійні за конкретно виділеним періодом. Якщо інвестиції розбиті на групи з кількох періодів, через кривизну функції, рівень продуктивності буде менше, ніж при рівномірному розподілі. При цих обставинах, неможливо інтегрувати функції технічного прогресу у звичайну сукупну функцію продуктивності.

Розуміючи ці проблеми, Н. Калдор разом з Дж. Міррлісом створили другу, покращену версію TRF. Це було вказано як модель «покоління техніки», а саме: зростання продуктивності на встановленому новому обладнанні, та темп зростання валової інвестиції. Фактично, при сталій швидкості росту вона стає ідентичною

швидкістю зростання продуктивності в цілому по економіці. Схоже, що ця зміна має двояку мотивацію. Перша, що ця функція не може бути інтегрована в звичайну сукупну виробничу функцію. По-друге, це дозволяє обійти проблеми вимірювання капіталу. Оскільки при безперервному технічному прогресі і моральному старінні обладнання, неможливо виміряти запас капіталу. Ця версія функції технічного прогресу визначається як:

$$p_{jt} = f\left(\frac{dI_{jt}/dt}{I_{jt}}\right), f(0) > 0, f' > 0, f'' < 0$$

де I - сума інвестицій на одного працівника, а j – останнє покоління техніки. Співвідношення те ж, що і на рисунку А3, за винятком того, що зростання інвестицій на одного працівника тепер знаходиться на горизонтальній осі. Однак при стійкому зростанні співвідношення інвестицій і випуску залишається постійним, тому зростання інвестицій дорівнює росту випуску, який, в свою чергу, дорівнює зростанню основного капіталу, і все повертається до початкової версії функції технічного прогресу і її обмежень[28].

При дослідженні TFP, використовується класичний метод аналізу. І якщо існує потреба вимірювати технологічний прогрес за довгий період часу, має існувати стабільна виробнича функція, що пов'язує зміни випуску зі змінами вхідних факторів та зміни продуктивності (додатково, ще окремі фактори, наприклад екстерналії).

Напишемо $Y = AF(K, H, L)$, де Y – об'єм виробництва, K – фізичний капітал, H – людський капітал, а L – об'єм праці. При виконанні розрахунків TFP приймається, що ця функція не змінюється, навіть при технологічних змінах глобального масштабу. Виникає питання усереднення цієї функції для різних типів технологічних змін та економічних явищ. Найбільш проблемним економічним явищем є адаптування моделі до абсолютної конкуренції, в якості якої виступають фірми та домогосподарства. Неокласична економічна теорія, що представлена зокрема Р. Солоу, надає можливість для такого розгляду.

Тож, для визначення TFP використовується звичайна сукупна функція Коба-Дугласа. $Y = AL^\alpha K^\beta$, $\alpha + \beta = 1$, та $(\alpha, \beta) \in (0,1)$. Зміни у показнику A вказують на

зміни у взаємозв'язку між вимірюваними вхідними та висхідними даними. Припускається що ці зміни пов'язані саме зі змінами у технологіях. Версія TFP з геометричним індексом розраховується шляхом ділення обох сторін виробничої функції на $L^\alpha K^\beta$, щоб отримати $TFP = Y / (L^\alpha K^\beta) = A$:

Іншим способом TFP може бути розрахований як арифметичний індекс, отриманий шляхом диференціювання по часу вище зазначеного виразу:

$$\frac{dA}{A} \frac{dY}{Y} \frac{dL}{L} \frac{dK}{dK} = \frac{TdFP}{TFP}$$

Це рівняння визначає TFP рівномірно залежним не тільки від факторів виробництва, ще й від часу, що є основною рушійною силою прогресу. Також, не менш важливим є залежність рівняння між взаємозв'язками вхідних та вихідних даних[29].

Розглядаючи методи аналізу, зазначаються принципові недоліки моделей та підходів, щоб обрати найбільш відповідний для дослідження. Очевидним є той факт, що Р. Солоу, досліджуючи власну модель, змодельював ідеальну ситуацію, не вирішивши інших проблем. З теоретичної точки зору, модель не показує, яким чином рішення домогосподарств впливають на норму заощадження і, разом з рішеннями фірм, на темпи економічного зростання. Параметри норми заощаджень і темпів науково-технічного прогресу в моделі просто задаються екзогенно, рішення економічних агентів на них ніяк не впливають. Було показано, що в межах моделі повинні виконуватись припущення, малореальні для практичних умов, але лише за їх виконання висновки з моделей можуть щось дійсно сказати про світ. Приклад таких припущень: модель передбачає безперервно досягну рівновагу з «повною зайнятістю» всіх ресурсів.

Щодо TFP, слово «Total» передбачає, що всі вхідні дані були виміряні. Спеціалісти скоріш обирають різновид функції - «Multi Factor Productivity» (MFP) замість TFP, тому що деякі вхідні ресурси, такі як енергія, зазвичай не включаються. Тому аналіз джерел економічного зростання в цілому, і окремо TFP відкриті для критики з позицій кембриджського спору про капіталі. У зв'язку з цим деякі економісти вважають, що сам метод і його результати є безпідставними. Одиниці

величин в рівнянні Кобба-Дугласа були зазначені вище. У цій конструкції показник A не має простої економічної інтерпретації, з цього випливає, що концепція TFP, мабуть, є «артефактом» моделювання.

Отже, існує багато методів аналізу технологічного прогресу. І хоча деякі способи не мають математичного базису для опису потенціалу розвитку чи змін технологій, ми теж можемо поверхово проводити дослідження завдяки ним. Більш детальний аналіз можливо проводити лише на точно визначених моделях чи методах, які мають чіткі критерії, обмеження та результати своєї роботи. Економічний сенс кожного з цих методів залежить від області його використання.

1.3 Методи визначення соціально-економічного становища

Дослідження впливу технологічного розвитку, моделей аналізу та способів використання неможливе без контекстуального аналізу. Під «контекстом» можна розуміти різні сфери та ситуації. На глобальному рівні, очевидно, сферою впливу технологічного розвитку є соціальні та економічні фактори в цілому. Не коректним також являється генералізація окремих локальних ситуацій на глобальний масштаб, та навпаки.

Характер визначення соціально-економічного становища залежить від багатьох факторів. Одним з основних є фактор економічної формації, системи функціонування окремої країни. Очевидно, що описувати загальнозживані моделі, що побудовані на основі відкритої ринкової конкурентоспроможної економіки являються некоректними у контексті планової(командно-адміністративної) ізольованої економічної формації. Розуміючи ці фактори, у аналізі не можуть бути присутні країни, що не приймають участі у міжнародному економічному кругообігу.

Безсумнівно, що для опису, як конкретних так і глобальних контекстів, необхідні виважені, чіткі та всеосяжні критерії оцінки та моделювання соціально-економічного становища. Державна політика повинна орієнтуватися на забезпечення соціально-економічних перетворень для життя населення. Також, очевидним є факт, що соціальний фактор прямо залежний від економічного підґрунтя. Тому показники

динаміки рівня життя населення дають можливість оцінити характер і спрямованість змін у цілому, так і являються показником змін економічного становища [30].

Будь-який аналіз глобального масштабу починається з оцінки розвитку регіонів. Ділення на автономні економічні одиниці у складі національного бюджету є основою формування сучасної прогресивної економіки. Неефективність підходу до локального розподілу ресурсів і доходів, відсталість та неефективність структурних та технологічно-інноваційних зрушень економіки регіональних одиниць зупиняють соціально-економічний розвиток як на локальному так й на національному рівні, посилюють диспропорцію у реструктуризації економіки на основі нових технологій.

Регіональний рівень є базисом для національного, проте глобальні фактори впливають на розвиток соціально-економічного добробуту в більшій мірі. У сучасній науці є багато інструментів оцінки, проте серед найбільш вагомих можна виділити два індекси – HDI (Human Development Index) та GCI (Global Competitiveness Index).

Індекс людського розвитку або Індекс розвитку людського капіталу - це комплексний агрегований інструмент, розроблений Організацією Об'єднаних Націй для вимірювання рівнів соціально-економічного розвитку різних країн та відповідно їх класифікації. ІЛР вимірює досягнення країни з точки зору стану здоров'я, отримання освіти і фактичного доходу її громадян, за трьома основними напрямками, для яких оцінюються свої індекси:

- Індекс очікуваної тривалості життя: здоров'я та довголіття, вимірювані показником середньої очікуваної тривалості життя при народженні.

- Індекс освіти: доступ до освіти, вимірюваний середньою очікуваною тривалістю навчання дітей шкільного віку та середньою тривалістю навчання дорослого населення.

- Індекс валового національного доходу: гідний рівень життя, вимірюваний величиною валового національного доходу (ВНД) душу населення в доларах США за паритетом купівельної спроможності (ПКС)

В основу Індексу покладені не суб'єктивні оцінки експертів, а реальні числові показники, взяті з офіційних джерел, тому вважається, що він є відносно об'єктивним і піддається верифікації.

Що стосується Індексу глобальної конкурентоспроможності (GCI), то поняття конкурентоспроможності країни досі залишається неоднозначним. Різні економісти наголошують на різних аспектах концепції та використовують низку різних методів, щоб оцінити, наскільки конкурентоспроможною є країна [28]. Щорічно Світовий економічний форум представляє рейтинги глобальної конкурентоспроможності за допомогою спеціального індексу (GCI) - ІГК. Індекс глобальної конкурентоспроможності є найбільш поширеним інструментом оцінки конкурентоспроможності країни. Багато емпіричних досліджень присвячено аналізу загальної оцінки (GCI) ІГК, оцінці окремих факторів та показників економічного зростання, з метою виявлення найбільш впливових змінних та надання конкретних рекомендацій для покращення фактичного рівня конкурентоспроможності країни [31].

Питання національної конкурентоспроможності знаходиться в центрі уваги різних суб'єктів, тому методологія показників, які намагаються відобразити його суть, постійно змінюється. Усього у складі індексу глобальної конкурентоспроможності налічується 12 показників [32]:

1. Якість інституцій
2. Інфраструктура
3. Макроекономічна стабільність
4. Рівень здоров'я та початкової освіти
5. Вища освіта та професійна підготовка
6. Ефективність ринку товарів та послуг
7. Ефективність ринку праці
8. Розвиненість фінансових ринків
- 9. Рівень технологічного розвитку**
10. Розмір ринку — як внутрішнього, так і міжнародного
11. Конкурентоспроможність підприємств
12. Інноваційний потенціал

Вибір саме цих змінних обумовлений теоретичними та емпіричними дослідженнями, причому жоден фактор не в змозі самотужки забезпечити

конкурентоспроможність економіки. Спроби покращити макроекономічне середовище, наприклад, оптимізувати контроль над державними фінансами, будуть вдалими лише за належної прозорості системи управління фінансами, відсутності корупції та масштабних порушень. Підприємці впроваджуватимуть нові технології лише в тому випадку, якщо потенційний прибуток перевищить необхідні інвестиції. Таким чином, згідно з висновками Світового економічного форуму, найбільш конкурентоспроможними є економіки тих країн, які можуть проводити всеосяжну політику, враховувати весь спектр факторів та взаємозв'язки між ними [32].

Слід також зазначити, що у своїй праці С. Рой досліджував вплив цих показників, що можна поділити на три групи суб-індексів ІГК: «базові вимоги» (1-4), «підсилювачі ефективності» (5-10) та «коефіцієнти інновацій та вишуканості» (11-12)), на загальний бал GCI з метою збільшення доданої вартості дослідження глобальної конкурентоспроможності [33].

Як видно з використаних показників, ІГК спрямований на дослідження як соціальних, так й економічних факторів. Його оцінки можуть бути використані для всеосяжного дослідження широкого кола факторів впливу на соціально-економічний розвиток країн світу.

Взагалі, для аналізу глобальної конкурентоспроможності використовують багато різноманітних статистичних та економетричних методів. Прикладом може слугувати дослідження М. Д. Васілеску, Л. Бегу, А. М. Діми та М. А. Маассен, в основі якого полягало вивчення впливу різних показників, пов'язаних із знанням економіки, на конкурентоспроможність країн у Європейському Союзі (ЄС). На основі коефіцієнта Пірсона та моделей регресії панельних даних автори проаналізували ІГК щодо витрат на дослідження та розробки (у відсотках до валового внутрішнього продукту (ВВП)), відсоток населення з вищою освітою, навчання протягом усього життя ВВП на душу населення та борг перед власним капіталом. Результати висвітлили вирішальну роль як інновацій, так і освіти як визначальних факторів конкурентоспроможності ЄС та економічної конвергенції [34].

Отже, аналіз соціально-економічного розвитку є базисним та одним з основних факторів, що передують будь-яким дослідженням. Для оцінки становища

використовуються як експертні оцінки, що носять суб'єктивний характер так й комплексні показники та методології, що здатні показати фактичне положення країн у соціальному та економічному аспектах. Найвпливовішими серед них є ІЛР та ІГК.

Висновки до I розділу

Роль технологій у сучасній економіці важко переоцінити. Стрімко розвиваються інформаційні, виробничі, соціальні та технологічні можливості. З часом, вони розширюються, і постає необхідність використовувати аналітичний метод, що дозволяє більш детально визначити та проаналізувати розвиток держави за допомогою глибокого дослідження макроекономічних показників. І це в свою чергу призвело до уникнення впливу «осучаснення» на економічний розвиток, що передбачає відсутність значних структурних зрушень в економіці та підвищення рівня та якості життя населення країн.

Існує багато методів визначення та вимірювання технологічного розвитку. І хоча однозначно оптимальних і універсальних методів не існує, обирається той, який більше підходить у цій конкретній ситуації. Найбільш визначною є модель Солоу. Він дозволяє виміряти залишок виробництва, який ми можемо вважати технологічною зміною, необхідною для подальшого економічного осмислення та використання.

Проте оцінка технологічного розвитку неможлива без оцінки реального становища країни. Важливим етапом дослідження є визначення соціальних та економічних факторів, що впливають на темпи зростання виробничих, суспільних та інноваційних показників. Досліджуючи сценарії окремих країн на світовому ринках, найважливішим є використання відповідних методів оцінювання, що підходять до реалій, локалізованих у конкретно взятому прикладі.

РОЗДІЛ II

Аналіз енергетичного та соціально-економічного становища країн Європи

2.1.1 Тенденції соціально-економічних змін в Європі

В сучасному світі економіки країн світу переживають соціально-економічні трансформаційні зміни. І для того, щоб визначити їх динаміку та тенденції необхідно дослідити основні показники, що нерозривно пов'язані із економічним та технологічним розвитком.

Економічний і соціальний розвиток сьогодні настільки взаємопов'язані і взаємозумовлені, що не можуть розглядатися ізольовано один від одного. Кожна ступінь розвитку відкриває нові можливості і перспективи. Водночас проявляються нові проблеми, труднощі і ризики. Особливість сучасного періоду полягає в тому, що акценти і напрямки діяльності рушійних сил глобалізації і європейської інтеграції як її складової частини зсуваються в бік соціального виміру.

Соціальний розвиток - це розвиток суспільства, так само, як і спроби вирішувати виникаючі проблеми, мобілізуючи всі складові його сили. Діяльність соціальної держави спрямована не тільки на те, щоб допомагати вразливим, скривдженим, знедоленим групам населення. Головне завдання соціальної держави - забезпечити кожному члену суспільства, кожному громадянину можливість активно реалізувати себе в діяльності, яка буде спрямована на процвітання країни.

Розглядаючи соціально-економічні процеси, ми маємо дослідити не тільки поточні дані, які відображають сучасні результати діяльності людей, держави та інститутів, а й дослідити тенденцію за минулі роки. Для дослідження було обрано часовий проміжок, починаючи з 2000 року, періодичність становить один рік. Він дозволить найбільш точно оцінити економічні та соціальні зміни країн Європи та України у сучасних технологічно-розвинутих реаліях.

Аналіз трансформацій країн Європи не буде достатньо вагомим, не досліджуючи надбання 10-х років 21 століття. У країнах Європейського союзу було започатковано проект «Європа-2020», який запроваджував 7 взаємо-підсилюючих пріоритетних напрямків розвитку соціально-економічних факторів розвитку [35]:

1. Інноваційний союз: покращити умови доступу до фінансування для досліджень та інновацій, щоб зміцнити інноваційний ланцюг та підвищити рівень інвестицій у всьому Союзі.
2. Молодь у русі: підвищити ефективність систем освіти та посилити міжнародну привабливість європейської вищої освіти.
3. Цифровізація Європи: прискорити розгортання високошвидкісного Інтернету та скористатися перевагами єдиного цифрового ринку для домогосподарств і компаній.
4. Ресурсоефективна Європа: допомогти відокремити економічне зростання від використання ресурсів шляхом декарбонізації економіки, збільшення використання відновлюваних джерел, модернізації транспортного сектору та сприяння ефективному використанню енергії.
5. Промислова політика для епохи глобалізації: покращити бізнес-середовище, особливо для малого та середнього бізнесу, та підтримати розвиток сильної та стійкої промислової бази, здатної конкурувати на глобальному рівні.
6. Сприяння розвитку нових навичок і робочих місць: модернізувати ринки праці шляхом сприяння мобільності робочої сили та розвитку навичок протягом усього життєвого циклу з метою збільшення участі робочої сили та кращого відповідності попиту та пропозиції робочої сили.
7. Європейська платформа проти бідності: забезпечити соціальну та територіальну згуртованість таким чином, щоб переваги зростання та робочих місць широко розподілялися, а людям, які переживають бідність та соціальне відчуження, давали змогу жити гідно та брати активну участь у житті суспільства.

З цією метою Європейська комісія запропонувала наступні основні цілі ЄС:

- 75% населення у віці від 20 до 64 років повинні бути працевлаштовані.
- 3% ВВП ЄС слід інвестувати в НДДКР(R&D).
- Частка тих, хто рано кидає школу, повинна бути менше 10%, і не менше 40% молодого покоління повинні мати вищу освіту.
- Ризик бідності повинен загрожувати на 20 мільйонів чоловік менше.

Загалом, у кожному вимірі було досягнуто чіткого та відчутного прогресу, на рисунках А8-А12 додатку А зображено динаміку показників соціального та економічного прогресу. На рівні ЄС рівень зайнятості зріс, витрати на НДДКР та відновлювані джерела енергії зросли, викиди скоротилися, стало більше випускників вищої освіти, а також людей, які раніше закінчили школу. Ризики бідності чи соціального відчуження зменшилися.

На національному рівні кожна країна ЄС досягла загального прогресу з 2010 року, однак станом на 2018 рік жодна країна ще не досягла всіх цілей на рівні ЄС. Швеція та Данія досягли шістьох із семи, але для завершення набору мають ще зменшити викиди парникових газів.

Хоча скандинавські країни, займають провідні місця, деякі країни досягли особливого прогресу з 2010 року: зокрема, Угорщина, Латвія та Польща значно покращили рівень зайнятості та скорочення бідності, а також відчули значні позитивні зміни в балах на національному рівні.

З іншого боку, у деяких сферах прогрес був незначний або навіть зменшився. Зокрема, Люксембург залишався відносно статичним у більшості цілей, та спостерігалось зростання бідності та соціального відчуження, незважаючи на найвищий ВВП на душу населення в ЄС. Деякі більш ізольовані регіони Іспанії, Італії та Греції відійшли назад. Це повинно викликати особливе занепокоєння в політиків, тим більше, що Італія та Іспанія мають найбільші міжрегіональні відмінності серед інших країн, і ці відмінності фактично збільшуються. Регіони, що відстають, сприяють почуттю несправедливості та нерівності та суперечать початковим цілям ЄС2020 щодо інклюзивного зростання та політики згуртованості загалом: це, у свою чергу, може призвести до популізму та недовіри до інституцій.

Що стосується конкретних показників, то найбільший прогрес досягнуто в освіті, але набагато менше було досягнуто у витратах на НДДКР, лише чотири країни досягли цілі у 3%. Найгірше те, що жодна країна ще не досягла цілей (як на рівні ЄС, так і на національному рівні) щодо викидів парникових газів. Враховуючи нагальну потребу скоротити викиди, це по праву є головною сферою уваги ЄС з початком «Зеленої угоди» в минулому десятилітті [36, 37].

На національному рівні Sustainable Development Solutions Network (SDSN), за керівництвом ООН, підготувала Європейський звіт про сталий розвиток на основі індексу Цілей Сталого Розвитку (ЦСР). Даний звіт відзначає успіхи, які досягли країни Європи у галузях економіки, соціальної динаміки та інклюзивності. Проте, як було зазначено у звіті, найбільшій увазі потребують сфери, пов'язані з відповідальним споживанням і виробництвом, кліматом і біорізноманіттям, що відображає спостереження індексу Стратегії ЄС-2020 про те, що ЄС має зосередитися на екологічних цілях. Цей висновок також відображений у Звіті ЄС з моніторингу сталого розвитку, де кліматичні дії визначаються як мета з найменшим прогресом [38].

З початком нової декади, Європейською Комісією був прийнятий новий план розвитку. Поточні десять років присвячені поєднанні Цілей Старого Розвитку та соціально-економічної стратегії розвитку Європи з 2010-2020 років [39].

Отже, країни Європи прийняли нову стратегію «Європа 2030». На початку XXI століття Європа, та й весь світ, зіткнулися з економічною кризою, в результаті якої Європа зробила крок назад в економічному плані. Незважаючи на те, що економічна ситуація почала покращуватися, вона поки залишається нестабільною. Але, новий шлях інклюзивного розвитку передбачає можливість розглядати Європейський шлях, як прогресивний підхід до соціально-економічної стабільності до кінця поточної декади.

2.1.2 Тенденції соціально-економічних змін в Україні

Цілепокладання Європейської Комісії також напряму стосується й процесу Євроінтеграції України.

Очевидним є факт, що Україна підходила до другої декади XXI століття за зовсім інших умов. Починаючи з 90-років XX століття, вона була повністю перебудована з країни адміністративно-командної системи управління економіки на прийнятну на глобальному рівні – ринкову. Планова економіка замінила конкуруючу, а політичний режим змінився на демократичний. Всі ці фактори, очевидно, вплинули на всі

соціально-економічні процеси країни й підвели її до ХХІ століття у ролі країни-аутсайдера, економіка якої не підготовлена до реалій «нового світу».

Аналізуючи розвиток соціально-економічних інституцій, треба усвідомлювати, що значна частина економіки країни та виробничі потужності були сфокусовані на підтримці військового запасу, а основні фонди мали великий ступінь зносу. Перехід на нову систему управління економіки передбачала кардинальну реструктуризацію економіки, формування нового політичного устрою, утворення політичних класів та створення національних ідей, тобто суспільно-позитивної атмосфери. Ефективність роботи державного устрою мала велике значення для змін національного масштабу.

Ключовим елементом ринкових трансформацій в Україні стало розуміння та визначення шляху, від удержавлення та строгої регуляції до свободи ринку. Цю особливість не було враховано в стратегіях розвитку вітчизняних та запрошених західних дослідників. Таким чином, через низку факторів, шанси України швидко наблизитись до розвинених країн були втрачені, а ризики нівелювання своїх переваг значною мірою проявилися [40].

Окремо потрібно виділити події «Революції Гідності», які прямо вплинули на соціальні показники України. У 2015 році, були прийняті Стратегія реформ-2020 та ратифіковані Угоди про асоціацію з ЄС та методи її втілення. Вони створюють певні передумови для відходу від короткострокових цілей, які до цього часу були основою економіки України, та формування політики довгострокових трансформацій, необхідних для того, щоб Україна посіла гідне місце у світі, та ЄС зокрема [41].

Ці передумови дозволяють більш якісно зрозуміти причини й наслідки соціально-економічних змін. Першим, що спадає на думку, є, звичайно, аналіз соціальних і економічних показників. Найбільш важливим вважається згаданий вище показник ІЛР (Індекс людського розвитку), як всебічно оглядовий індекс, що дозволяє оцінити країну за трьома основними критеріями - Індекс очікуваної тривалості життя, Індекс освіти, Індекс валового національного доходу.

Розпочнімо аналіз України зі значення ІЛР якої станом на 2019 рік дорівнює 0,779. Україна відноситься до категорії з високим рівнем людського розвитку. Зміни показнику коливалися у межах двох відсотків, що є показником соціальної

стабільності. Україна посідає 74 місце у світі, між Мексикою (75) та Боснією та Герцеговиною 73) У період з 2000 по 2019 рік індекс ІЛР в Україні зріс з 0,725 до 0,779, що у відсотковому представленні дорівнює 7,45%. Більш детальне представлення динаміки ІЛР можна побачити на рис. А6 додатку А [44].

Соціальні чинники невідривно пов'язані з економічним добробутом. І основним вектором є економічний розвиток країни. Це забезпечення сталого розвитку держави, проведення структурних реформ та підвищення стандартів життя. Стабілізація макроекономічних показників та утворення сприйнятливих умов для ведення бізнесу. Основними показниками, як соціального так й економічного добробуту, є ряд індикаторів: ВВП, ВВП на душу населення, рівень інфляції, рівень безробіття та індекс споживчих цін. На рис А7 додатку А представлена динаміка цих показників, починаючи з 2000 року.

Кожен з цих показників відтворює стан соціально-економічного добробуту населення. Наприклад, безробіття – це соціально-економічне явище, за якого частина працездатних осіб не змогли реалізувати своє право на працю, як джерела заробітної плати(винагороди). В свою чергу, проблема зайнятості населення, напряду пов'язана з рівнем інфляції – ключовою проблемою України [43].

Інфляція стимулює соціально-економічні зміни у гіршу сторону, для суспільства та країни в цілому. Україна перебувала в тяжких умовах гіперінфляції у 90-х роках минулого століття. Незважаючи на цей досвід, досі не відомий ефективний шлях вирішення цього питання. В останні два роки, до повномасштабної війни з Росією, з просуванням світової фінансової кризи в Україні та у зв'язку з подіями 2014-2015 років, інфляція знову зростає, набуваючи загрозового характеру [42].

Отже, наприкінці XIX століття Україна отримала незалежність й повністю зруйновану, непридатну до принципів ринку економіку. І хоча це становище мало шокуючий та руйнівний, у соціальному аспекті, характер, в результаті Україна зробила крок вперед в економічному плані. Політичне життя країни прямо впливає на всі аспекти соціально-економічних показників. Проте, проаналізувавши дані, чітко прослідковується тенденції зростання та стабілізації макроекономічних показників.

2.2 Тенденції розвитку енергетичних інновацій в країнах Європи

У сучасну епоху розвиток енергетичних інновацій займає центральне місце в політиці та стратегічному плануванні європейських країн. Ця увага була викликана зростаючою гостротою вирішення проблем екологічної стійкості, зміни клімату та потреби в ефективних джерелах енергії. Таким чином, дослідження тенденцій у розвитку енергетичних інновацій у цих країнах дає критичне розуміння майбутнього використання енергії в усьому світі.

Як вже було зазначено раніше, Європейський Союз у своєму маніфесті «Європа-2020» задав траєкторію для країн-учасниць по зниженню викидів парникового газу. Особливої уваги цей процес набув в останні роки через очевидно пасивну політику країн Європи в цьому напрямку. На противагу цьому, існує явний прогрес у бік розвитку альтернативних джерел енергетики. Розвиток ядерних технологій продовжує відігравати ключову роль у провідних дослідницьких інститутах. Незважаючи на суперечки довкола безпеки використання та проблеми утилізації відходів, поступово зростає впевненість у ефективності використання саме такого джерела електроенергії. В якості підтвердження, активно розробляються нові моделі модульних ядерних реакторів, що спрямовані на вирішення цих проблем і забезпечення більш стійкого сектору ядерної енергії.

Європа залишається лідером у впровадженні та інноваціях технологій відновлюваної енергії. Диверсифікація джерел енергії зі значним наголосом на сонячній фотоелектричній, вітровій та агроелектричній енергетиці. Також, ці інвестиції спрямовуються на такі нові технології, як рішення для накопичення енергії, водневі паливні елементи, та уловлювання та зберігання вуглецю, які потенційно є ключем до майбутнього енергетичного ландшафту.

Енергетичний сектор перебуває на динамічному трансформаційному шляху завдяки появі інноваційних технологій і перспективній політиці. Збільшується увага до відновлюваних джерел енергії, розумних мереж та інших революційних методів, що прокладають шлях до більш сталого майбутнього. Особливо, це стосується

законопроектів, спрямованих на скорочення викидів вуглецю, сприяння енергоефективності та стимулювання технологічного прогресу у виробництві, передачі та споживанні енергії відіграла значну роль у цьому.

Зміна клімату була основною рушійною силою екологічних проблем в останні роки. Зараз глобальна середня температура приблизно на 1 градус Цельсія вища, ніж у доіндустріальну епоху, а деякі регіони зазнають ще більшого потепління. Держави-члени Організації Об'єднаних Націй прийняли 17 цілей сталого розвитку (ЦСР) у 2015 році, усі спрямовані на сприяння екологічній стійкості [57]. Хоча всі ЦСР взаємопов'язані та впливають одна на одну, Ціль 13 чітко закликала до негайних дій для протидії зміні клімату та її наслідкам шляхом сприяння комплексному підходу. Творці енергетичної політики дедалі більше стикаються з проблемами, пов'язаними зі зміною клімату, яка має далекосяжні наслідки для ширшої екосистеми та економічної системи. Основним фактором зміни клімату є викиди парникових газів (ПГ), що значною мірою є наслідком розширення економічної діяльності. Енергія, необхідна для транспортування, промислового виробництва та домашнього споживання, також значною мірою сприяє викидам парникових газів у разі надмірного використання, отже, спричиняючи зміну клімату. Відповідно до звіту Міжнародного енергетичного агентства «Перспективи енергетичних технологій 2020», приблизно одна третина викидів парникових газів походить від промислової, сільськогосподарської та пов'язаної діяльності, тоді як решта є результатом використання викопного палива. Навіть незважаючи на постійне зростання світового попиту на енергію, зростання споживання енергії було повільніше, ніж зростання ВВП з 2000 по 2019 роки, головним чином у країнах з економікою, що розвивається, через структурні економічні зміни та підвищення ефективності в усьому світі. Однак глобальні викиди CO₂, пов'язані з енергетикою, все ще зросли в 2,5 рази між 1970 і 2020 роками [53,54].

Згідно з Європейською «Зеленою Угодою», у вересні 2020 року Комісія висунула пропозицію підвищити ціль скорочення викидів парникових газів до 2030 року принаймні до 55% порівняно з рівнями 1990 року, охоплюючи як викиди, так і поглинання. Ця прогресивна позиція прокладає шлях для переходу ЄС до кліматично-

нейтральної економіки та виконання своїх зобов'язань за Паризькою угодою шляхом перегляду свого національно визначеного внеску.

Основні цілі на 2030 рік включають:

- Мінімальне скорочення викидів парникових газів на 40% (порівняно з рівнями 1990 року)
- Частка відновлюваної енергії не менше 32%
- Збільшення енергоефективності мінімум на 32,5%.

Енергоефективність є вирішальним компонентом у лімітуванні зростання споживання енергії. Відповідно до World Energy Outlook 2015, до 2030 року енергоефективність нового обладнання, виробленого в усьому світі, може зрости ще на 11%, тоді як середня вартість збереженої енергії становитиме близько 300 доларів США за тону нафтового еквіваленту (т.н.е) за середньозваженої ціни 1300 дол./т.н.е. Наразі лише США, Канада, Японія та Китай регулюють споживання енергії важкими транспортними засобами, а Європейський Союз також має намір посилити регулювання. Розширення географічного охоплення та впровадження суворіших стандартів може знизити попит на паливо для нових автомобілів на 15% до 2030 року. Зміни в дизайні продукції, повторному використанні та переробці також сприятимуть розширенню потенціалу енергозбереження [52].

Прогрес енергетичних інновацій вимірюється рядом показників, в тому числі: викидами парникових газів, енергоефективність кінцевого споживача, інтеграція електродвигунів та відновлювальної енергії. Ці індикатори дозволяють всеосяжно дати оцінку всім енергетичним ініціативам та відслідкувати прогрес країн до відповідних цілей ЦСР та екологічної чистоти.

Розпочнімо дослідження із аналізу викидів парникових газів. Зазвичай, в цей термін включають набір елементів, які створюють кліматичну загрозу. Найбільший з обсягами є вуглекислий газ: на рис. А16 додатку А зображено його викиди країнами Європи з 1990 року. Очевидний низхідний тренд показує динаміку країн до наднаціональних цілей по зменшенню забруднення довколишнього середовищу на

40%. Найбільшого прогресу серед країн Європи досягла Великобританія, скоротивши цей показник на 50 відсотків. На рис. А17 додатку А зображені 10 країн з найбільшою кількістю викидів з 1990 року. Очевидно, Туреччина не має перед собою чітко установленого плану, так як її викиди зросли майже втричі, відображуючи активне зростання економіко-виробничого потенціалу країни.

У 2020 році, країни Європи досягли історичного мінімуму через очевидний вплив корона-кризи в світі. Це відображається й на динаміці іншого показнику – Первинного споживання електроенергії. Цей індикатор відображає загальну кількість енергії, яка використовується нацією в її початковій формі до будь-яких процесів перетворення або трансформації. Первинні джерела енергії включають як природні складові: вугілля, сиру нафту, природний газ, ядерну енергію, так й відновлювані джерела енергії: такі як енергія вітру, сонця та гідроенергії.

Після безпрецедентного зниження у 10 відсотків, споживання енергії в Європі в 2020 році через кризу COVID-19, попередні оцінки Європейського агентства з навколишнього середовища (ЕЕА) показують, що кінцеве споживання енергії в Європейському Союзі зросло на 5% з 2020 по 2021 рік. Це найбільш значний річний сплеск з початку ведення записів у 1990 році. Відповідну динаміку можна відслідкувати на рис. А18 додатку А. Сплеск значною мірою можна простежити за відновленням економіки та послабленням обмежень, пов'язаних із пандемією.

Споживання первинної енергії зазнало ще більшого зростання у 2021 році. Оцінки свідчать про рекордне зростання на 5,6% з 2020 по 2021 рік. Це передбачуване зростання торкнулося всіх джерел енергії, але найбільш помітне зростання спостерігалось у твердому викопному паливі та ядерній енергії, ймовірно, як реакція на підвищення цін на газ, яке спостерігалось у другій половині 2021 року.

Аналізуючи моделі споживання первинної та кінцевої енергії в Європі, важливо враховувати динаміку в секторі відновлювальної енергії. Відновлювана енергія, яка включає сонячну, вітрову, гідроелектроенергію та біоенергію, спостерігала значне зростання в Європі за останнє десятиліття. Таке зростання можна пояснити прагненням Європейського Союзу скоротити викиди парникових газів і збільшити частку відновлюваної енергії в своєму енергетичному балансі.

На рис. А19 додатку А можна побачити динаміку країн Європи до ключового показника у 32% від загального споживання. Значна частка країн досягла відповідного успіху, проте середній показник серед країн ЄС-27 все ще залишається на рівні 22 відсотків.

Отже, за останнє десятиліття в Європі була пророблена надзвичайно складна робота до введення на національному рівні траєкторій розвитку енергетичних інновацій. Подібні інновації охоплюють різні сектори, від технологій відновлюваних джерел енергії до заходів з енергоефективності та отримують підтримку на різних рівнях влади та суспільної думки. Саме завдяки необхідним ініціативам, можна побачити значимий прогрес у боротьбі з видами парникових газів, енергетичної ефективності та розвитку відновлювальної енергетики. На даному етапі, більш країн рухаються відповідно до заданих цілей, зберігаючи динаміку, закладену у Цілях Старого Розвитку та енергетичних ініціативах країн Європи.

2.3 Роль російсько-української війни 2022 року у світовій енергетичній кризі

Після повномасштабного вторгнення Росії в Україну світовий енергетичний ринок став свідком безпрецедентних змін. Цей конфлікт не тільки загострив існуючу напругу на енергетичних ринках, але й спровокував значну переоцінку енергетичної безпеки та стратегій у всьому світі. Зокрема, Європа, яка сильно залежить від російського газу, опинилася в епіцентрі нової енергетичної кризи, що спонукало до негайних дискусій щодо диверсифікації джерел енергії, екологічних переходів і ролі відновлюваної енергії.

З початком повномасштабного вторгнення Росії, енергетичний сектор країн світу пройшов ряд випробувань. Від 23 лютого 2022 року, країни світу запровадили 10 пакетів санкцій на енергоносії, логістичні компанії, особисті та корпоративні рахунки чиновників, політичних діячів та великих транснаціональних компаній країни-агресора.

Найскладнішими заборонами були санкції, покладені на енергоносії та логістичні компанії. Енергетика була і залишається одною із найбільших частин російської економіки.

Після комплексних санкцій і виходу кількох західних компаній з Росії в 2022 році залежність російської економіки від експорту енергетичного сектора ще більше зросла. Нафта забезпечувала майже половину доходів російського бюджету. У той же час ціна на нафту марки Urals істотно коливалася в останні роки: з вересня 2020 року по листопад 2021 року ціни на нафту коливалися в районі 40-45 доларів США за барель, згодом неухильно зростаючи і до середини лютого 2022 року перевищили 90 доларів США за барель. Російське вторгнення в Україну та, як наслідок, підготовка нафтового ембарго призвели до короткого стрибка вище 120 доларів США за барель до кінця березня 2022 року, а потім знову впали до 90 доларів США. Поступово, ціни на енергоносії знижувались, на фоні успішних контрнаступальних дій ЗСУ та глобального розуміння вразливості енергозалежної економіки Росії. З 5 грудня вступив в силу шостий пакет санкцій, що лімітує можливості до експорту російської нафти. З того моменту, ціни на нафтову марку Urals тримаються на рівні 55-60 доларів за барель, що відповідає довоєнному рівню [55].

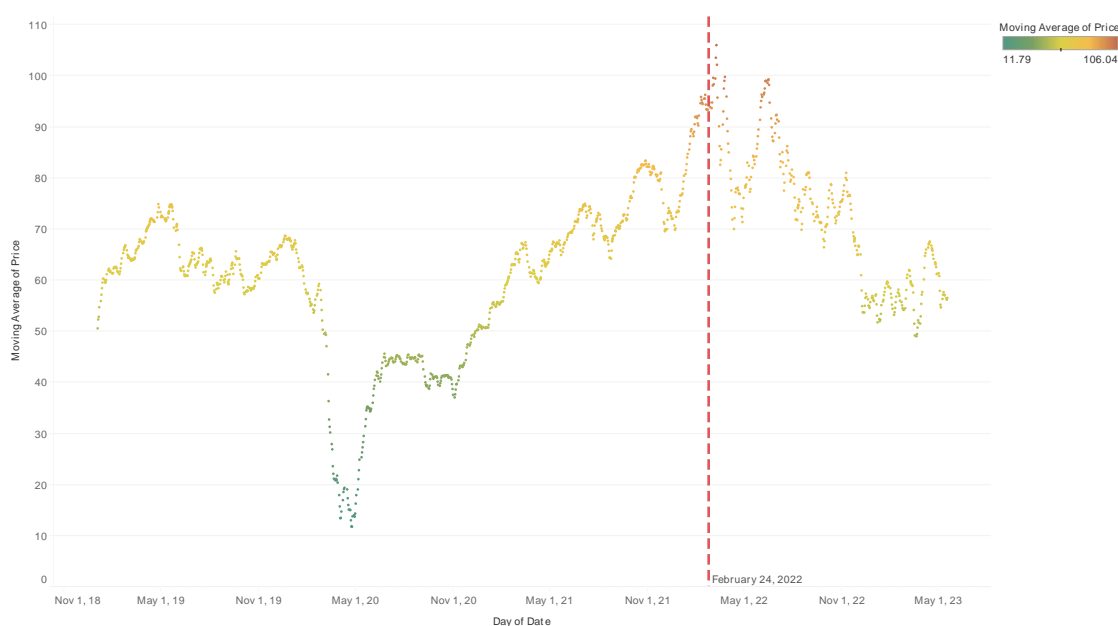


Рис. А12. Ціна Urals за барель, у доларах США, з січня 2019 по травень 2023 рр.

Джерело: власні розрахунки, на основі [45]

У результаті, за оцінками російського уряду, у 2022 році, доходи від експорту нафти становили близько 218 мільярдів доларів. До вторгнення Росії в Україну в грудні 2021 року країна експортувала 7,8 мільйона барелів нафти щодня, причому сира нафта складала 5 мільйонів барелів, а решта були продуктами переробки нафти, що віддзеркалювало рівень до пандемії COVID-19. Приблизно третину (приблизно 2,4 мільйона барелів на добу) купувала Європа - основний споживач російської нафти. У відповідь на агресію ЄС у рамках свого шостого пакету санкцій поступово ввів заборону на купівлю, імпорт або передачу сирової нафти (чинний з 5 грудня 2022 року) та інших нафтопродуктів (чинний з 5 лютого 2023 року), за деякими винятками.

Природний газ слугував другим за важливістю енергоносієм для Росії. З 2008 року, щорічна виручка невпинно зростала, на рівні з відсотком від загального експорту. З 1995 року, частка Росії у світі зростає з 0,01% загального експорту та досягла рівня у 2,17%. Незважаючи на низький відсоток, треба мати на увазі, що більше 30% всього експорту складала нафта – «рідке золото». Станом на 2020 рік, експорт природного газу Росії був більше за відповідний показник США на 33%.

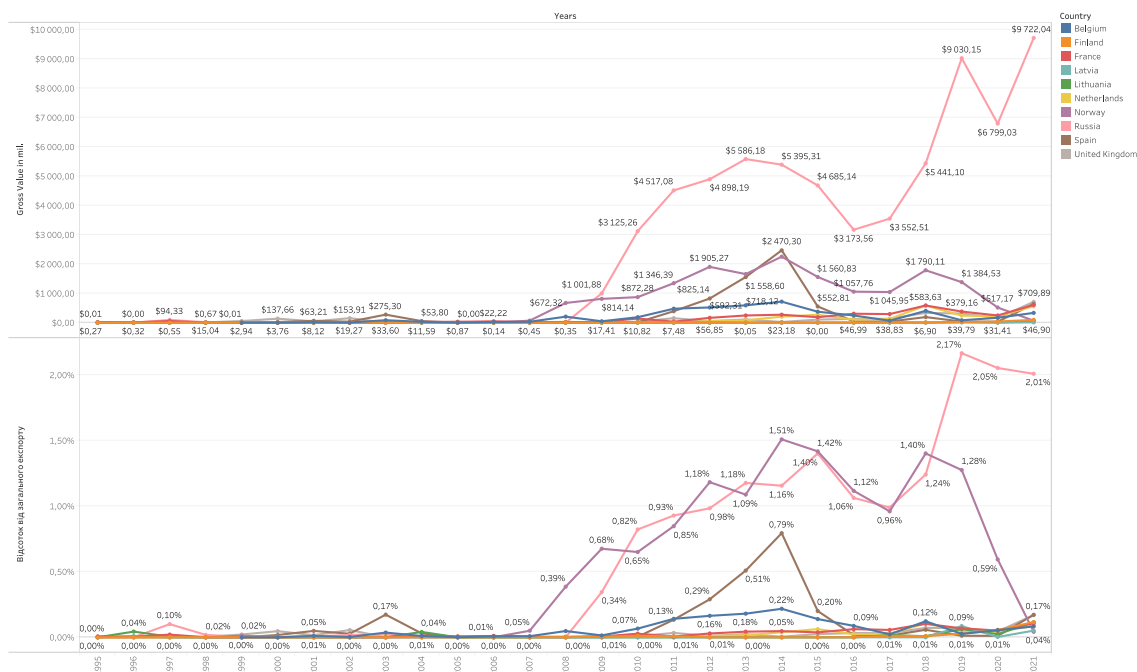


Рис. А13. Загальний прибуток та відсоток від всього експорту топ-10 країн-експортерів природного газу, 1995-2021 рр.

Джерело: власні розрахунки, на основі [46]

У другій половині 2022 року Європейський Союз розробляв стратегію припинення імпорту російського природного газу через трубопроводи. Цей крок, один із найбільш критичних і дорогих санкцій для ЄС, створив значні проблеми, враховуючи економічну ефективність трубопровідного транспорту природного газу та труднощі швидкого пошуку альтернатив. Безпосереднім можливим варіантом був би скраплений природний газ із США чи інших джерел; однак для його розгортання потрібні спеціальні судноплавні судна та значна портова та внутрішня транспортна інфраструктура. Будівництво таких об'єктів, як правило, є багаторічним процесом, хоча й прискорюється. Інші потенційні альтернативи, такі як ядерна та відновлювана енергія, також мають свої недоліки, такі як значно вищі витрати або вплив на навколишнє середовище, і потребують значного часу для їх створення.

Росія відповіла на ці приготування та санкції, неодноразово уповільнюючи, а іноді й зупиняючи експорт природного газу до ЄС, погрожуючи при цьому повністю його припинити.

Розуміючи потенційні втрати від блокування експорту нафти та нафтопереробних продуктів, Росія почала шукати інші можливі шляхи продажу. З початком повномасштабної війни та після введення санкцій, найбільшими імпортерами російської енергетичної продукції стали Індія та Китай. Видобуток та зберігання палива, очевидно, було дорожче, ніж продаж до цих країн по зниженим цінам. Наразі, Індія купляє майже в 2000% більше російського палива, порівнюючи дані з початком 2022 року. Частка Китаю збільшилась лише на 30% [47,48].

Тим не менш, перспективи перенаправлення поставок нафти і газу з європейського ринку в Азію неоднозначні через обмеження російської логістичної інфраструктури для експорту як нафти, так і газу до Східної та Південної Азії. Для суттєвого збільшення поставок енергоресурсів до Китаю виникне потреба в розробці нового трубопроводу та терміналів, оскільки поточні працюють на повну потужність. Припинення доступу до західних технологій видобутку, переробки та транспортування нафти може негативно вплинути на внесок Росії у світовий видобуток нафти. Це тому, що великі західні транснаціональні корпорації,

включаючи BP, Shell, Exxon, Equinor і TotalEnergies, або вийшли з енергетичних активів, або припинили нові інвестиції в Росії [49].

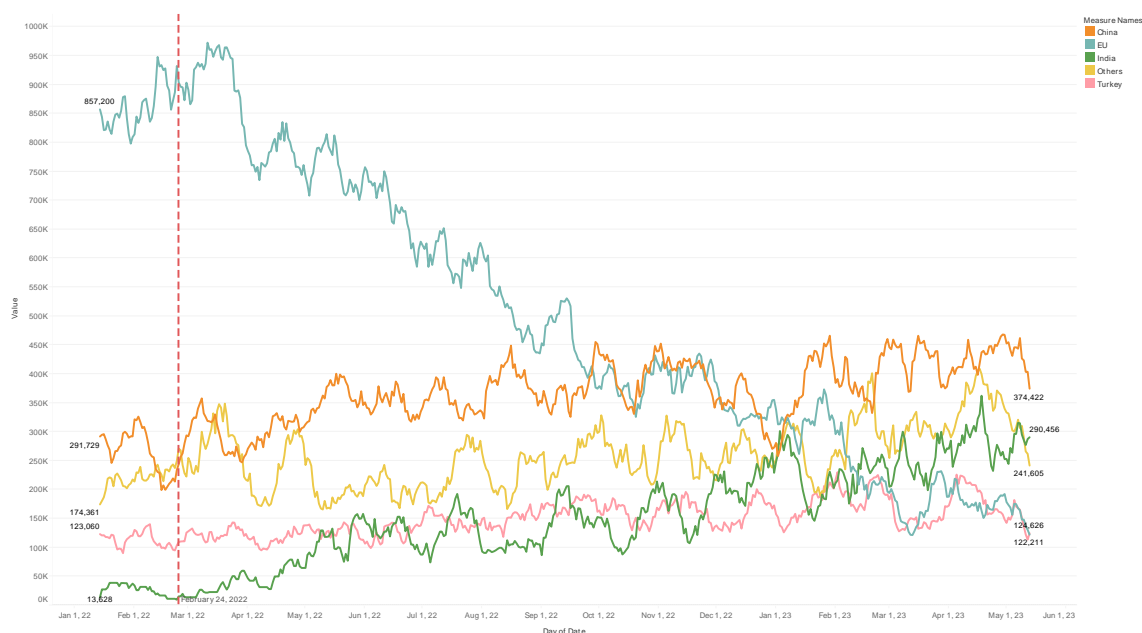


Рис. А14. Експорт російської нафти та природного газу у мільйонах тон, січень 2022 р. – травень 2023 р.

Джерело: власні розрахунки, на основі [46]

Напередодні зими 2022 року представники суспільної думки побоювалися, що Європа замерзне без російського природного газу, особливо країни з холодними зимами та ті, які значною мірою залежать від російського газу. Згодом, надії російського енергетичного терору не збулись: середньодобова температура у більшості країн Європи сягала $+2^{\circ}$ по Цельсію, що більше за показники 2019-2021 років. Помірна зима дала змогу знизити середній рівень споживання енергоносіїв, що явно переконало про-українських лідерів у вірності обраного рішення.

Війна в Україні спричинила різке зростання цін на енергоносії та значну волатильність на енергетичних ринках. На тлі побоювань збоїв у постачанні енергоресурсів і посилення санкцій проти російського енергетичного сектору ціни коливалися, зокрема, оскільки ринки намагалися оцінити потенційні наслідки для глобальних поставок енергії. Враховуючи їхню сильну залежність від російських поставок до вторгнення, енергетичні ринки Єврозони особливо постраждали.

На самому початку конфлікту, очевидним стала залежність світу від російського палива. Захід запровадив фінансові санкції, які ускладнили розрахунки з російською нафтою через західні банки. Російська нафта зазвичай становить близько 10% світових поставок нафти.

В квітні 2022 року, американський конгрес оголосив про вивільнення 180 мільйонів барелів нафти зі стратегічних нафтових запасів США. Це забезпечило короткочасне полегшення. В той же день дня президент Сполучених Штатів Америки оголосив виконавчий наказ про спрощення виробництва акумуляторів в країні, що матиме вирішальне значення для того, щоб зробити електромобілі більш доступними.

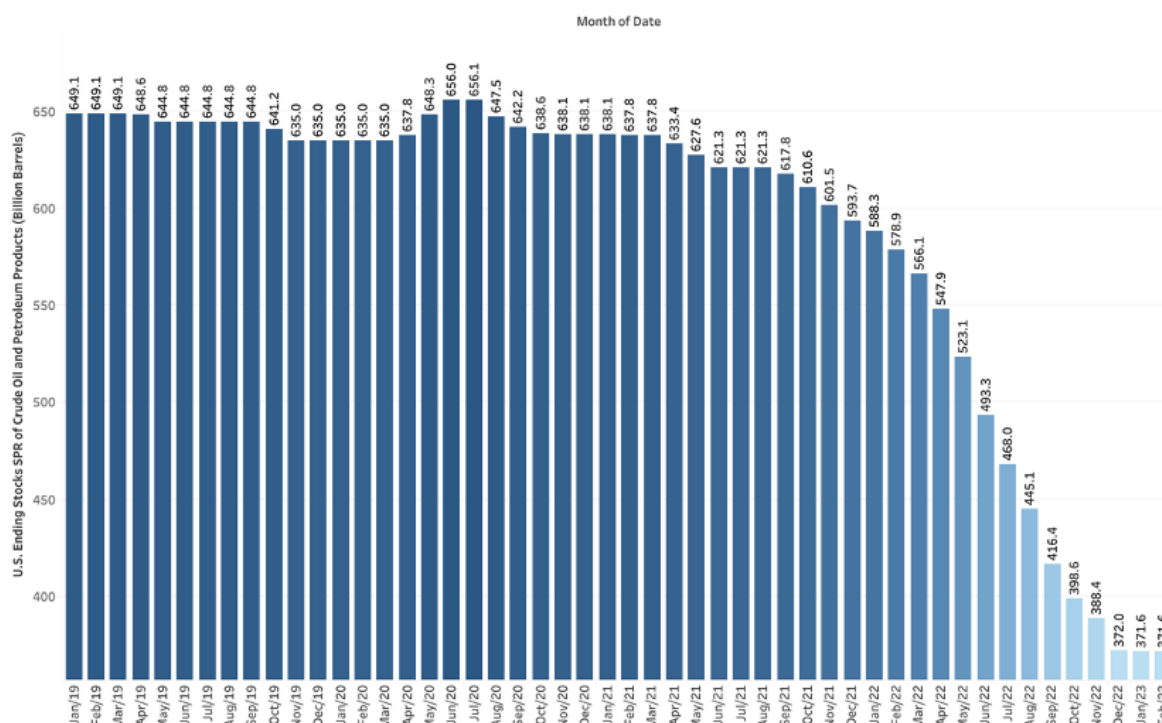


Рис. А15. Стратегічні запаси сирової нафти та нафтопродуктів, у мільярдах барелів, січень 2022 – лютий 2023 рр.

Отже, вторгнення Росії в Україну в 2022 році спричинило глобальні зміни в енергетиці, включаючи вплив на ціни на нафту, відтік західних компаній з Росії та зростання нестабільності на енергетичних ринках. ЄС відповів на це, намагаючись зменшити свою залежність від російського газу, що призвело до значних витрат та викликів. Однак, російський енергетичний терор не мав критичного масштабу, через низку факторів, в тому числі погодні умови, експорт інших країн тощо.

Висновки до II розділу

Соціально-економічні тенденції країн Європи та України мають складну, непередбачувану динаміку. В першу чергу, звичайно мається на увазі структурні зрушення в економіці, підвищення рівня та якості життя населення країн. Соціально-політичні події напряду впливають на економіку країн та їх технологічний прогрес. У XXI столітті, роль технологічних змін має чи не найбільше значення, серед усіх показників.

Енергетичні інновації були й залишаються важливим чинником сталого розвитку країн світу. Зі зростанням ролі відновлювальної енергетики, країни Європи адаптують свою регіональну політику під екологічні ініціативи та стабілізацію енергетичної безпеки. Загальний рівень викидів вуглекислого газу з роками спадає, хоча пандемія COVID-19 внесла свої корективи у поступовий монументальний рух в бік стратегічних цілей по досягненню нульових викидів.

Аналізуючи наслідки вторгнення в ході немотивованої агресії з боку Росії, лідери країн Європи знайшли необхідний ресурс для протидії енергетичному терору країни-агресора. Не дивлячись на масове занепокоєння перед ймовірною енергетичною кризою, очевидно, що світовий ринок має змогу компенсувати ембарго на російські енергоресурси.

Розділ III

Моделювання технологічного та соціально-економічного розвитку

3.1 Макроекономічне моделювання соціально-економічного розвитку

Майже кожне дослідження, що проводиться у будь-якій галузі, неможливе без прогнозування її майбутньої динаміки. Що стосується економіки, то це допомагає охарактеризувати її сучасний стан за певною країною чи регіоном, а також передбачити її можливу подальшу поведінку. Наразі використовуються багато методів макроекономічного прогнозування, і одним з найбільш поширених та ефективними є економетричний підхід, окремою частиною якого є панельна регресія [58,59].

Прогнозування допомагає охарактеризувати та передбачити можливу поведінку у майбутньому певних показників, досліджень та спостережень. Одним із найбільш розповсюджених методів є регресія. Лінійна регресія дозволяє дослідити та спрогнозувати зв'язок незалежної змінної з однією залежною. Задля аналізу проста лінійна регресія майже не використовується, бо складні соціально-економічні феномени не визначаються лише одним показником. На противагу їй існує множинна лінійна регресія. Вона є розширенням лінійної простої регресії, але замість того, щоб пов'язувати одну залежну змінну результату y з однією незалежною змінною x , кожен намагається пояснити значення результату y як зважену суму впливів від декількох незалежних змінних $x_i, i = \overline{1, n}$. Вона представляється у формі рівняння:

$$y_j = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + \varepsilon_j$$

де a – точка перетину з віссю y ; $b_i, i = \overline{1, n}$ – коефіцієнти регресії, які відображають значення, при яких первинна змінна (критерій) при зменшенні чи збільшенні прогнозованої змінної (предиктора) змінюється.; ε_j – похибка/залишок спостереження j [64].

Для перевірки того, чи можна застосовувати множинну регресію на практиці та щоб перевірити її на адекватність необхідно використати певні методи, а саме: критерії Фішера та Стюдента, кожен з яких відповідає за окрему характеристику моделі.

Аналіз моделі є неповноцінним без оцінки якості даних, на яких вона будується. Невідповідні дані несуть за собою структурні порушення та помилки результатів. Необхідно проводити ряд тестів, для перевірки статистичних гіпотез.

Першим із них є RESET-тест Рамсея. Це узагальнений тест на наявність таких помилок специфікації моделі лінійної регресії, як наявність пропущених змінних, невірну функціональну форму або кореляцію між фактором X і випадкової складової моделі.

Другий блок тестів дозволяє визначити наявність чи відсутність гетероскедастичності. Її присутність заважає тим, що псуються оцінки параметрів моделі, тобто вони будуть менш ефективні. Крім того, у цьому випадку виявляється зміщеною та неспроможною класична оцінка коваріаційної матриці МНК-оцінок параметрів. Внаслідок вищесказаного всі висновки, одержувані з урахуванням відповідних t - і F -статистик, і навіть інтервальні оцінки будуть ненадійними. Отже, статистичні висновки, одержувані при стандартних перевірках якості оцінок, можуть бути помилковими і призводити до неправильних висновків з побудованої моделі. Цілком імовірно, що стандартні помилки коефіцієнтів будуть занижені, а отже, t -статистики будуть завищені. Це може призвести до визнання статистично значущими коефіцієнтами, які насправді не є. Тому для того, щоб добре оцінити побудовані моделі для обраних країн слід підтвердити відсутність гетероскедастичності. І це можна зробити за допомогою ряду тестів, а саме: тесту Бройша-Пагана та тесту Глейзера, що встановлюють чи залишкова дисперсія змінної у регресійній моделі є постійною, тобто чи присутня у моделі гомоскедастичність.

Також необхідно перевірити, чи є автокореляція залишків в моделях, бо вона призводить до погіршення якості МНК-оцінок параметрів регресії, а також до завищення тестових статистик, за якими перевіряється якість моделі (тобто створюється штучне поліпшення якості моделі щодо її дійсного рівня точності). Для цього використовуються тести Дурбіна-Уотсона та Бройша-Годфрі.

Теоретико-методологічні аспекти моделювання потребують практичного застосування для перевірки їх необхідності та придатності. Використання множинної регресії є необхідним у дослідженнях тих галузей, що залежать від значень декількох

складових(або змінних) одночасно. У даному випадку, вона використовується для побудови прогнозу для ВВП. Для побудови моделей для кожної країни були обрані 9 показників: Зовнішні прямі інвестиції (FDI, % від ВВП), Витрати на НДДКР (RnD, \$1000000 US), Експорт (EGS, \$1000000 US), Імпорт (IGS, \$1000000 US), Рівень інфляції (I, споживчі ціни, % за рік), Рівень безробіття (UR, % від всього працездатного населення), Витрати держави на освіту (GEE, % від ВВП), експорт ІКТ (ICT goods exports, \$1000000 US) та Державні витрати на кінцеве споживання (GFCE, \$1000000 US). Дані для розрахунку були взяті з сайту Всесвітнього банку [57] та Статистичної служби Європейського Союзу [51]. Всі показники обираються за принципом спроможності до державного регулювання, яке в свою чергу впливає на їхні значення, що й визначають соціально-економічний розвиток або регрес. Наприклад, рівень витрат на НДДКР є головною складовою суспільного технологічного розвитку, від рівня інфляції залежать соціальні аспекти суспільства, а від імпорту або експорту – рівень та складові товарообороту країни, в тому числі технологіями. І саме тому, що ці показники пов'язані з технологічним та соціально-економічним розвитком країни, вони можуть бути використані при побудові моделі для його прогнозування. Тоді модель має наступний вигляд:

$$\widehat{GDP} = a + b_1 RnD + b_2 GEE + b_3 EGS + b_4 IGS + b_5 I + b_6 FDI + b_7 UR + b_8 ICT + b_9 GFCE + \varepsilon,$$

Подані показники мають значний вплив на стан соціальної та економічної політики країн світу. В даному випадку, послуговуючись економічною теорією, є можливість передбачити можливі зміни, на основі коефіцієнтів моделі.

Загальна інтерпретація означає, що для кожної одиниці зміни у відповідному показнику призведе до зміни ВВП. Так, наприклад, маючи позитивний коефіцієнт у RnD, це буде означати зростання у ВВП, завдяки використанню більш технологічних методів виробництва. Також, це має й зворотній ефект – при негативному коефіцієнті, це буде означати, що країна не має достатньої технологічної забезпеченості для оптимального використання виробничих потужностей, на попередньому рівні.

Розглядаючи кожну країну, запропоновану для аналізу окремо, треба зважати на соціально-економічне становище окремо взятої держави. Кореляційний аналіз дозволяє оцінити, які змінні мають більший вплив на питомий об'єкт дослідження. Нижче наведена таблиця, що показує рівень зв'язку між змінним та ВВП.

Таблиця 3.2

| Країна | RnD | I | EGS | ICT | UR | IGS | GEE | GFCE | FDI |
|-----------------|-----|---|-----|-----|----|-----|-----|------|-----|
| Австрія | + | - | + | - | - | + | - | + | - |
| Хорватія | + | - | - | - | - | + | + | + | - |
| Франція | - | + | + | - | + | + | + | + | - |
| Німеччина | + | - | + | - | + | - | - | + | - |
| Польща | + | - | + | - | + | + | - | + | + |
| Румунія | + | + | - | + | - | - | - | + | - |
| Швеція | - | + | + | + | + | + | - | + | - |
| Велика Британія | - | - | + | - | - | + | + | + | - |
| Україна | + | - | + | - | - | + | + | + | - |

Джерело: складено автором на основі власних розрахунків

В цій таблиці зазначені ті змінні, чия залежність має кореляційний коефіцієнт на рівні 0,7 і вище в абсолютному еквіваленті.

Для кожної країни Європи були побудовані окремі моделі, що представлені нижче у табл. 3.2, і слід зазначити, що для кожної держави коефіцієнти будуть різними.

Таблиця 3.2

| Країна | Модель | Скорегований R ² |
|-----------------|--|-----------------------------|
| Австрія | $GDP \sim -1,665 * RnD + 0,002 * EGS + -0,002 * IGS + 2,834 * GFCE + 37,013$ | 0,99965 |
| Хорватія | $GDP \sim 26,776 * RnD + 4,55E-04 * IGS + 2,977 * GFCE - 2,029 * GEE + 6,667$ | 0,99637 |
| Франція | $GDP \sim 2006,784 * I + 0,003 * EGS - 0,002 * IGS - 2255,46 * UR + 3,358 * GFCE + 498,373 * GEE$ | 0,99594 |
| Німеччина | $GDP \sim -31,84 * RnD + 0,001 * EGS - 1427,18 * UR + 5,651 * GFCE + 613,528$ | 0,99761 |
| Польща | $GDP \sim 7,451 * RnD - 6,32E-04 * EGS + 0,001 * IGS - 289,278 * UR + -2,451 * FDI + 3,316 * GFCE + 100,788$ | 0,99374 |
| Румунія | $GDP \sim 39,314 * RnD - 54,612 * I + 0,001 * IGS + 0,005 * ICT + 1,651 * GFCE$ | 0,9932 |
| Швеція | $GDP \sim 223,784 * I + 0,001 * EGS - 0,001 * IGS - 234,536 * UR + 0,001 * ICT + 3.209 * GFCE$ | 0,99719 |
| Велика Британія | $GDP \sim 23,085 * RnD - 0,002 * EGS + 0,003 * IGS - 1759,784 * UR + 1,686 * GFCE - 57,419 * GEE$ | 0,9967 |
| Україна | $GDP \sim 32,443 * RnD + 0,001 * EGS - 0,001 * IGS + 4.363 * GFCE - 8,028 * GEE$ | 0,9983 |

За результати проведеного моделювання, потрібна економічна інтерпретація результатів. На прикладі Польщі, одразу помітна залежність економіки країни від технологічного зростання. При коефіцієнті, що дорівнює 7,451, це означає, що на кожен додатковий мільярд доларів витрат на НДДКР, ВВП має прирости на 7,451 мільярд доларів. Це підкреслює потенційну важливість інвестицій у технології, як рушія економічного зростання. З іншого боку, коефіцієнт прямих іноземних інвестицій у моделі свідчить про від'ємний зв'язок показників. Це дещо суперечливий результат, оскільки зазвичай вважається, що ПІ стимулюють економічну діяльність шляхом залучення капіталу, технологій та досвіду. Однак це може статися, якщо, наприклад, іноземні інвестиції витісняють внутрішні інвестиції, або за умови відсутності інвестицій у місцеву економіку – тобто присутні рівнозначні інвестиційні ін'єкції у економіку інших країн. В такому випадку, це стає тягарем для монетарної політики держави.

Для того, щоб визначити придатність моделей для практичного застосування, потрібно довести їхню адекватність та значущість коефіцієнтів. Адекватність моделі перевіряється за допомогою F-статистики Фішера. За рівнянням кожної країни формується $F_{\text{розн.}}$, що у свою чергу було порівняно з табличним значенням, що дорівнює $F_{\text{табл.}} = F_{(0,05;12;10)} = 2,78$. Після проведення необхідних розрахунків було визначено, що критерій Фішера для всіх представлених для аналізу країн більше табличного значення ($F_{\text{розн.}} > F_{\text{табл.}}$), і як наслідок визнається адекватність моделей та статистична значущість їх рівнянь в цілому. Далі проводиться перевірка значущості коефіцієнтів даних моделей. Для цього використовується t-статистика Ст'юдента, а саме P-значення (*P-value*), що визначає рівень значущості. За стандартний рівень значущості вважається рівень надійності у 95%, тобто якщо $P\text{-value} < 0,05$, то коефіцієнт вважається значимим. У табл. Б1 додатку Б представлений аналіз значущості усіх коефіцієнтів за кожною країною окремо.

Окремою складовою статистичного моделювання є перевірка моделей на значущість та якість. У таблиці Б2 представлений аналіз специфікації моделей за RESET-тестом Рамсея. У таблиці Б3 представлені результати тесту на

гетероскедастичність за методом Бройша-Пагана, у таблиці Б4 проведений той самий тест, проте за методологією Глейзера. Окремо проведено 2 тести на автокореляцію: за методами Бройша-Годфрі та Дарбіна-Уотсона, результати відображені у таблицях Б5, Б6 додатку Б.

Після того, як була проведена перевірка моделей на адекватність та значущість коефіцієнтів, був побудований прогноз для кожної з обраних країн та України на основі поданих моделей. На рисунку 3.3 відображено загальний графік, що відображає побудовані прогнози за період 2000-2021 років для всіх країн, обраних для аналізу.

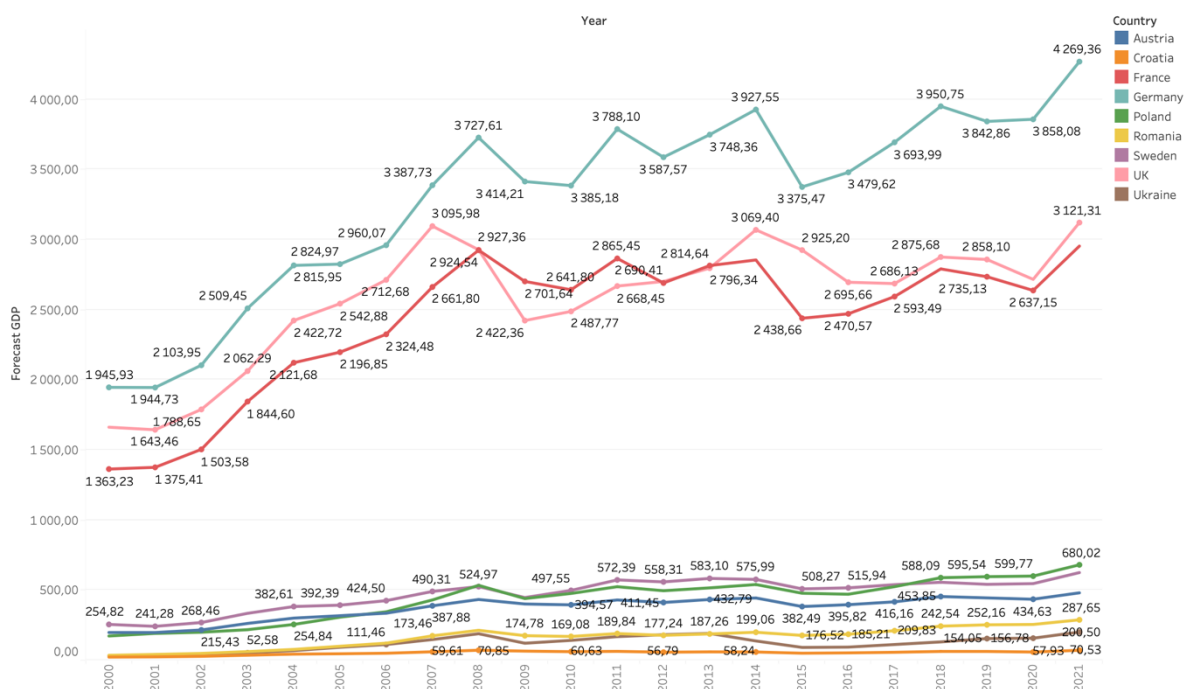


Рис. 3.3. Прогнозоване значення витрат на НДДКР за моделлю множинної регресії для обраних Європи за 2000-2021рр, \$1000000 US

Якщо проаналізувати графік прогнозованих значень витрат на НДДКР, то можна зазначити, що перші три лідируючі позиції займають такі країни, як Німеччина, Франція та Великобританія. Наступною у рейтингу країн знаходиться Швеція. Ці країни відносяться до категорії країн з дуже високим рівнем соціального та економічного розвитку. Економічна стабільність цих країн визначається стійким розвитком економічних показників та політичних систем. Перші три країни мають великі запаси внутрішніх ресурсів. Наприклад, Великобританія має один із найбільших та стабільних фондових ринків у світі, а Німеччина, з іншого боку,

відзначається, як постійний, стабільний торговельний партнер для всіх країн-імпортерів.

Детальний аналіз та порівняння прогнозованих даних та реальних відображені на рис. Б7-Б15 додатку Б.

Отже, після побудови моделі множинної регресії для країн Європи та України були перевірені на адекватність, та на їх основі був побудований прогноз за 2000-2021 рр. На етапі розробки моделей були проведені статистичні тести, щоб переконатися в надійності поданих специфікацій. Вони включали тести на специфікацію моделі, гетероскедастичність та послідовну кореляцію залишків. Результати цих випробувань були задовільними, показуючи, що наші моделі відповідають необхідним припущенням лінійної регресії і, таким чином, підходять для прогнозування ВВП.

Прогнозовані значення є достатньо близькими до первинних, що свідчить про оптимальність моделі та можливості використовувати її на практиці. Тим не менш, важливо періодично переглядати та оновлювати ці моделі з урахуванням нових даних і змін в економічних умовах. Майбутні дослідження можуть також вивчити потенціал включення нелінійних зв'язків і взаємодій між предикторами для підвищення точності прогнозування моделей.

3.2 Взаємозв'язок розвитку технологій у сфері енергетики та соціально-економічного розвитку

Взаємозв'язок між технологічним прогресом, особливо в галузі енергетики, та економічним розвитком є важливою сферою дослідження сучасної економіки. Технологічні досягнення в енергетичному секторі, такі як технології відновлюваних джерел енергії, зберігання енергії та енергоефективність, мають глибокі наслідки для економічних показників у різних масштабах. Вони формують промислову продуктивність, впливають на структуру торгівлі, динаміку зайнятості та, зрештою, сприяють економічному зростанню та розвитку.

Для дослідження було використано панельні дані, які поєднують інформацію з різних місць і періодів часу. Цей тип даних розширює аналіз, дозволяючи глибше

зрозуміти, як технологічний прогрес в енергетичному секторі може вплинути на економічний прогрес. Він дає уявлення про варіації між регіонами та з часом – ключові фактори при розгляді сталого розвитку. Цей комплексний аналіз допомагає розшифрувати складні взаємозв'язки між технічним прогресом, економікою та навколишнім середовищем.

У статистиці та економетриці панельні дані (panel data) – це пролонгована просторова вибірка об'єктів, яка простежується в часі, і, отже, вона надає безліч спостережень за кожним окремим об'єктом. Такий тип даних зазвичай використовують держави, компанії, приватні особи, країни тощо, і він може бути створений шляхом об'єднання певної кількості вже готових часових рядів. Панельні дані цінні для економістів тим, що при правильному їх аналізі можна позбутися впливу індивідуальних особливостей об'єктів, які, як правило, є однією з найсерйозніших проблем аналізу одноразових даних. Також за допомогою панельної регресії, так як і за допомогою звичайної лінійної регресії, дані прогнозуються із використанням формули точкового прогнозу (розрахункового значення залежної змінної, отримане шляхом підстановки прогнозних значень у рівняння регресії). Для даного типу регресії, вона матиме вигляд рівняння:

$$\widehat{y}_{it} = \alpha + (x_{it}^{np})'$$

На основі панельних даних будується регресійна модель, що може бути об'єднаною (pooled model), з фіксованими (fixed effect model) або з випадковими (random effect model) ефектами. Розглянемо більш детально кожен з них.

1. Об'єднана модель панельних даних (Pooled model). Цей тип регресійної моделі панельних даних, є здебільшого теоретичним, оскільки вводяться сильні обмеження щодо змінних. Її загальна формула має наступний вигляд:

$$y_{it} = \alpha + x'_{it}\beta + v_{it}, i = \overline{1, n}$$

де i – номер об'єкта спостереження; t – період часу, за який було проведено спостереження, $t = \overline{1, T}$; β – вектор коефіцієнтів моделі, розміру $k \times 1$; $x^{it'}$ – набір незалежних пояснюючих змінних; α – параметр для усіх об'єктів спостереження; v_{it} – випадкова похибка однокомпонентної моделі [68].

Оскільки дана модель майже не використовується на практиці, необхідно розглянути моделі панельних даних з фіксованими та змінними ефектами.

1. *Модель панельних даних з фіксованими ефектами (Fixed Effect model (FE model))*. У статистиці модель з фіксованими ефектами – це статистична модель, в якій параметри моделі є фіксованими або не випадковими величинами. Це на відміну від моделей випадкових ефектів та змішаних моделей, в яких всі або деякі параметри моделі розглядаються як випадкові величини. Дана модель спирається на структуру панельних даних, що дозволяє враховувати незмірні індивідуальні відмінності об'єктів. Ці відмінності називаються ефектами. У даній моделі ефекти інтерпретуються як параметри, що заважають, і оцінювання направлено на те, щоб їх виключити. Фіксовані ефекти - це змінні, які є постійними для окремих факторів, вони не змінюються чи змінюються постійно і мають фіксований вплив. У моделі враховуються не тільки ті фактори, які були зібрані для дослідження. Передбачається, що крім даних, зібраних для проведення дослідження, існують інші фактори, які не враховано в моделі. Такі змінні прийнято називати неспостережуваними. Вони пов'язані або корелюють з тими, які включені в регресію. Не можна знайти їх кількісні значення, в зв'язку з відсутністю інформації про них, але, в ході побудови моделі з фіксованими ефектами оцінюється якість всіх спостережених змінних за рахунок знання про те, що вони корелюють зі змінними, включеними в регресію [69].

Регресія з фіксованими ефектами - це методика оцінки, яка використовується в налаштуваннях панельних даних, що дозволяє контролювати індивідуальні непомічені за часом характеристики, що не спостерігаються, які можна скорелювати зі спостережуваними незалежними змінними. Така модель має наступний вигляд:

$$y_{it} = \alpha_i + x'_{it}\beta + \varepsilon_{it}$$

де α_i – величина, що виражає індивідуальний ефект об'єкта i , що не залежить від моменту часу t , при цьому регресори x_{it} не містять константи [70]. Також вважається, що виконується наступна умова: похибки ε_{it} некорельовані між собою за i та t , $E(\varepsilon_{it}) = 0, V(\varepsilon_{it}) = \sigma_\varepsilon^2$.

2. *Модель панельних даних з випадковими ефектами* (Random Effect model (RE model)). У статистиці модель з випадковими ефектами (її інколи ще також називають моделлю компонентів дисперсії) – це статистична модель, де її параметри є випадковими змінними. В економетриці такі моделі використовуються в панельному аналізі даних, коли не передбачається фіксованих ефектів, що у свою чергу дозволяє отримати індивідуальні ефекти. Випадковість у статистичних моделях зазвичай виникає в результаті випадкової вибірки одиниць у зборі даних. Коли ефекти можуть мати різні значення для кожної одиниці, що відбирається, то природно вважати їх випадковими ефектами [62].

У регресійному аналізі зазвичай передбачається, що всі фактори, які впливають на залежну змінну, але не увійшли в модель як регресори, можуть в результаті підсумовуватися у випадковому залишковому члені рівняння. У випадку панельних даних це призводить до припущення, що ефекти α_i є випадковими чинниками, незалежно і однаково розподіленими за об'єктами. У цьому випадку модель з випадковими ефектами може бути записана у вигляді:

$$y_{it} = \mu + x'_{it}\beta + u_i + \varepsilon_{it}, \varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2), \alpha_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

де μ – константа, u_i – випадкова похибка, інваріантна за часом для кожної економічної одиниці. Тобто, для моделі з випадковим ефектом припускається, що індивідуальні відмінності носять випадковий характер.

Модель панельних даних будується відносно показника Експорту високих технологій (НТ) – цей показник визначає можливість держави експорту надлишків технологічних інновацій, як просунутих методів виробництва (ноу-хау), так і прямих технологічних надбань. Енергетичні інновації не є виключенням, так, наприклад, держави здатні до експорту новітніх методів зберігання чи видобутку енергії.

Модель будується на основі панельних даних за 12 країнами Європи та Україною за 2000-2021 рр. Треба зазначити, що для усіх країн отримана модель буде однаковою, бо для її побудови використовуються дані за всіма державами одночасно. Для того, щоб вибрати найкращу модель для прогнозування, розглянемо по черзі кожну з них. Для побудови моделей для кожної країни були обрані п'ять показників:

ВВП (GDP , \$1000000 US), Імпорт енергоресурсів (EI , mWh), Дослідники у галузі високих технологій (RRD , per 1000 people), Патенти (PA , residents) та Споживання енергоресурсів (EPC , mWh). Дані для розрахунку були взяті з сайту Всесвітнього банку [65] та Статистичної служби Європейського Союзу [64].

Спочатку проаналізуємо об'єднану (*pooled*) модель панельних даних. Вона буде мати наступний вигляд:

$$\widehat{HT}_{it} = -0.42654GDP_{it} + 35.0024EPC_{it} + 34.07715EI_{it} + 0.0274054RRD_{it} + 0.612176PA_{it} - 225.76$$

Слід визначити, чи є модель адекватною та чи значущі її коефіцієнти. Адекватність моделі, як і для множинної регресії, була перевірена за допомогою F-статистики Фішера. За рівнянням моделі було отримано $F_{розр.} = 157,951$, що у свою чергу було порівняно з табличним значенням, що дорівнює $F_{табл.} = F(0,05;6;279) = 2,325$. За проведеними розрахунками було визначено, що критерій Фішера для всіх представлених для аналізу країн більше табличного значення ($F_{розр.} > F_{табл.}$), і як наслідок визнається адекватність моделі та статистична значущість її рівняння в цілому. Далі була проведена перевірка значущості коефіцієнтів даних моделей. Для цього використовується t-статистика Ст'юдента, а саме P-значення (*P-value*), що визначає рівень значущості. За стандартний рівень значущості вважається число 0,05, тобто якщо $P\text{-value} < 0,05$, то коефіцієнт вважається значимим. У даній об'єднаній моделі панельних даних усі коефіцієнти виявилися значущими, хоча і в різній мірі, результати проведеного аналізу представлені у табл. В1 додатку В. Проте, як вже було зауважено вище, об'єднана модель є здебільшого теоретичною. Тому з практичної точки зору необхідно розглянути моделі з фіксованими та випадковими ефектами і визначити, яка з них найкраще зможе описати представлені дані.

Для того, щоб визначитися із тим, яка модель – з фіксованими чи випадковими ефектами – найкраще зможе описати представлені панельні дані, необхідно використати тести панельної моделі: тест Хаусмана, тест Бройша-Пагана та F-статистику. За допомогою даних тестів визначається спроможність оцінок

коефіцієнтів моделі та обирається найбільш оптимальний варіант з двох типів моделей. За статистикою, були отримані наступні результати:

- Тест Хаусмана: $H = 29,2605$, $P\text{-value} = 3.93921e-05$. Низьке P -значення свідчить проти нульової гіпотези про адекватність оцінок в моделі з випадковими ефектами на користь фіксованих ефектів.
- Тест Бройша-Пагана: $LM = 1168,94$, $P\text{-value} = 4.93921e-082$. Низьке P -значення свідчить проти нульової гіпотези, що об'єднана модель МНК, є адекватною на користь випадкових ефектів
- F -статистика: $F(12, 267) = 145.235$, $P\text{-value} = 9.75109e-64$. Низьке P -значення свідчить проти нульової гіпотези, що об'єднана модель МНК є адекватною, на користь фіксованих ефектів.

Отже, в такому разі найкращою моделлю для прогнозування панельних даних експорту високих технології країнами Європи та України за 2000-2021 рр. буде модель з фіксованими ефектами, що представлена наступним рівнянням:

$$\hat{y}_{it} = a_i - 1.0495GDP_{it} + 128.306EPC_{it} + 2.1236EI_{it} + 0.0537RRD_{it} + 0.0177PA_{it} + 44.7221RD_{it} + 3651.29$$

Треба зазначити, що фіксовані ефекти для кожної країни є різними і наведені нижче у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

| Країна | Індивідуальний ефект | Країна | Індивідуальний ефект |
|-----------|----------------------|-----------------|----------------------|
| Австрія | 0.74402 | Велика Британія | -0.4919 |
| Хорватія | 0.85707 | Швеція | 0.2692 |
| Німеччина | 0.53383 | Іспанія | -0.3547 |
| Угорщина | 0.9343 | Молдова | 0.09119 |
| Франція | -0.1754 | Україна | 0.17842 |
| Польща | 0.1436 | Данія | 0.79269 |
| Румунія | -0.4919 | | |

Джерело: складено автором на основі власних розрахунків

Сукупний графік прогнозу за допомогою панельної регресії представлений нижче на рис. 3.5.

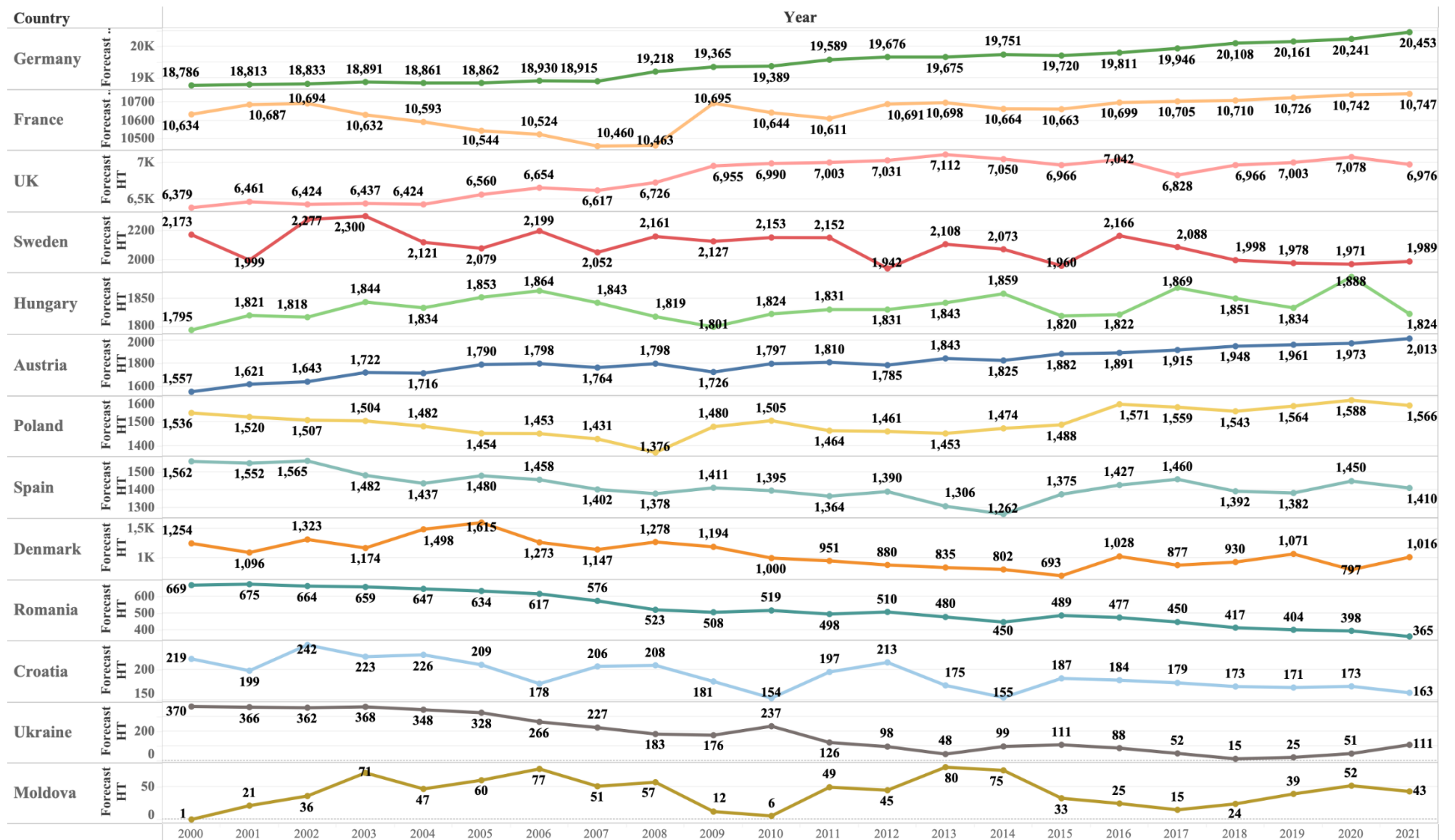


Рис. 3.5. Прогнозоване значення експорту високих технологій за моделлю панельної регресії для країн Європи та України за 2000-2021pp, (\$1000000 US)

Розглянемо графік прогнозованих значень експорту високих технологій за моделлю панельних даних з фіксованими ефектами більш детально. Проводячи порівняльний аналіз прогнозованих та реальних значень, можна прийти до висновку, що модель панельних даних є цілком актуальним методом для прогнозування. Для більшості країн, взятих до аналізу, показник хоч і мав похибку, проте враховував індивідуальні особливості. Детальний аналіз та порівняння прогнозованих даних та реальних відображені на рис. В2-В14 додатку Б.

Перші три лідируючі позиції посідають такі країни, як Німеччина, Франція та Великобританія. Для деяких країн побудований прогноз має завищені значення. Молдова, країна з найменшим експортом високих технологій, має середню помилку на рівні 39 умовних одиниць. Така похибка моделі, очевидно, з'являється через недостатню кількість країн, що мають споріднений обсяг НТ. Також нижче на рис. 3.5 зображений прогноз витрат на НДДКР за моделлю панельних даних на 2021 рік.

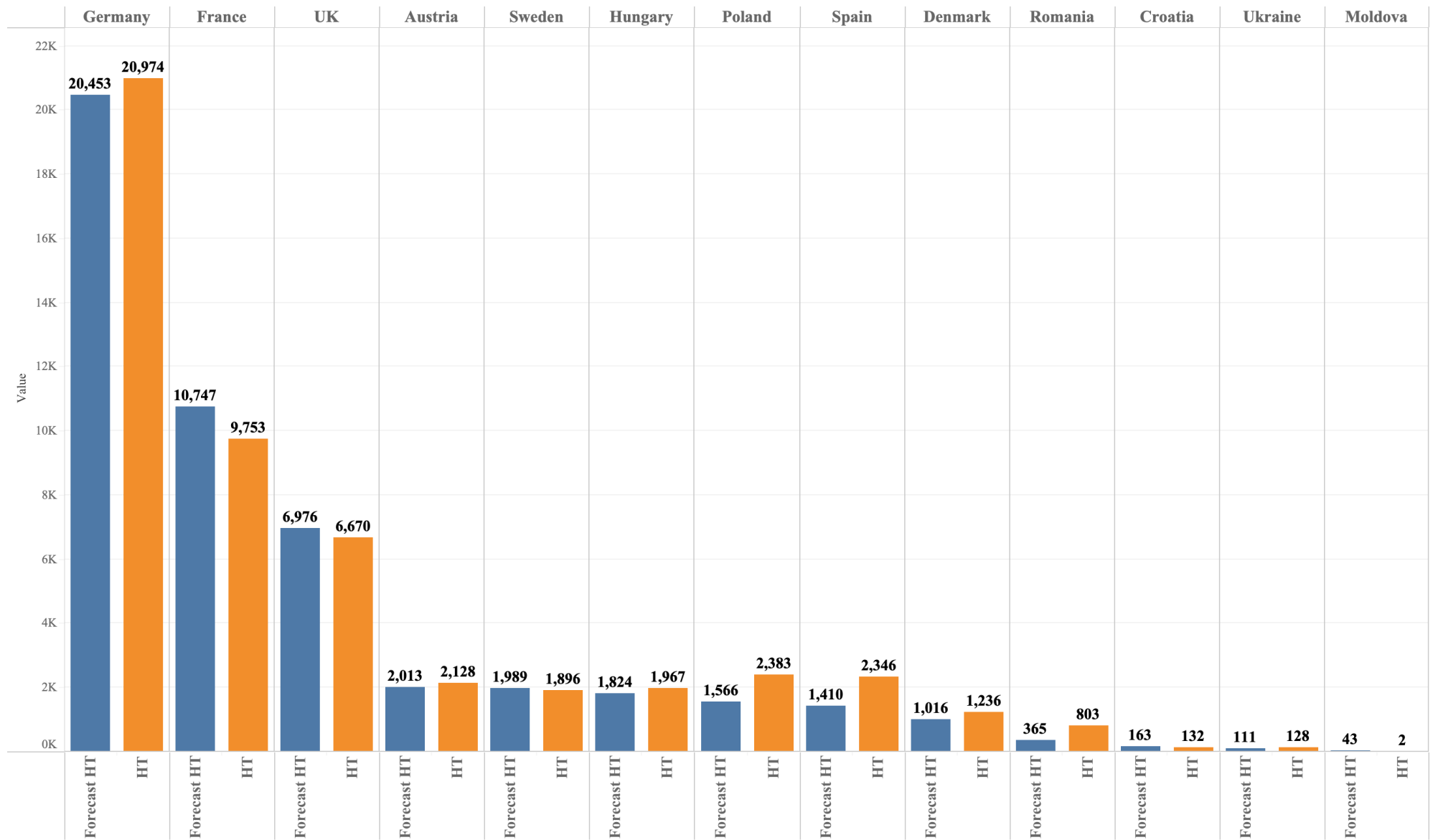


Рис. 3.5. Порівняння результатів прогнозу та реальних даних за моделлю панельних даних для обраних країн та України за 2021 рік, \$1000000 US

Отже, після побудови моделі панельних даних для країн Європейського Союзу та України, результати були перевірені на адекватність, та на їх основі був побудований прогноз за 2000-2021 рр. Також було розглянуто три основні моделі панельних даних, і за результатами тестів Хаусмана, Бройша-Пагана та F-статистики було визначено, що найбільш оптимальною моделлю для даних за усіма країнами є модель з фіксованими ефектами (*FE model*). Також це пов'язано з тим, що у моделі даного типу кожний з об'єктів такої вибірки має свої певні індивідуальні особливості, а метою побудови моделі є зокрема отримання прогнозу для окремого об'єкта. FE model була перевірена на адекватність та значимість її коефіцієнтів. Прогнозовані значення є достатньо близькими до первинних, що свідчить про оптимальність моделі та можливості використовувати її на практиці

3.3 Стимулювання енергетичних інновацій та адаптаційних процесів

У попередніх підрозділах були розглянуті певні методи прогнозування, а саме: множинна та панельна регресії, а також інші моделі регресійного аналізу. На основі економетричних моделей, був проведений аналіз показників ВВП та Експорту високих технологій, які підпадають під вплив, як з точки зору стимулювання енергетичних ініціатив, так і політики адаптаційного керування.

Наразі розглянемо більш детально використання вищезазначених методів для прогнозування макроекономічних показників для України. Для побудови моделей за множинною регресією та моделлю панельних даних з фіксованими ефектами були обрані наступні показники: для моделі прогнозування ВВП: ВВП на душу населення (*GDP_pc*, \$1000 US), Витрати на НДДКР (*RnD*, \$1000000 US), Експорт (*EGS*, \$1000000 US), Імпорт (*IGS*, \$1000000 US), Рівень Інфляції (*I*, споживчі ціни, % за рік), Рівень Безробіття (*UR*, % від всього працездатного населення) та Індекс Споживчих Цін (*CPI*, 2010 = 100); При побудові моделі враховувався кореляційний аналіз між залежною та незалежними змінними, тому остаточна модель відрізняється.

Для моделі прогнозування Експорту високих технологій: ВВП (*GDP*, \$1000000 US), Імпорт енергоресурсів (*EI*, mWh), Дослідники у галузі високих технологій (*RRD*, per 1000 people), Патенти (*PA*, residents) та Споживання енергоресурсів (*EPC*, mWh).

Дані для розрахунку були взяті з сайту Всесвітнього банку [57]. Нижче у табл. 3.4 представлені моделі для України, які досліджують множинну та панельну регресії. Більш детальне пояснення моделей, перевірка їх на адекватність та значущість коефіцієнтів представлено у попередніх підрозділах.

Таблиця 3.4

| | |
|-------------------|---|
| Множинна регресія | $\text{GDP} = 32,443 \cdot \text{RnD} + 0,001 \cdot \text{EGS} - 0,001 \cdot \text{IGS} + 4,363 \cdot \text{GFCE} - 8,028 \cdot \text{GEE}$ |
| Панельна регресія | $\text{HT}_{it} = 0.17842 - 1.0495 \text{GDP}_{it} + 128.306 \text{EPC}_{it} + 2.1236 \text{EI}_{it} + 0.0537 \text{RRD}_{it} + 0.0177 \text{PA}_{it} + 44.7221 \text{RD}_{it} + 3651.29$ |

За методом множинної лінійної регресії модель має очевидну інтерпретацію: зі значною ймовірністю, інвестиції у НДДКР мають значний вплив на загальний стан економіки. За кожний додатковий мільярд доларів витрачений на дослідження, країна потенційно має отримати 32,5 мільярди доларів, що вкладається в економічну теорію. На противагу, зі збільшенням витрат на освіту, економіка України зазнає значних втрат в ВВП. Це пояснюється неефективними методами витрати бюджетних коштів та відсутністю інноваційного прогресу у методах навчання спеціалістів.

За методом панельної регресії отримані результати мають контр інтуїтивну, але зрозумілу ідею. Модель показує, що розмір економіки країни, кількість електроенергії, яку вона використовує, кількість поданих патентів і скільки витрачається на НДДКР, – усе це пов'язано з тим, скільки країна експортує високотехнологічних товарів. Треба зауважити, що при збільшенні економіки – ВВП – очікується зниження експорту високих технологій, це пояснюється тим, що при наявності грошового ресурсу, споживачі віддають перевагу придбанню технологічних інновацій, а не продавати їх. Всі інші показники мають позитивний вплив на залежну змінну. При цьому, треба зазначити, що нема впевненості, що імпорту енергоносіїв та заохочення дослідників призведе до значного зростання експорту.

Консолідуючи висновки, отримані за допомогою обох моделей, можна зробити висновок, що стратегічні інвестиції в технологічні досягнення, особливо ті, що

пов'язані з енергетикою, мають значний потенціал для стимулювання економічного зростання та стимулювання експорту високих технологій. Моделі забезпечують надійні інструменти для прогнозування наслідків політичних та системних коливань, тому їх можна використовувати для розробки ефективних стратегій для стимулювання енергетичних інновацій.

Спираючись на попередні дослідження енергетичних інновацій у Європі, основною рекомендацією урядам, політикам і приватним компаніям є розглянути можливість стратегічного посилення технологічного потенціалу в енергетичному секторі. Це включає заохочення науково-дослідної діяльності, сприяння інноваційним енергетичним рішенням і заохочення співпраці між державними та приватними організаціями.

Крім того, вкрай важливо включити адаптивні процеси, які забезпечують гнучкість і оперативність в умовах технологічного прогресу. Це передбачає динамічне узгодження практики, політики та стратегій з технологічними тенденціями в енергетичному секторі.

Крім того, процеси адаптації передбачають інвестиції в розвиток людського капіталу. Це стосується оснащення робочої сили необхідними навичками та знаннями для навігації та використання технологічних досягнень в енергетичному секторі. Ініціативи з навчання та розвитку, спрямовані на конкретні технологічні навички, можуть зіграти вирішальну роль у цьому відношенні.

Отже, Україна має всі можливості для розвитку науково-технологічної сфери. Завдання полягає лише в тому, щоб правильно перейняти досвід країн Європи і задіяти політичні інструменти задля впровадження необхідних реформ у соціально-економічній сфері, щоб розвинути та використати наявний потенціал для покращення загального розвитку держави у сферах енергетичного та технологічного прогресу.

Висновки до розділу III

Процес прогнозування являє собою важливий етап аналізу будь-якої складової життєдіяльності країни, в першу чергу, економіки. Він допомагає охарактеризувати

поточний стан, проаналізувати попередні періоди та передбачити подальшу поведінку її в цілому або її окремих елементів. Енергетичні інновації являють собою невід’ємну частину побудови незалежної економіки. Для надання вичерпних рекомендацій соціально-політичним інституціям, було необхідно всебічно розглянути можливості для розвитку енергетичних інновацій: з боку соціально-економічних показників та прямого моделювання експорту високих технологій – показника надлишків технологічного розвитку країни.

Були побудовані моделі для кожної країни окремо за допомогою множинної регресії. Для цього були використані дані додаткових показників, а саме: ВВП на душу населення, рівень безробіття, індекс споживчих цін, імпорт та експорт, а також – рівень інфляції, що у свою чергу мають вплив на формування ВВП. Побудовані моделі для прогнозу були перевірені на адекватність та значущість коефіцієнтів, та було визначено, які моделі найбільш статистично значущі для кожної країни, представленої для аналізу.

Також на основі панельних даних за усіма представленими для аналізу країн були побудовані три типи моделей: об’єднана модель, моделі з фіксованими та випадковими ефектами. За допомогою методу Хаусмана було визначено, що найбільш оптимальною для побудови прогнозу є модель з фіксованими ефектами. На її основі, після перевірки адекватності та значущості коефіцієнтів, були побудовані моделі для кожної держави з індивідуальними фіксованими ефектами і було проаналізовано, для яких країн є доцільним використання даної моделі, а для яких – ні.

Методи, обрані для аналізу, показали оптимальні результати для прогнозування ВВП та експорту високих технологій. Кожна з моделей показала значущий результат у дослідження відповідної теми та зарекомендували себе, як оптимальний і точний метод прогнозування структурних коливань.

ВИСНОВКИ

Технологічний розвиток країн світу наразі є одним з найважливіших питань не тільки розвинених країн, а й периферійних економічних систем. На 2023 рік, ми не маємо жодної галузі, де не використовуються технології нового покоління, такі як комп'ютери, штучний інтелект чи роботи, які безпосередньо впливають на фінансову стабільність, рівень якості життя населення, соціально-економічну складову, загальний розвиток країни та її значення та світовій арені.

Існує велика кількість підходів до визначення рівня технологічного розвитку. Відомі вчені минулого зосереджували увагу на визначенні розвитку технологій через виробничі функції чи невідривно пов'язували з людськими можливостями й капіталом. З відкриттям Н. Калдора функції технологічного прогресу та Р. Солоу «Залишку Солоу», як складової технологічного прогресу, змінилося й представлення про технологічні зміни.

У свою чергу, питання економічного розвитку завжди було і буде актуальним за сучасної економічної політики суспільства. Усі суспільні відносини нерозривно пов'язані з інформацією, яка проникає в будь-яку сферу суспільного життя. Як наслідок – постійно зростають темпи розвитку інформаційних технологій, технологічної грамотності суспільства, створення нових методів оптимізації праці, роботизація чи комп'ютеризація. Під впливом нових технологій, як ІКТ так і виробничих, здійснюється перехід від екстенсивного зростання виробництва до інтенсивного, відбуваються корінні зміни в розподілі праці, технології управління.

Протягом останніх десяти років питання технологічного прогресу у сфері енергетики ставало все більш актуальним. Розвиток енергетичних інновацій зумовлений зростанням енергетичної залежності, викидами шкідливих речовин в атмосферу та, як наслідок, соціальної відповідальності та політичної ініціативності. Одна із великих цілей сталого розвитку – перехід на відновлювальні джерела енергії, що є складовою руху до використання чистої енергії до 2050 року.

Повномасштабне вторгнення Росії на територію України створило передумови до перерозподілу глобального ринку енергоносіїв. Не дивлячись на енергетичний

терор з боку країни-агресора, Європейський Союз безпрецедентну кількість санкцій. Незважаючи на широке загострення страхів щодо потенційної енергетичної кризи це призвело лише до тимчасового дефіциту на ринку енергоносіїв, проте згодом глобальний ринок знайшов ресурси для вирівнювання ефекту ембарго на російські енергоресурси.

Практична частина роботи виконувалася за допомогою ПЗ Microsoft Office Excel, Gretl, QlikSense, Tableau, Eviews та мови програмування R. У дослідженні були використані значення витрат на НДДКР за 9 країнами Європи та Україною за 2000-2021 роки. Під час дослідження, використовувалися моделі економетричного та регресійного підходів. Потрібно зазначити, що регресійний аналіз стосувався не тільки визначення ВВП, а й експорту високих технологій, як важливого фактору економічного, та, як наслідок, соціального прогресу суспільства. При опрацюванні аналізу, були розглянуті певні особливості на основі множинної та панельної регресії.

Для побудови моделей множинної додатково використовувалися дані ВВП на душу населення, рівня безробіття, індексу споживчих цін, імпорту та експорту, рівню інфляції для кожної країни. Побудовані моделі були перевірені на адекватність за допомогою F-статистики, значущість коефіцієнтів із використанням t-тесту Стюдента, функціональна модель RESET-тесту Рамсея, також були перевірені автокореляція та наявність гетероскедастичності. Також слід зазначити, що для прогнозування за панельними даними всіх країн використовувалась модель з фіксованими ефектами, і для кожної держави індивідуальні ефекти є різними. За результатами проаналізованих методів найбільш оптимальним для України виявилось використання моделі множинної регресії, прогнозовані значення за якою є найбільш точними до офіційно представлених даних на відкритих ресурсах.

Також було проведене аналогічне дослідження експорту високих технологій. Мета полягала в перевірці гіпотези, що технологічні фактори в енергетичній сфері впливають на пришвидшення технологічного розвитку. В свою чергу, технології стрімкими темпами розвивають економіку за рахунок інноваційної та унікальної продукції.

За результати дослідження було з'ясовано, що найбільш технологічно розвинутими країнами є Німеччина, Швеція та Франція. Проте, потенціал для росту прослідковується у деяких країн Європи – Польщі та Австрії. Окремо була розглянута динаміку показників України, які мають нестійкий характер.

Підсумком роботи є розробка стратегій підвищення рівня технологічного розвитку в Україні, що повинні визначатися не лише на основі прогнозу за визначеною моделлю, а також за допомогою впровадження комплексу реформ. Як було виведено з дослідження, є пряма та стійка кореляція між розвитком енергетичних технологій та ростом експорту високих технологій. Побудова стратегічно вірних торгівельних відносин може бути плацдармом для побудови стійкої, незалежної економіки. В свою чергу, економічний прогрес безумовно веде до соціального розвитку та абсолютної енергетичної незалежності.

Отже, технологічний розвиток є однією з найважливіших складових сучасної економіки, її зростання та розвитку. Слід зазначити, що особливо важливу роль він грає у процесі формування соціально-економічного становища. Технології наразі присутні у кожному аспекті людського життя та мають вплив не тільки на економічні фактори виробництва, а й на соціальні аспекти, формуючи нові зв'язки суспільства. Аналіз динаміки розвитку технологій у сфері енергетики дає змогу визначити ефективність державної політики та розвитку країни в цілому. Тому для його прогнозування необхідно обирати модель із урахуванням допоміжних макроекономічних показників та із урахуванням найбільшої гладкості та подібності до первинних даних.

ДЖЕРЕЛА

1. Науковий вісник Ужгородського національного університету: економічний щомісячний журнал, 2016, № 1—12.
2. Ekanayake E. M. Information technology and economic growth: A causal analysis. 77-88; електронний доступ: https://www.researchgate.net/publication/242079502_Information_technology_and_economic_growth_A_causal_analysis
3. Çalışkan, H. K. 2015. Technological Change and Economic Growth. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 195, 649-654; електронний доступ: <https://core.ac.uk/download/pdf/82378655.pdf>
4. Кіндрат О.В. Сучасні інформаційні технології – найперспективніша інвестиція у розвиток підприємства // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. 2016. Т. 18 № 2 (69). С. 72-74.
5. Dedrick, J., Kraemer, K.L., Shih, E. «Information technology and productivity in developed and developing countries», 2013, *Journal of Management Information Systems*, 30(1), 97–118.
6. Adeleye, N., Eboagu, C. «Evaluation of ICT development and economic growth in Africa,» 2019, *Netnomics* 20, 31-53, електронний доступ: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11066-019-09131-6>
7. Erumban, A. A., & Das, D. K.» Information and communication technology and economic growth in India». *Telecommunications Policy*, 2015, електронний доступ: <http://dx.doi.org/10.1016/j.telpol.2015.08.006>
8. ПРЕЗИДЕНТ УКРАЇНИ – Офіційне інтернет-представництво «Глава держави підписав закон щодо спеціальних умов оподаткування резидентів «Дія Сіті», електронний доступ: <https://president.gov.ua/news/glava-derzhavi-pidpisav-zakon-shodo-specialnih-umov-opodatku-72153>
9. Закон «Про Національну програму інформатизації»: Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2019, № 46, ст.295. електронний доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/98-вр#Text>

10. Кузьменко О. В., Касаєва Ю. В. Дослідження ролі інформаційних технологій у забезпеченні інвестиційної діяльності та соціально-економічного розвитку країни. Інвестиції: практика та досвід. 2019. № 16. С. 5–15. URL: DOI: 10.32702/2306-6814.2019.16.5
12. Dou.ua, «80% IT-спеціалістів проти. Результати опитування щодо Дія City», електронний доступ: <https://dou.ua/lenta/articles/what-devs-think-about-diia-city/>
13. Звіт «The network readiness index». Електронний доступ: <https://networkreadinessindex.org/wp-content/uploads/reports/ukraine.pdf>
14. Т.В. Писаренко, Т.К. Куранда, Т.К.Кваша та ін. «Стан науково-інноваційної діяльності в Україні у 2020 році», 2021, УкрІНТЕІ, 2021. – 39 с., електронний доступ: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/nauka/2021/06/23/AZ.nauka.innovatsiyi.2020-29.06.2021.pdf>
15. Ступницький О. І. Науково-технічний прогрес // Українська дипломатична енциклопедія: У 2-х т./Редкол.:Л. В. Губерський (голова) та ін. — К.:Знання України, 2004 — Т.2 — 812с.
16. Knight, P., T., Part I: The Definition of Technical Progress. The American Economist, 1964, 8(1), 4–15.
17. Pol, J. V. D. & Rameshkoumar, J. P. The coevolution of knowledge and collaboration networks: The role of the technology life-cycle, 2018, Scientometrics, 114(1), 307-323.
18. M. J. Farrell, «The Measurement of Productive Efficiency», 1957, Journal of the Royal Statistical Societ, Series A (General), Vol. 120, No. 3
19. A.Charnes, W.W.Cooper, E.Rhodes, «Measuring the efficiency of decision making units», 1978, European Journal of Operational Research, Volume 2, Issue 6, November 1978, Pages 429-444
20. Inman O. L., «Technology Forecasting Using Data Envelopment Analysis», 2004, Dissertations and Theses. Paper 2682, електронний доступ: https://pdxscholar.library.pdx.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3687&context=open_access_etds
21. Olesen, O. B., Petersen, N. C. «Stochastic Data Envelopment Analysis—A review», (2016), European Journal of Operational Research, 251(1), 2–21

22. Erena O.T., Kalko M.M., Debele S.A., « Technical efficiency, technological progress and productivity growth of large and medium manufacturing industries in Ethiopia: A data envelopment analysis», 2021, *Cogent Economics & Finance*, 9:1, електронний доступ: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23322039.2021.1997160?scroll=top&needAccess=true>
23. Schlicht, E. Directed technical change and capital deepening: a reconsideration of Kaldor's technical progress function. 2016. *Metroeconomica* 67 (1): 119-151. Електронний доступ: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/121764/1/827664060.pdf>
24. McCombie J.S.L. "The Solow Residual, Technical Change and Aggregate Production Functions", *Journal of Post Keynesian Economics*, 2000, vol.23, pp. 267-297
25. Saïdi, A . «How saline is the Solow Residual? Debating Real Business Cycles in the 1980s and 1990s». 2019, *History of Political Economy*, special issue.
26. Kaldor. N. "A Model of Economic Growth", 1957, *The Economic Journal*. 67 (268): 591–624.
27. Kaldor. N., Mirrlees J. A. " A New Model of Economic Growth ", 1962, *Review of Economic Studies*.
28. McCombie J.S.L., Spreaficio M.R.M. «Kaldor's "technical progress function" and the Verdoorn Law revisited», 2015, working paper, Cambridge Centre for Economic and Public Policy, WP02-15
29. Lipsey R., and Carlaw K. «Total factor productivity and the measurement of technological change», 2004, *Canadian Journal of Economics*, 37(4): 1118–1150.
30. Кузьминчук Н. В., Куценко Т. М. «Підходи до діагностики соціально-економічного потенціалу регіону як основи ефективної стратегії управління», 2016, *Маркетинг і менеджмент інновацій*. - № 4. – С. 269-284, електронний доступ: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mimi_2016_4_25
31. Petryle V. Does the Global Competitiveness Index Demonstrate the Resilience of Countries to Economic Crisis?, *Ekonomika*, 2016, 95, 28–36, електронний доступ: <https://content.sciendo.com/view/journals/ekon/95/3/article-p28.xml>
32. Рейтинг стран мира по индексу глобальной конкурентоспособности, електронний доступ: <https://gtmarket.ru/ratings/global-competitiveness-index>

33. Roy S. Impact of Competitiveness Drivers on Global Competitiveness Index. *Rac. Bus. Rev. Int.* 2018, 11, 17–29, електронний доступ: http://www.pbr.co.in/2018/2018_month/Aug/2.pdf
34. Dima A.M., Begu, L., Vasilescu, M.D., Maassen, M.A. The Relationship between the Knowledge Economy and Global Competitiveness in the European Union. *Sustainability* 2018, 10, 1706, електронний доступ: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/6/1706/html>
35. European Commission, “Europe 2020: Promising strategy”, 2010, електронний доступ: <https://cutt.ly/dOloZ2u>
36. Wrapping up the Europe 2020 strategy: A multidimensional indicator analysis” *Environ. Sustain. Indic.* 2020, 8, 100075, електронний доступ: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665972720300593#!>
37. Badîrcea, R.M., Manta, A.G., Doran, N.M., Manta, F.L., “Linking the government expenditures to the achievement of the Europe 2020 strategy indicators. Evidence from Central and Eastern European Countries”, 2022, *Technol. Econ. Dev. Econ.*, 28, 694–715., електронний доступ: <https://www.mdpi.com/2079-9292/11/20/3321/pdf>
38. UN SDSN Report 2021, електронний доступ: <https://www.sdgindex.org/reports/sustainable-development-report-2021/>
39. European Commission, “Towards a sustainable Europe by 2030”, електронний доступ: https://ec.europa.eu/info/publications/towards-sustainable-europe-2030_en
40. Соціально-економічні стан України: наслідки для народу та держави: національна доповідь / за заг. Ред. В. М. Гейця[та ін.]. – К. : НВЦ НБУВ, 2009. – 687 с.
41. Україна-2014: Соціально-економічна криза та пошук шляхів реформування. – електронний доступ: http://www.razumkov.org.ua/upload/ukraine-vid_kryzy_doKryzy.pdf
42. Реформи в Україні 2016-2019: Незворотність змін, 2019, електронний доступ: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/reform%20office/ukraine-reform-conference-2019-09-ukr.pdf>
43. Ярова Л. Г. Аналіз рівня безробіття в Україні та напрямки його подолання. *Глобальні та національні проблеми економіки.* 2015. Вип. 4. С. 752-755, електронний

доступ: <http://global-national.in.ua/issue-4-2015/12-vipusk-4-berezen-2015-r/668-yarova-l-g-analiz-rivnya-bezrobittya-v-ukrajini-ta-napryamki-jogo-podolannya>

44. Human Development Reports, электронный доступ: <http://hdr.undp.org/en/data>

45. Fusion Media Limited. - Investing.com, электронный доступ: <https://www.investing.com/>

46. Russia Fossil Tracker – CREA, электронный доступ: <https://www.russiafossiltracker.com/>

47. The Hindu - <https://www.thehindu.com/news/national/indias-russian-oil-imports-now-double-of-iraq/article66716383.ece>

48. S&P Global - <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/oil/032023-chinas-crude-imports-from-russia-hits-record-as-xi-putin-eye-stronger-energy-ties>

49. Korosteleva, J., «The Implications of Russia's Invasion of Ukraine for the EU Energy Market and Businesses», 2022,. Br. J. Manag., 33: 1678-1682, электронный доступ: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1467-8551.12654>

50. Ritchie H., R. M and Rosado P. - "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions", 2020, OurWorldInData.org, электронный доступ: <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>

51. Статистична служба Европейского Союзу, электронный доступ: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/home>

52. Chebotareva G., Tvaronaviciene M., Gorina, L., & Strielkowski W., & Shiryaeva, J., Petrenko, Y., “Revealing Renewable Energy Perspectives via the Analysis of the Wholesale Electricity Market”, (2022), Energies. 15. 838, электронный доступ: https://www.researchgate.net/publication/358078679_Revealing_Renewable_Energy_Perspectives_via_the_Analysis_of_the_Wholesale_Electricity_Market

53. Eurostat Energy, “Causes of climate change”, электронный доступ: https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_en

54. Asantewaa Owusu P. & Asumadu-Sarkodie S. «A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation», 2016, Cogent

- Engineering, 3:1, электронный доступ:
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311916.2016.1167990>
55. Caprile A, and Delivorias A., "EU sanctions on Russia: Overview, impact, challenges.", 2023, European Parliament Think Tank, briefing, электронный доступ:
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/739366/EPRS_BRI\(2023\)739366_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/739366/EPRS_BRI(2023)739366_EN.pdf)
56. UNDP, «What are the Sustainable Development Goals?», электронный доступ:
<https://www.undp.org/sustainable-development-goals>
57. The World Bank, электронный доступ: <https://data.worldbank.org/indicator>
58. Черняк О. І., Ставицький А. В. Динамічна економетрика, 2000, с. 955-959
59. Тиндова М. Г., Кузнецова О. С. Эконометрика, электронный доступ:
<http://www.seun.ru/content/learning/4/science/1/doc/Ekonometrika.pdf>
60. Williams R. Panel Data for Linear Models: Very Brief Overview, 2018, электронный доступ: <https://www3.nd.edu/~rwilliam/stats3/Panel00-Linear%20Models.pdf>
61. Torres-Reyna O. Panel Data Analysis Fixed and Random Effects using Stata, 2007, электронный доступ: <https://www.princeton.edu/~otorres/Panel101.pdf>
62. Fixed Effects Regression, 2019, электронный доступ:
<https://www.encyclopedia.com/social-sciences/applied-and-social-sciences-magazines/fixed-effects-regression>
63. Erkişi, K. and Boğa, S. «High-technology products export and economic growth: A panel data analysis for EU-15 countries», 2019, Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9(18), pp. 669-683
64. Smalheiser N. R. Correlation and Other Concepts You Should Know, Data Literacy, 2017, электронный доступ:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128113066000130>
65. Kharlamova, Ganna & Nate, Silviu & Stavvtskyy, Andriy. «ESTIMATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES APPLICATION IN THE SYNERGY WITH EUROPEAN UNION POLICY», 2018, Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv Economics. 3. 54-65, электронный доступ:
https://www.researchgate.net/publication/327532764_ESTIMATION_OF_RENEWABLE

_ENERGY_SOURCES_APPLICATION_IN_THE_SYNERGY_WITH_EUROPEAN_UNION_POLICY

66. Stavytskyy, A., Kharlamova, G., Giedraitis, V., & Šumskis, V. «Estimating the interrelation between energy security and macroeconomic factors in European countries», *Journal of International Studies*, 11(3), 217-238, электронный доступ: https://www.jois.eu/files/18_577_Stavytskyy%20et%20al.pdf

ДОДАТКИ

Додаток А



Рис. А1. Network Readiness Index, порівняння за групою доходів та регіоном (графічне відображення).

Джерело: The Network Readiness Index 2021, [13].

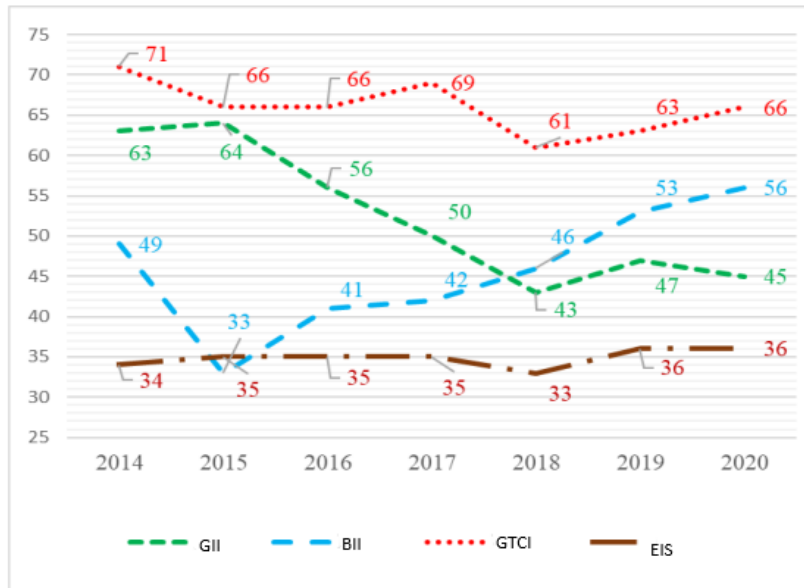


Рис. А2. Індекси інноваційної спроможності України – рейтинг (графічне відображення).

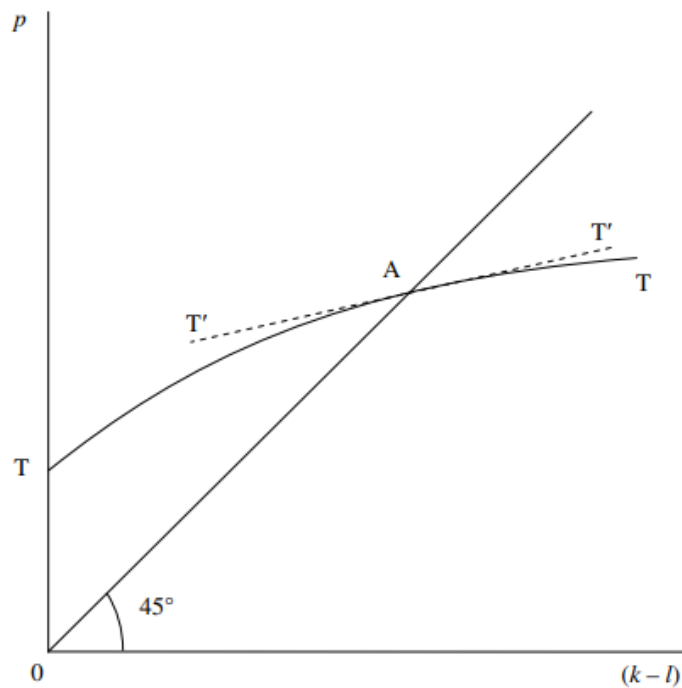


Рис. А3: Technical Progress Function. Перша версія (графічне відображення)

Джерело: [29]

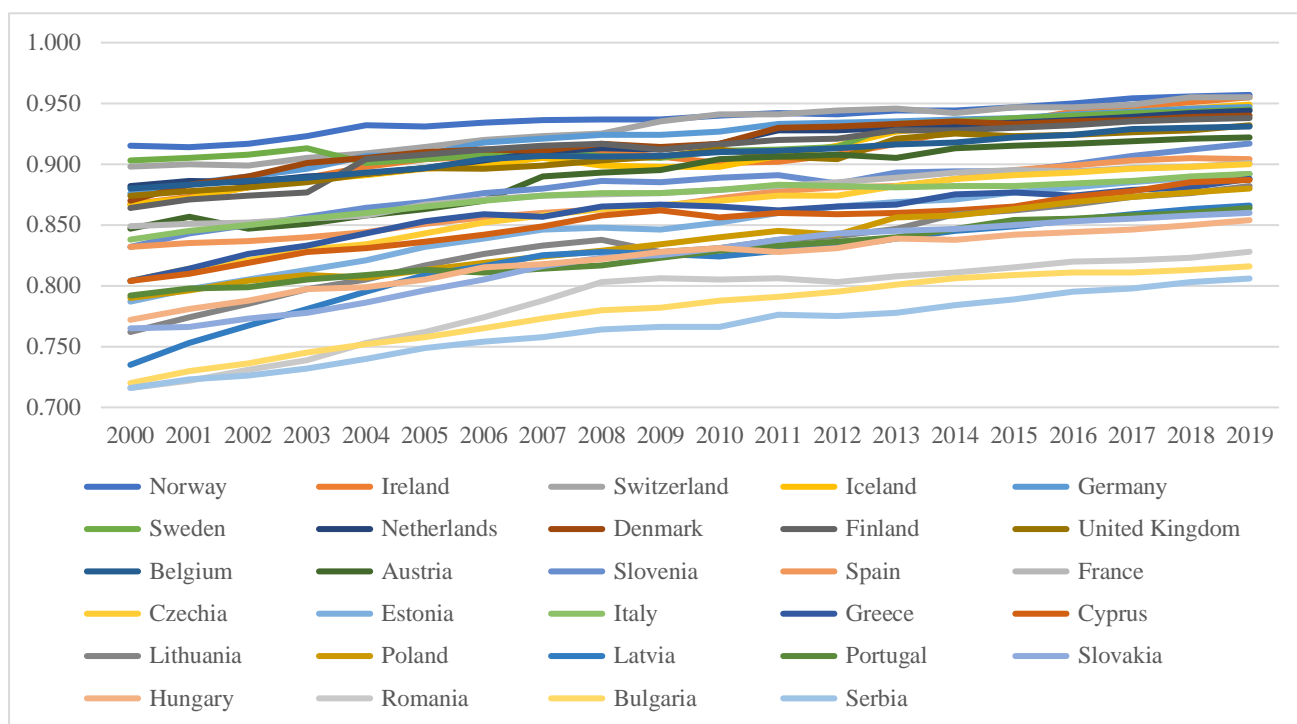


Рис. А4. Показник ІЛР 29 країн Європи

Джерело: складено автором на основі [35]

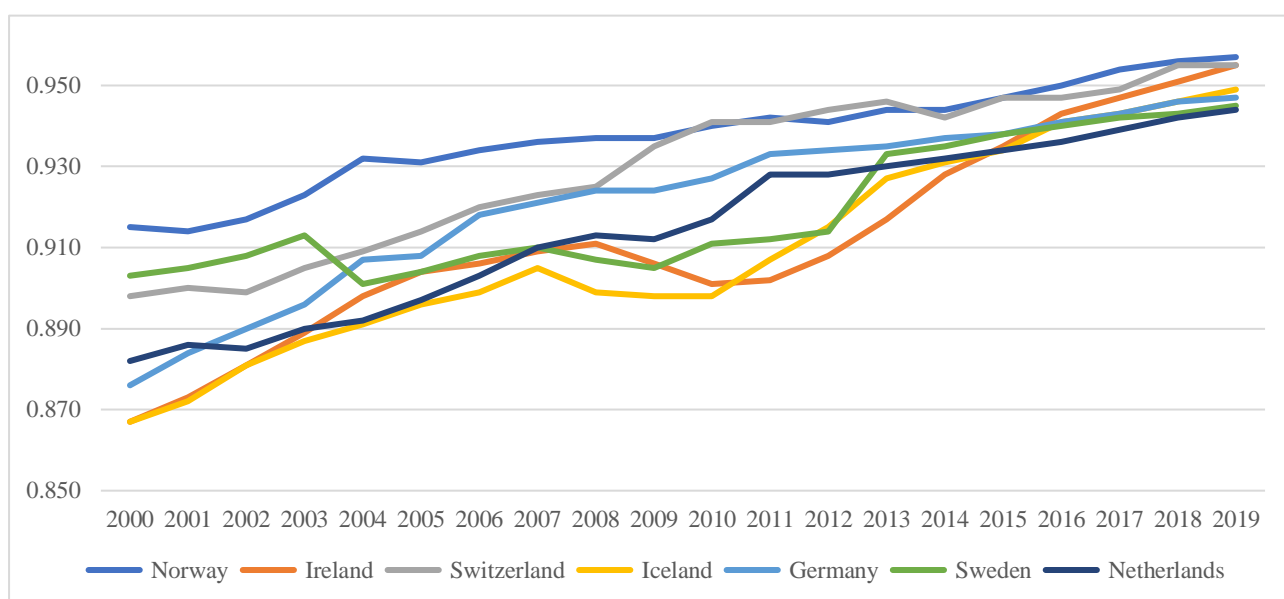


Рис. А5. Показник ІЛР для 7 країн Європи

Джерело: складено автором на основі [35]

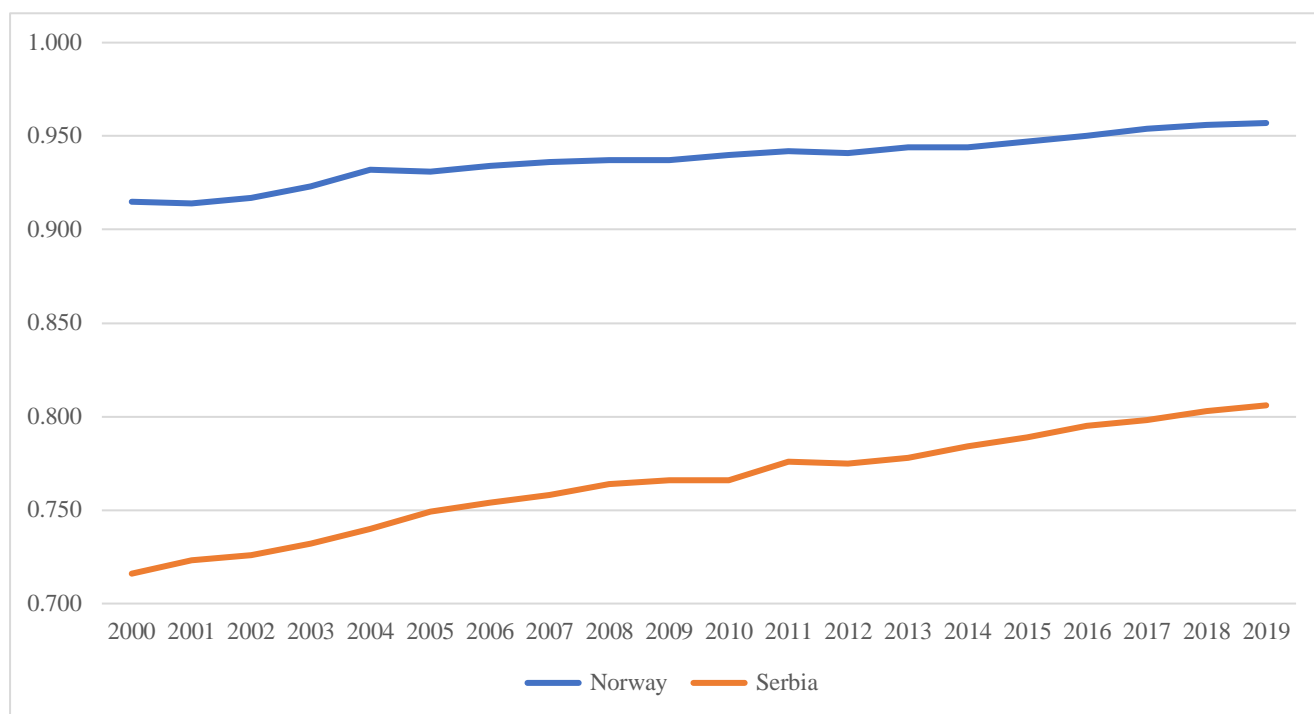


Рис. А6. Порівняння Норвегії та Сербії (показник ІЛР)

НДІ України

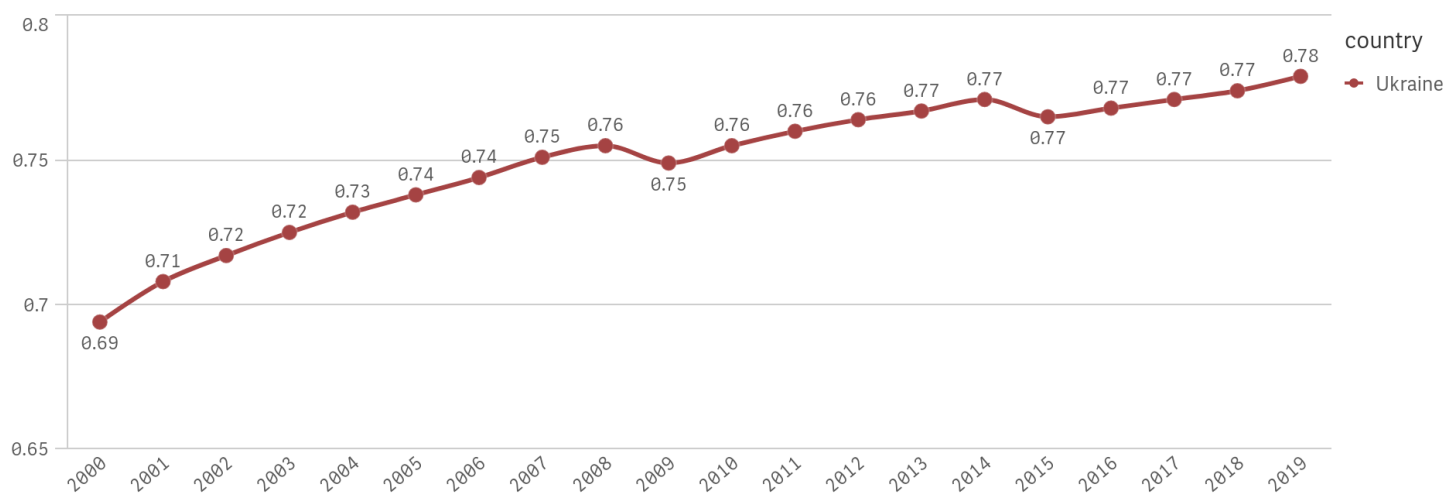


Рис. А6. Динаміка НДІ України 2000-2019 рр.

Джерело: власні розрахунки

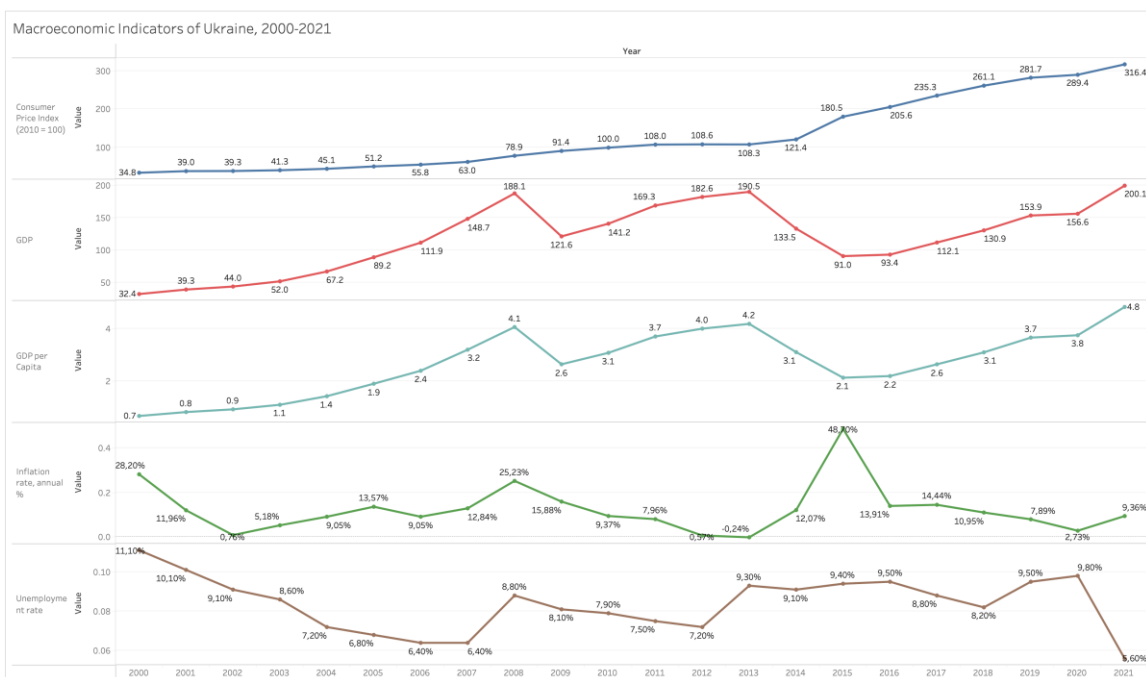


Рис. А7. Динаміка макроекономічних показників України 2000-2021 рр.

Джерело: власні розрахунки

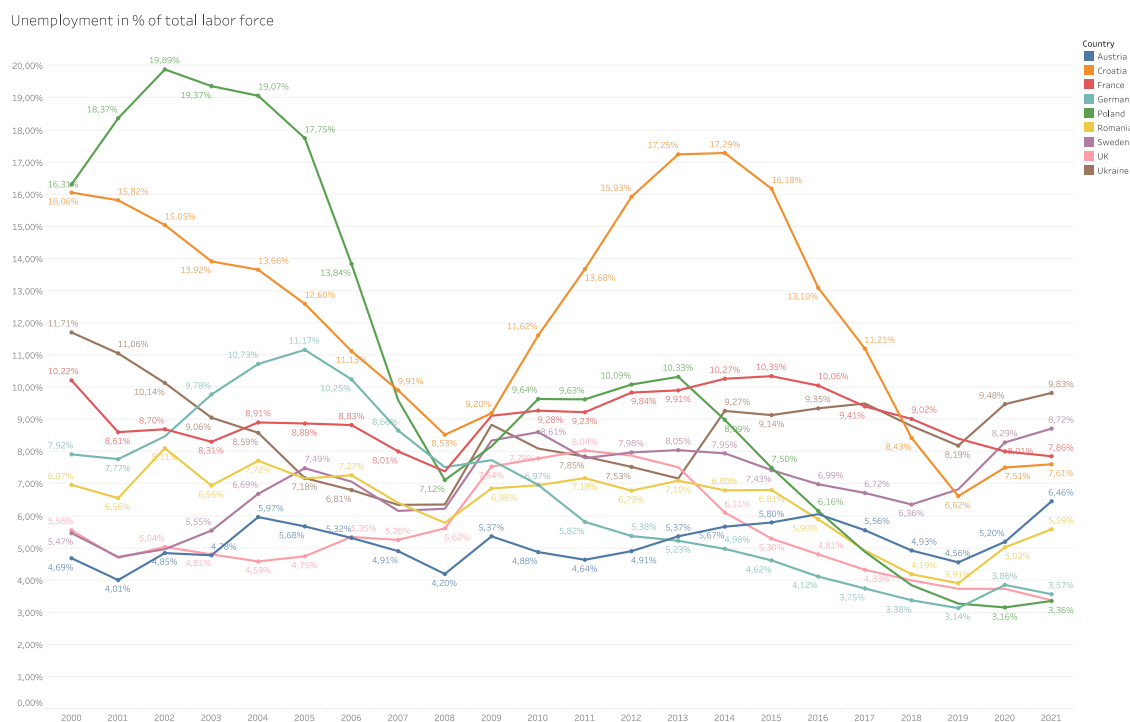


Рис. А8. Динаміка рівня безробіття 2000-2021 рр.

Джерело: власні розрахунки

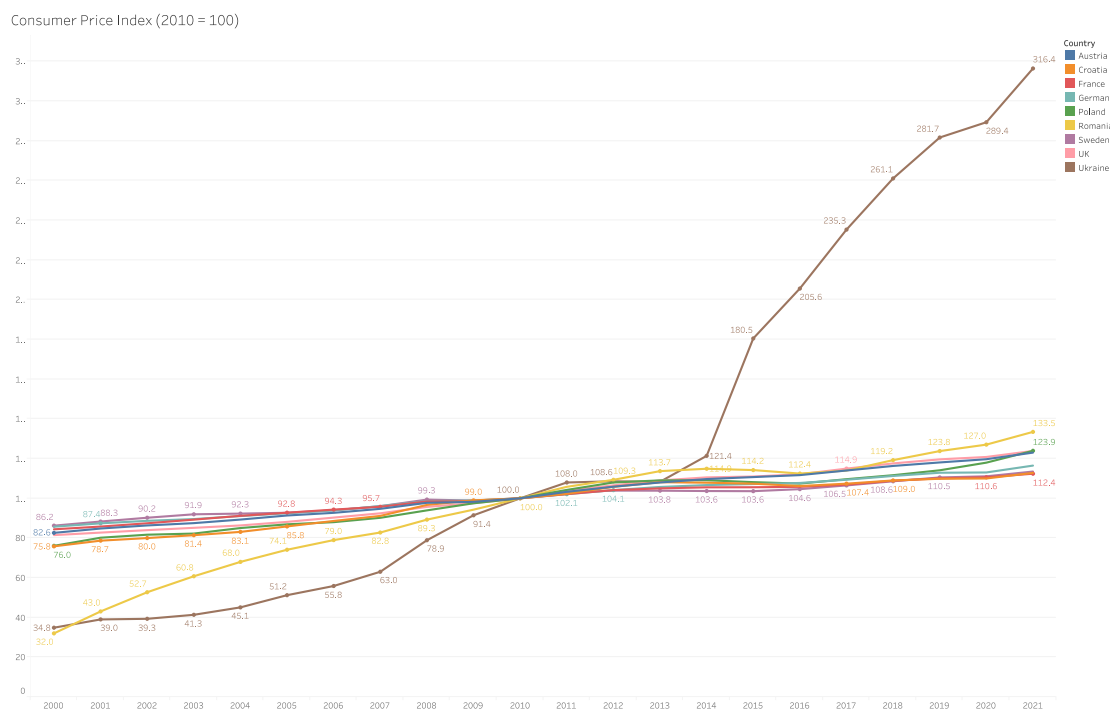


Рис. А9. Динаміка показнику рівня цін 2000-2021 рр.

Джерело: власні розрахунки

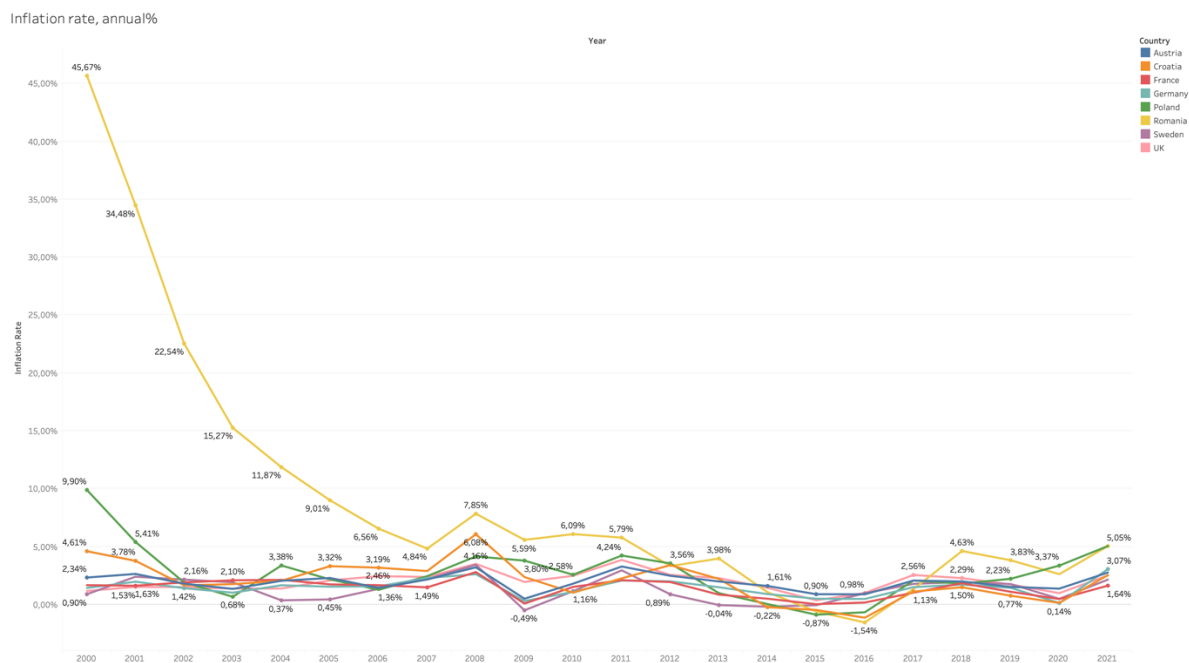


Рис. А10. Динаміка рівня інфляції 2000-2021 рр.

Джерело: власні розрахунки

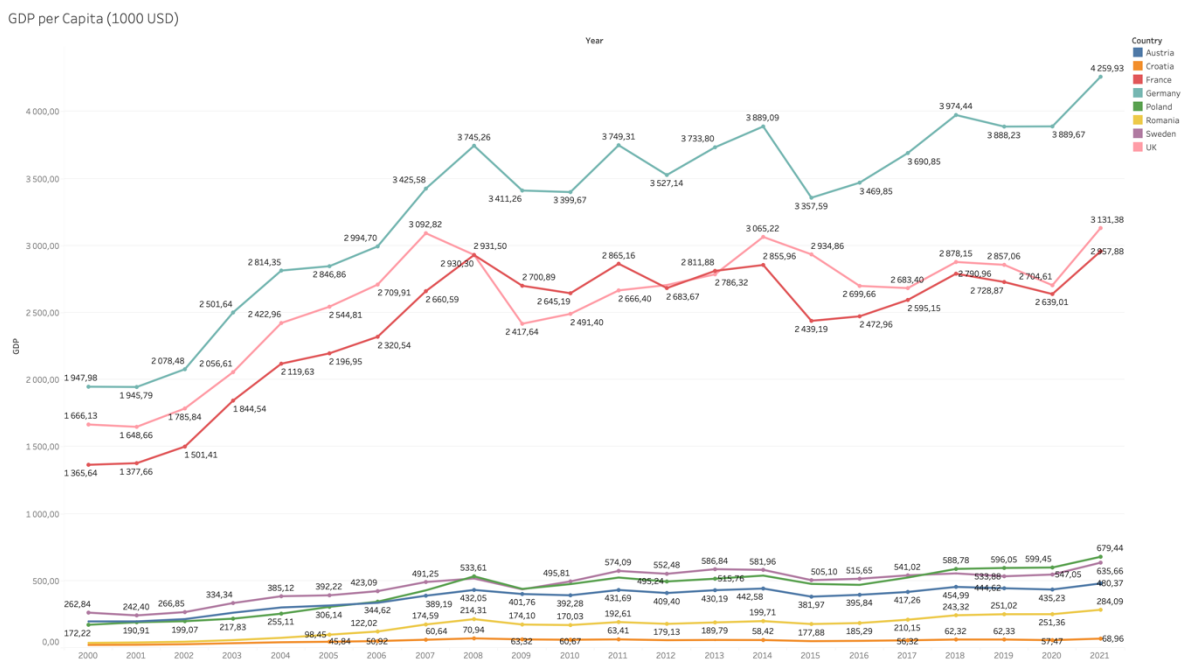


Рис. А11. Динаміка ВВП на душу населення, у тисячах дол. США. 2000-2021 рр.

Джерело: власні розрахунки

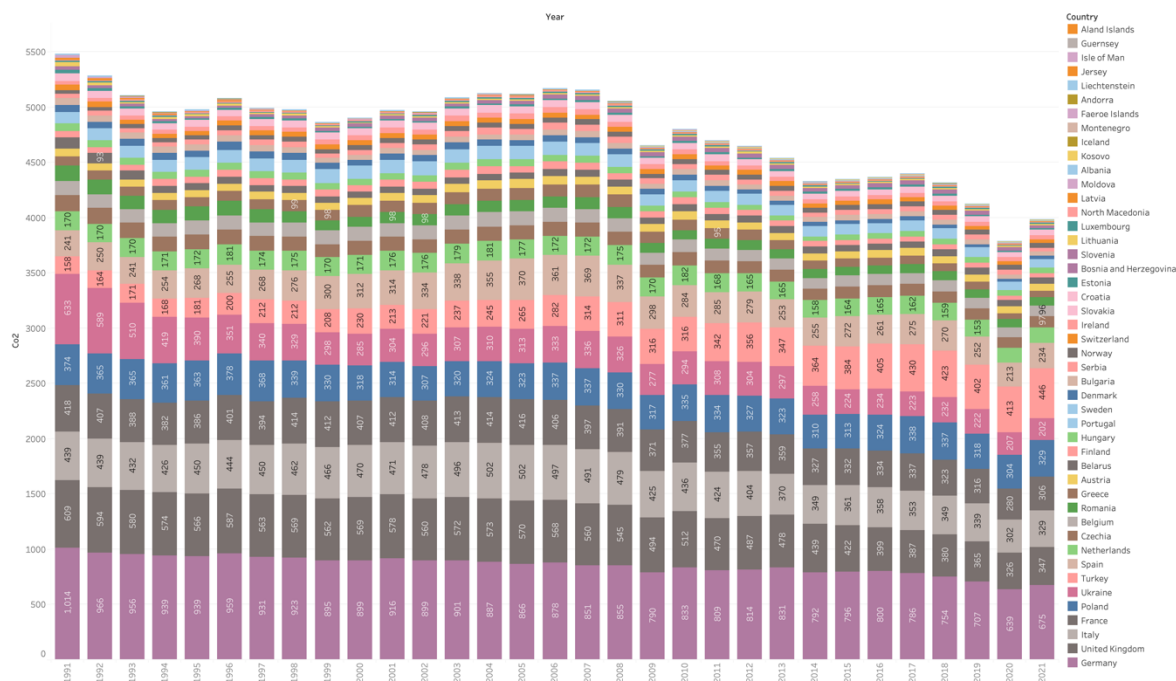


Рис. А16. Динаміка викидів вуглецевого газу, у мільйонах тон. 1990-2021 рр.

Джерело: власні розрахунки на основі [50]

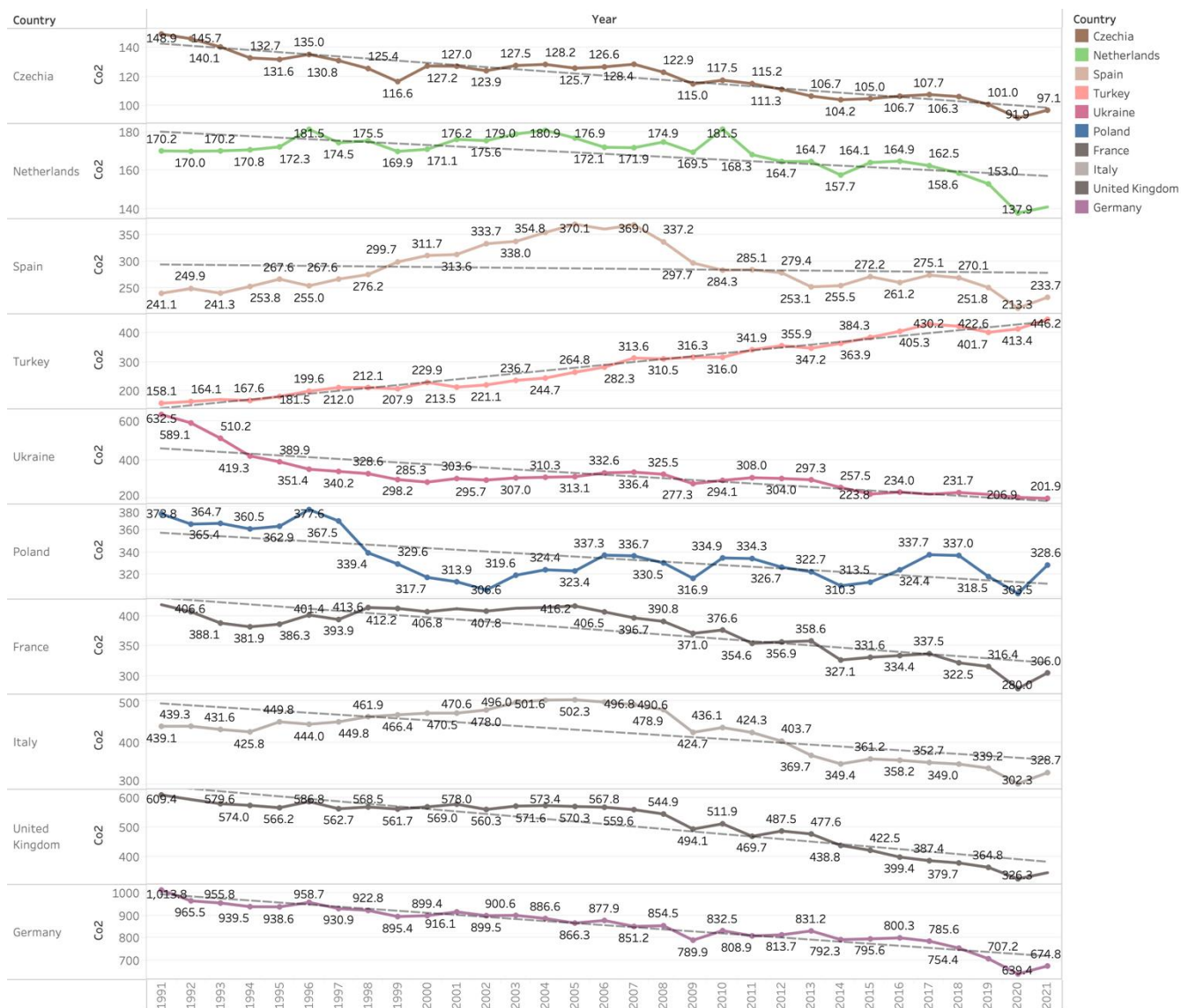


Рис. А17. Динаміка 10 найбільших країн європейського регіону за викидами вуглецевого газу, у мільйонах тон. 1990-2021 рр.

Джерело: власні розрахунки на основі [50]

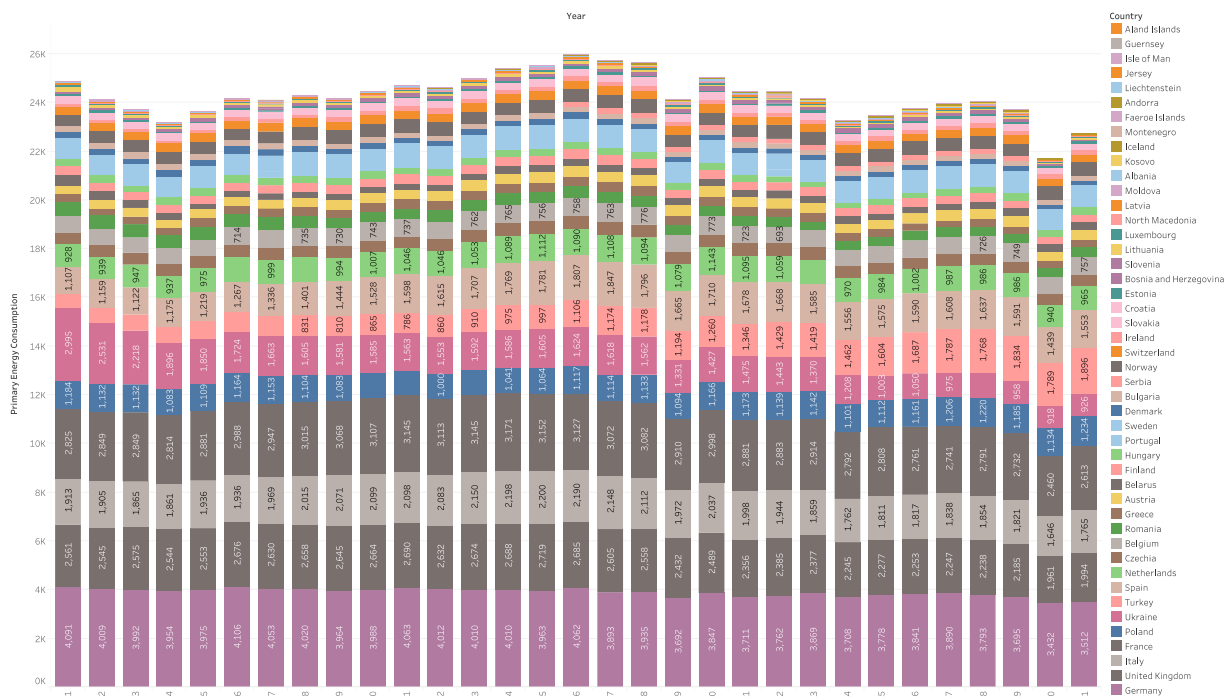


Рис. А18. Динаміка використання первинної електроенергії, у нафтовому еквіваленті. 1990-2021 рр.

Джерело: власні розрахунки на основі [50]

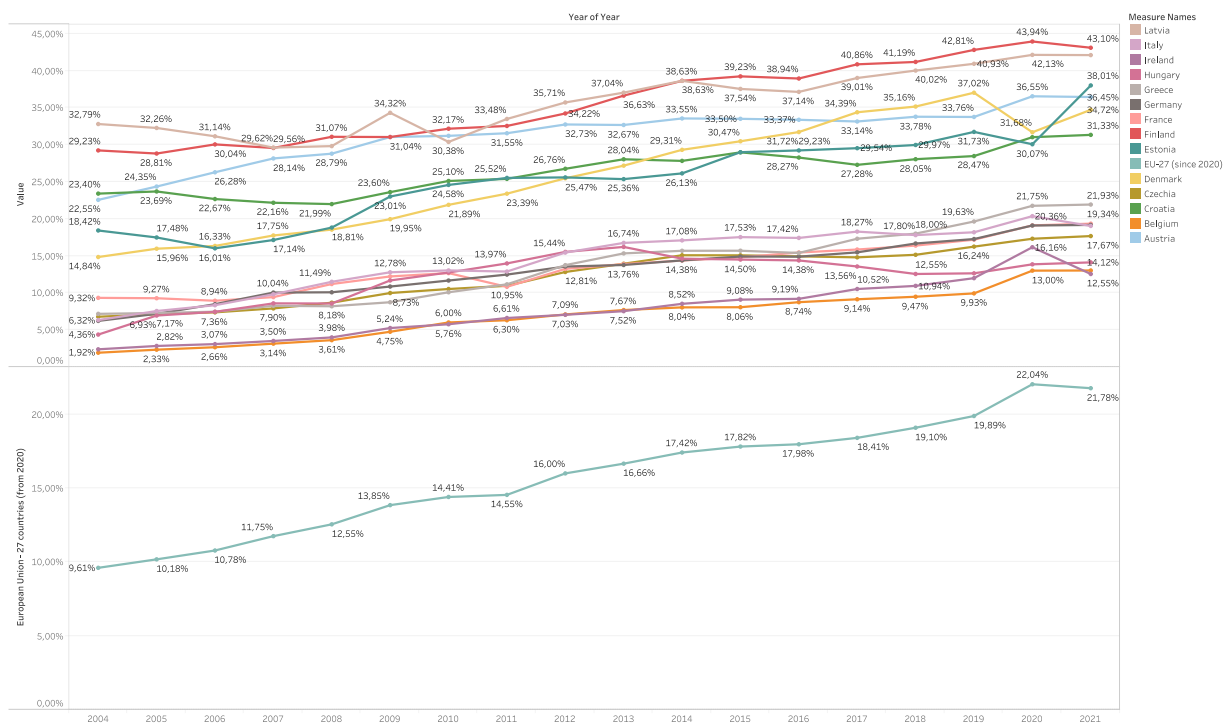


Рис. А19. Динаміка зростання частки відновлювальної енергії, у відсотковому відображенні. 2004-2021 рр.

Джерело: власні розрахунки на основі [51]

Додаток Б

Табл. Б1

| Австрія | | | Хорватія | | |
|-----------------|----------|------------|-----------------|----------|------------|
| Показник | P-value | Значущість | Показник | P-value | Значущість |
| В. на НДДКР | 1,53E-01 | - | В. на НДДКР | 5,46E-05 | *** |
| Р. інфляції | - | - | Р. інфляції | - | - |
| ПП | - | - | ПП | - | - |
| Експорт | 2,72E-07 | *** | Експорт | - | - |
| Імпорт | 7,12E-05 | *** | Імпорт | 2,22E-04 | *** |
| ІКТ | - | - | ІКТ | - | - |
| В. на освіту | - | - | В. на освіту | 1,45E-02 | ** |
| Р. безробіття | - | - | Р. безробіття | - | - |
| Кінцеві витрати | 5,22E-09 | *** | Кінцеві витрати | 1,88E-08 | *** |
| Німеччина | | | Франція | | |
| Показник | P-value | Значущість | Показник | P-value | Значущість |
| В. на НДДКР | 1,03E-03 | *** | В. на НДДКР | - | - |
| Р. інфляції | - | - | Р. інфляції | 1,52E-01 | - |
| ПП | - | - | ПП | - | - |
| Експорт | 1,91E-07 | *** | Експорт | 4,50E-03 | *** |
| Імпорт | - | - | Імпорт | 5,68E-02 | * |
| ІКТ | - | - | ІКТ | - | - |
| В. на освіту | - | - | В. на освіту | 1,48E-02 | ** |
| Р. безробіття | 6,19E-02 | * | Р. безробіття | 5,13E-02 | * |
| Кінцеві витрати | 8,08E-05 | *** | Кінцеві витрати | 1,08E-08 | *** |

Продовження табл. Б1

| Польща | | | Румунія | | |
|-----------------|----------|------------|-----------------|----------|------------|
| Показник | P-value | Значущість | Показник | P-value | Значущість |
| В. на НДДКР | 2,19E-01 | - | В. на НДДКР | 2,70E-02 | ** |
| Р. інфляції | - | - | Р. інфляції | 4,00E-03 | *** |
| ПП | 2,44E-02 | ** | ПП | - | - |
| Експорт | 6,42E-03 | *** | Експорт | - | - |
| Імпорт | 8,61E-05 | *** | Імпорт | 1,00E-03 | *** |
| ІКТ | - | - | ІКТ | 3,00E-03 | *** |
| В. на освіту | - | - | В. на освіту | - | - |
| Р. безробіття | 7,21E-05 | *** | Р. безробіття | - | - |
| Кінцеві витрати | 4,21E-09 | *** | Кінцеві витрати | 7,00E-03 | *** |
| Швеція | | | Велика Британія | | |
| Показник | P-value | Значущість | Показник | P-value | Значущість |
| В. на НДДКР | - | - | В. на НДДКР | 1,47E-02 | ** |
| Р. інфляції | 5,48E-02 | * | Р. інфляції | - | - |
| ПП | - | - | ПП | - | - |
| Експорт | 1,09E-03 | *** | Експорт | 2,28E-03 | *** |
| Імпорт | 2,21E-02 | ** | Імпорт | 8,64E-04 | *** |
| ІКТ | 1,51E-02 | ** | ІКТ | - | - |
| В. на освіту | - | - | В. на освіту | 1,16E-01 | - |
| Р. безробіття | 3,07E-02 | ** | Р. безробіття | 4,23E-03 | *** |
| Кінцеві витрати | 4,95E-11 | *** | Кінцеві витрати | 8,17E-04 | *** |

Продовження табл. Б1

| Україна | | |
|-----------------|----------|------------|
| Показник | P-value | Значущість |
| В. на НДДКР | 2,55E-04 | *** |
| Р. інфляції | - | - |
| ПП | - | - |
| Експорт | 1,28E-02 | ** |
| Імпорт | 2,65E-02 | ** |
| ІКТ | - | - |
| В. на освіту | 2,07E-03 | *** |
| Р. безробіття | - | - |
| Кінцеві витрати | 2,45E-08 | *** |

Джерело: складено автором на основі власних розрахунків.

Таблиця Б2

| RESET-тест | | | |
|----------------|------------|----------|---------------------------|
| Країна | Статистика | p-value | Адекватність специфікації |
| Австрія | 1.7047 | 0.2492 | + |
| Хорватія | 8.0791 | 0.006608 | - |
| Франція | 1.8798 | 0.1327 | + |
| Німеччина | 2.425 | 0.1895 | + |
| Польща | 0.85707 | 0.4442 | + |
| Румунія | 0.49687 | 0.6175 | + |
| Швеція | 0.20033 | 0.8206 | + |
| Великобританія | 1.5471 | 0.2668 | + |
| Україна | 1.2966 | 0.3483 | + |

Джерело: складено автором на основі власних розрахунків.

Таблиця Б3

| Тест Бройша-Пагана |
|--------------------|
|--------------------|

| Країна | Статистика | p-value | Адекватність специфікації |
|----------------|------------|---------|---------------------------|
| Австрія | 11.856 | 0.1054 | + |
| Хорватія | 8.4232 | 0.2968 | + |
| Франція | 6.0667 | 0.4158 | + |
| Німеччина | 5.6502 | 0.5811 | + |
| Польща | 12.42 | 0.1334 | + |
| Румунія | 6.6417 | 0.4671 | + |
| Швеція | 14.976 | 0.03631 | - |
| Великобританія | 12.919 | 0.1895 | + |
| Україна | 2.6988 | 0.8456 | + |

Джерело: складено автором на основі власних розрахунків.

Таблиця Б4

| Тест Глейзера | | | |
|----------------|------------|---------|---------------------------|
| Країна | Статистика | p-value | Адекватність специфікації |
| Австрія | 11.856 | 0.1054 | + |
| Хорватія | 9.87 | 0.196 | + |
| Франція | 4.62 | 0.594 | + |
| Німеччина | 7.01 | 0.428 | + |
| Польща | 7.72 | 0.461 | + |
| Румунія | 6.19 | 0.518 | + |
| Швеція | 16.1 | 0.0245 | - |
| Великобританія | 9.35 | 0.155 | + |
| Україна | 6.59 | 0.360 | + |

Джерело: складено автором на основі власних розрахунків.

Таблиця Б5

| Тест Бройша-Годфрі | | | |
|--------------------|------------|---------|---------------------------|
| Країна | Статистика | p-value | Адекватність специфікації |
| Австрія | 0.96141 | 0.3268 | + |
| Хорватія | 2.276 | 0.13866 | + |
| Франція | 0.045772 | 0.1306 | + |
| Німеччина | 4.1188 | 0.2489 | + |
| Польща | 6.61 | 0.0855 | + |
| Румунія | 1.3754 | 0.138 | + |
| Швеція | 0.90609 | 0.3412 | + |
| Великобританія | 2.7574 | 0.19681 | + |
| Україна | 0.91114 | 0.360 | + |

Джерело: складено автором на основі власних розрахунків.

Таблиця Б6

| Тест Дарбіна-Уотсона | | | |
|----------------------|------------|---------|---------------------------|
| Країна | Статистика | p-value | Адекватність специфікації |
| Австрія | 11.856 | 0.1054 | + |
| Хорватія | 9.87 | 0.196 | + |
| Франція | 4.62 | 0.594 | + |
| Німеччина | 7.01 | 0.428 | + |
| Польща | 7.72 | 0.461 | + |
| Румунія | 6.19 | 0.518 | + |
| Швеція | 16.1 | 0.0245 | - |
| Великобританія | 9.35 | 0.155 | + |
| Україна | 6.59 | 0.360 | + |

Джерело: складено автором на основі власних розрахунків.

Austria

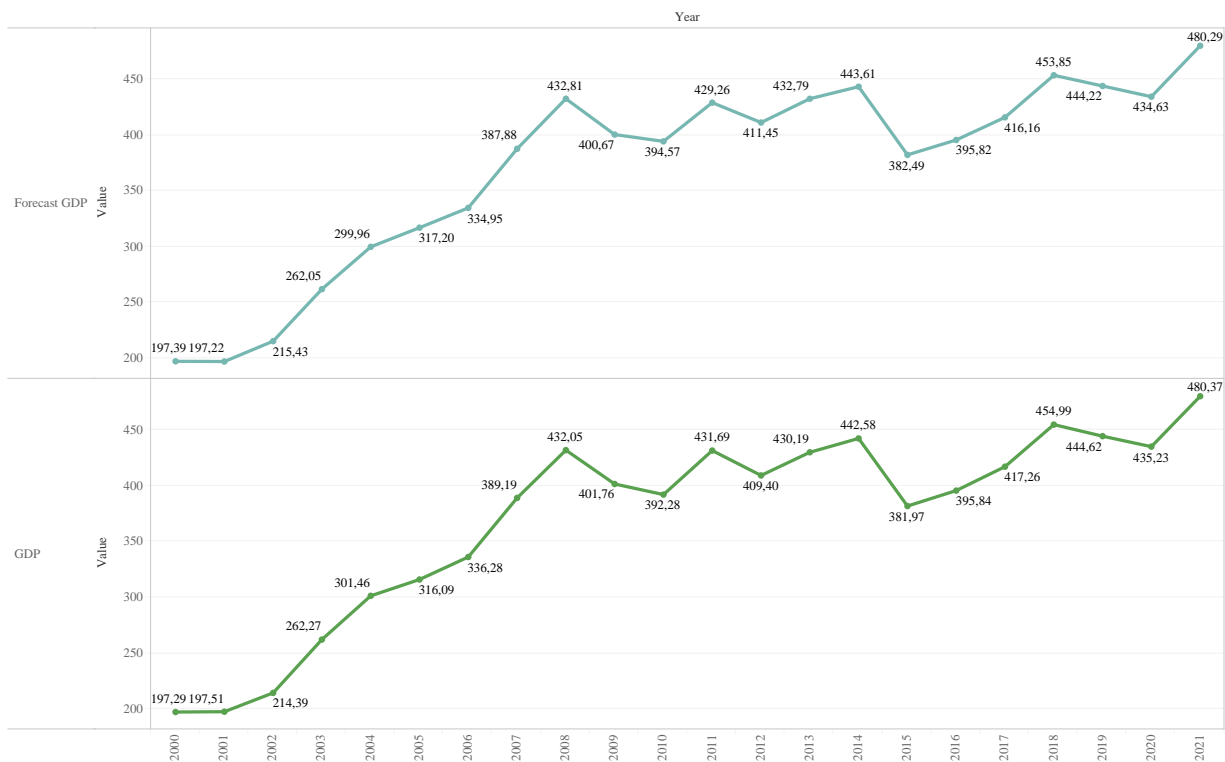


Рис. Б7: Прогнозоване значення ВВП за моделлю множинної регресії Австрії за 2000-2021рр, \$1000000 US

Croatia



Рис. Б8: Прогнозоване значення ВВП за моделлю множинної регресії Хорватії за 2000-2021рр, \$1000000 US

France

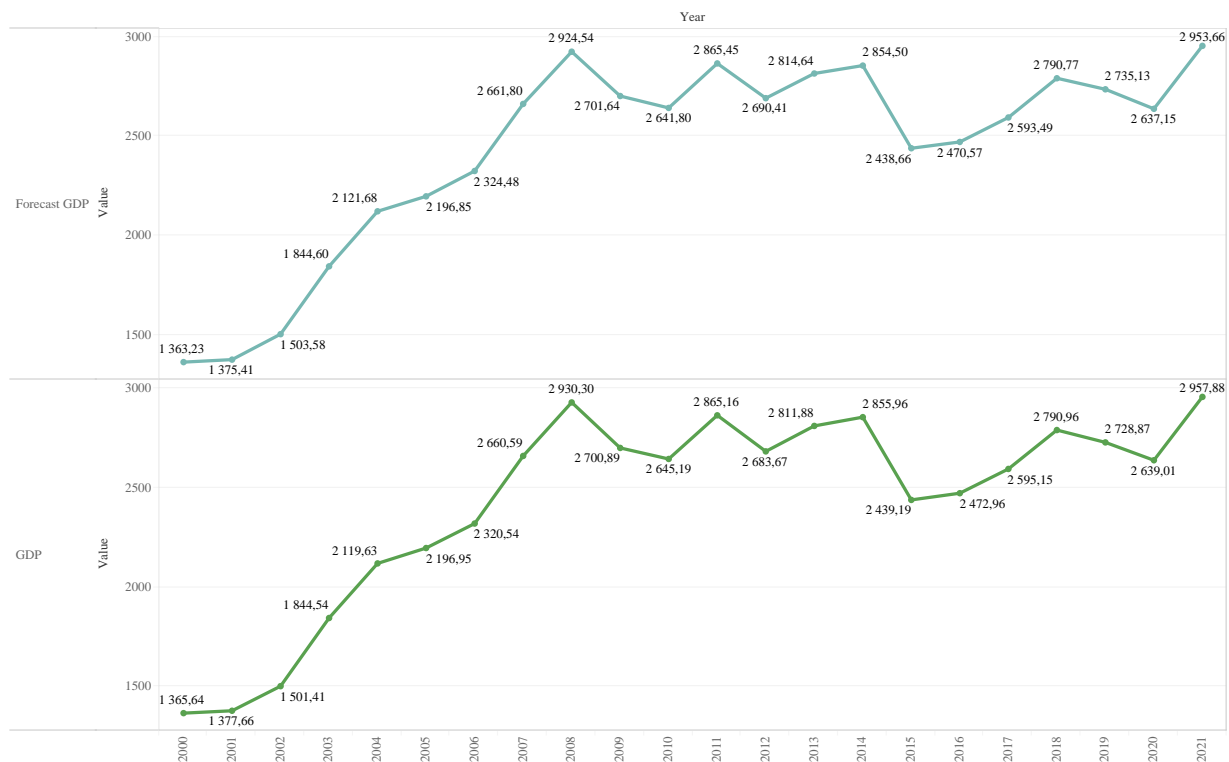


Рис. Б9: Прогнозоване значення ВВП за моделлю множинної регресії Франції за 2000-2021рр, \$1000000 US

Germany



Рис. Б10: Прогнозоване значення ВВП за моделлю множинної регресії Німеччини за 2000-2021рр, \$1000000 US

Poland

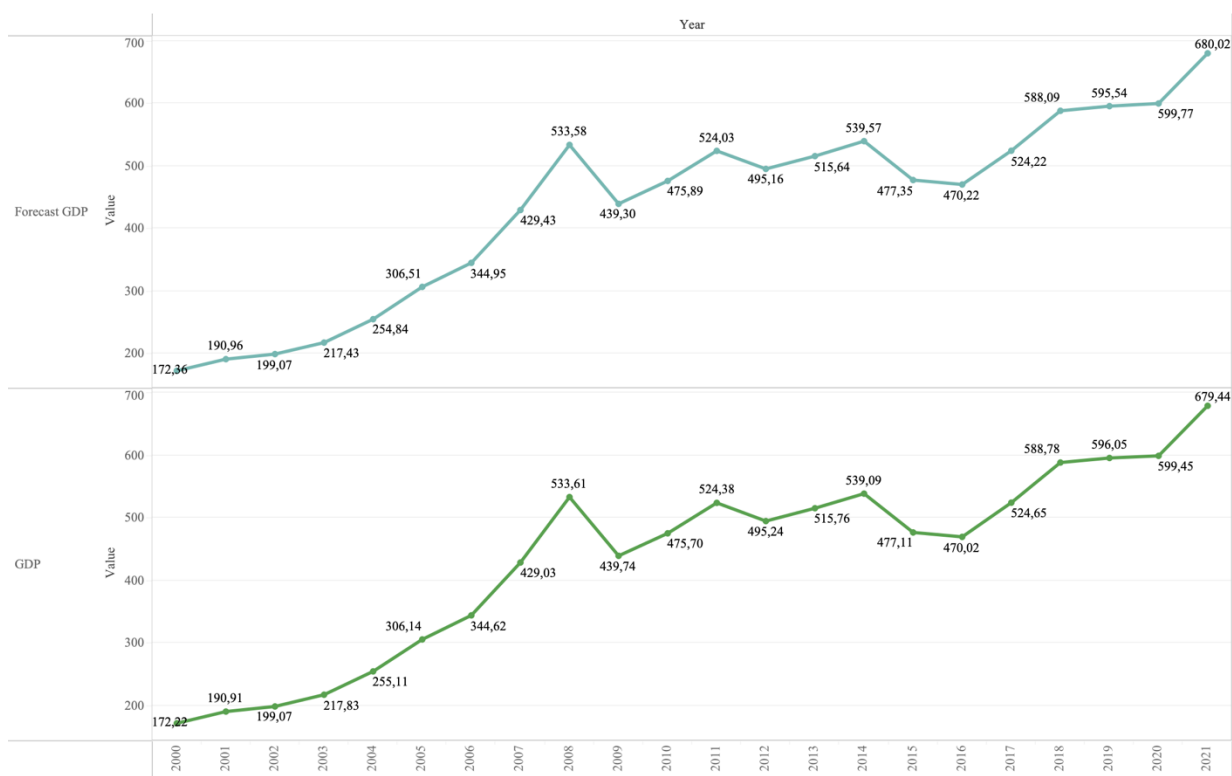


Рис. Б11: Прогнозоване значення ВВП за моделлю множинної регресії Польщі за 2000-2021рр, \$1000000 US

Romania

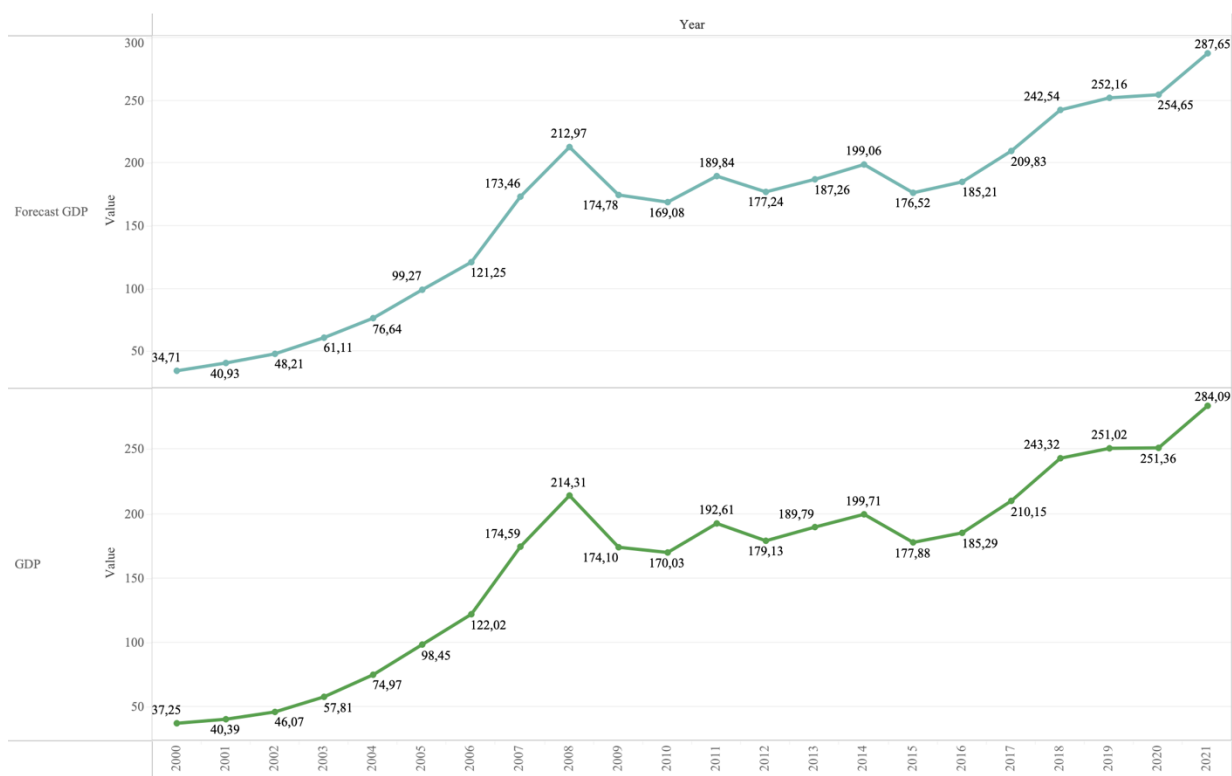


Рис. Б12: Прогнозоване значення ВВП за моделлю множинної регресії Румунії за 2000-2021рр, \$1000000 US

Sweden

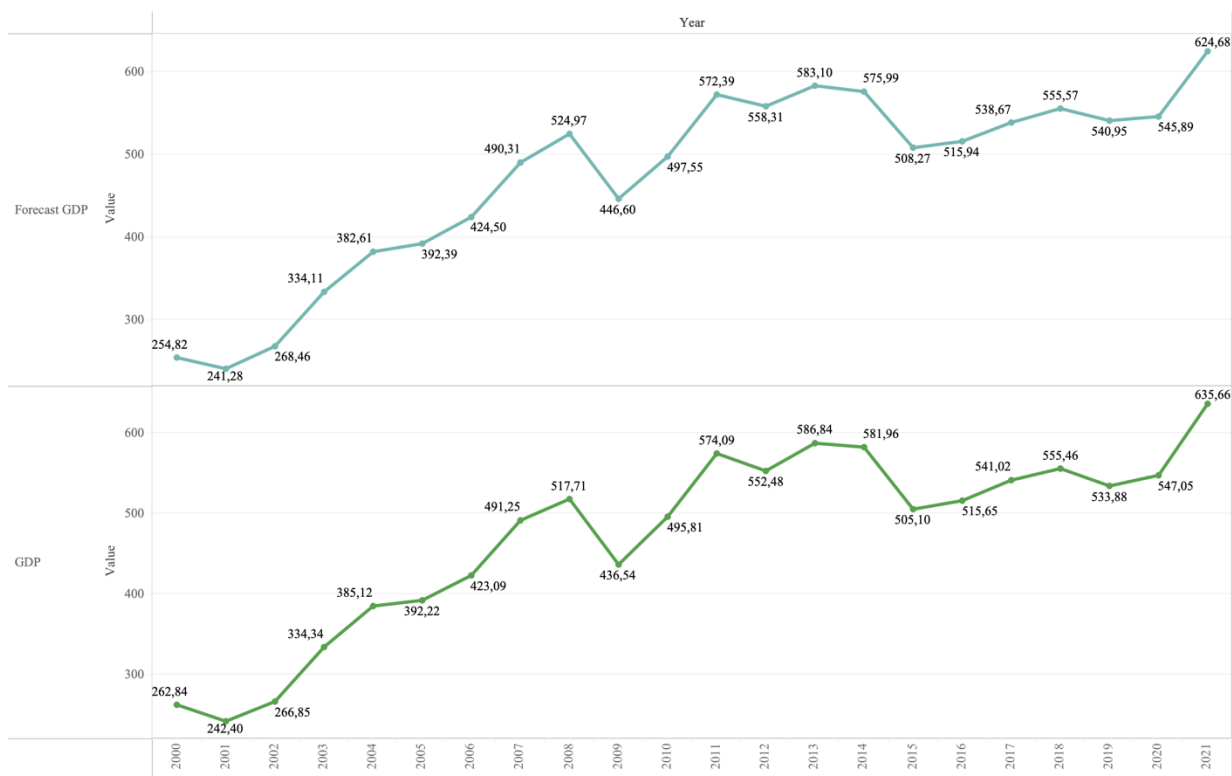


Рис. Б13: Прогнозоване значення ВВП за моделлю множинної регресії Швеції за 2000-2021рр, \$1000000 US

UK

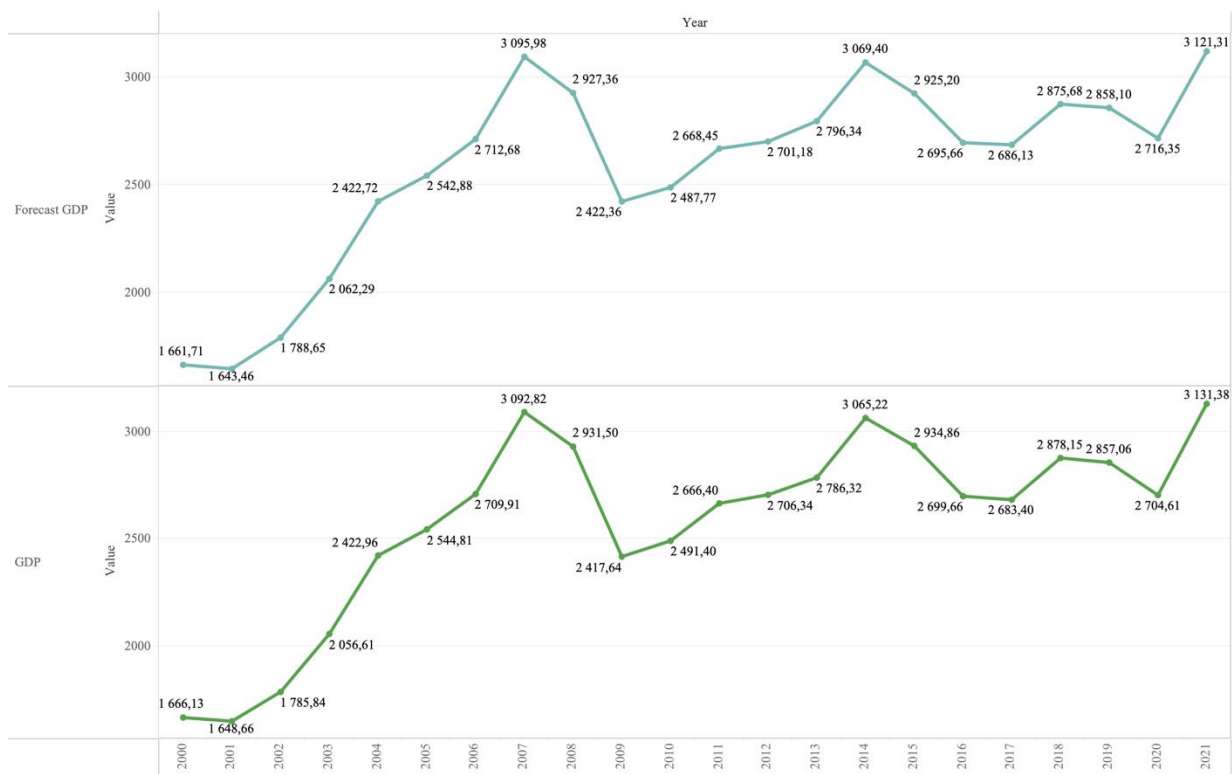


Рис. Б14: Прогнозоване значення ВВП за моделлю множинної регресії Великобританії за 2000-2021рр, \$1000000 US

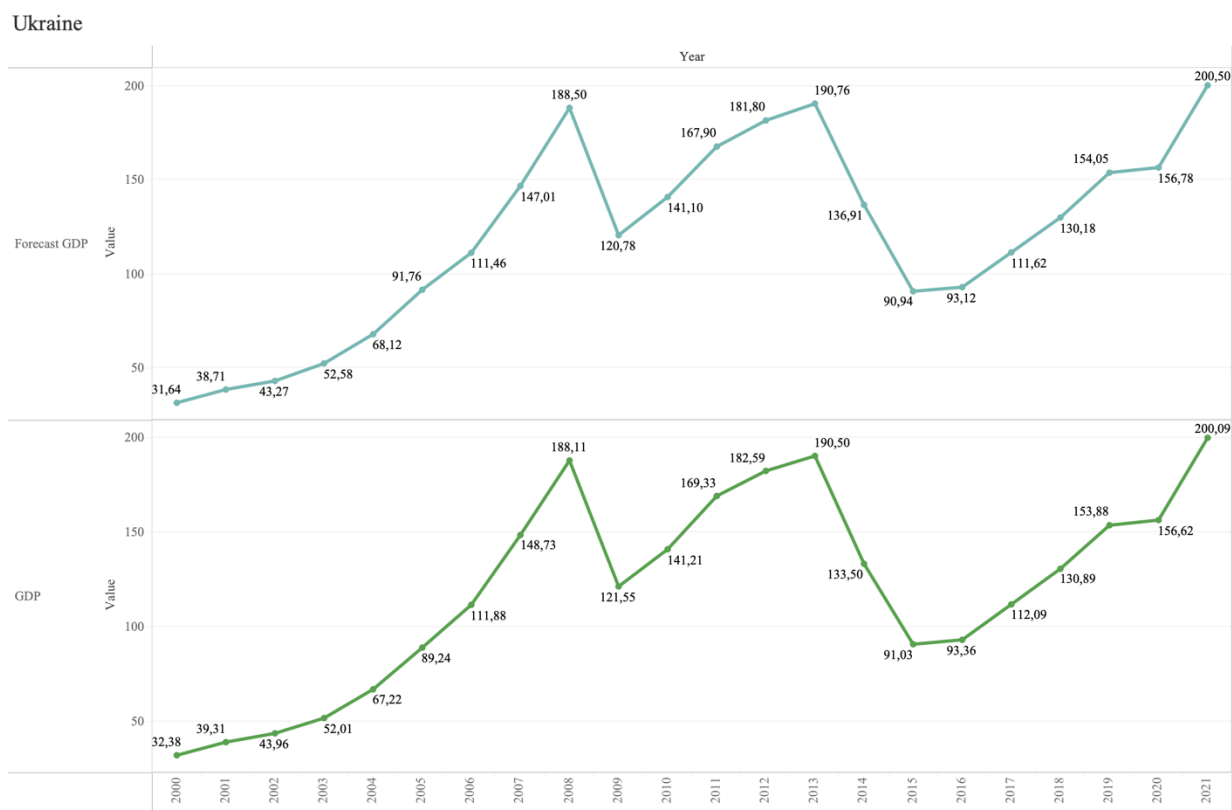


Рис. Б15: Прогнозоване значення ВВП за моделлю множинної регресії України за 2000-2021рр, \$1000000 US

Додаток В
Таблиця В1

| Об'єднана модель (Pooled OLS) | | |
|-------------------------------|----------|------------|
| Коефіцієнт | P-value | Значущість |
| Патенти | 4,54E-68 | *** |
| Дослідники | 0,1584 | |
| Енерг. Імпорт | 0,0629 | * |
| Споживанн Ел. | 0,0099 | *** |
| В. на НДДКР | 1,85E-26 | *** |
| ВВП | 2,5E-11 | *** |

Джерело: складено автором на основі власних розрахунків.

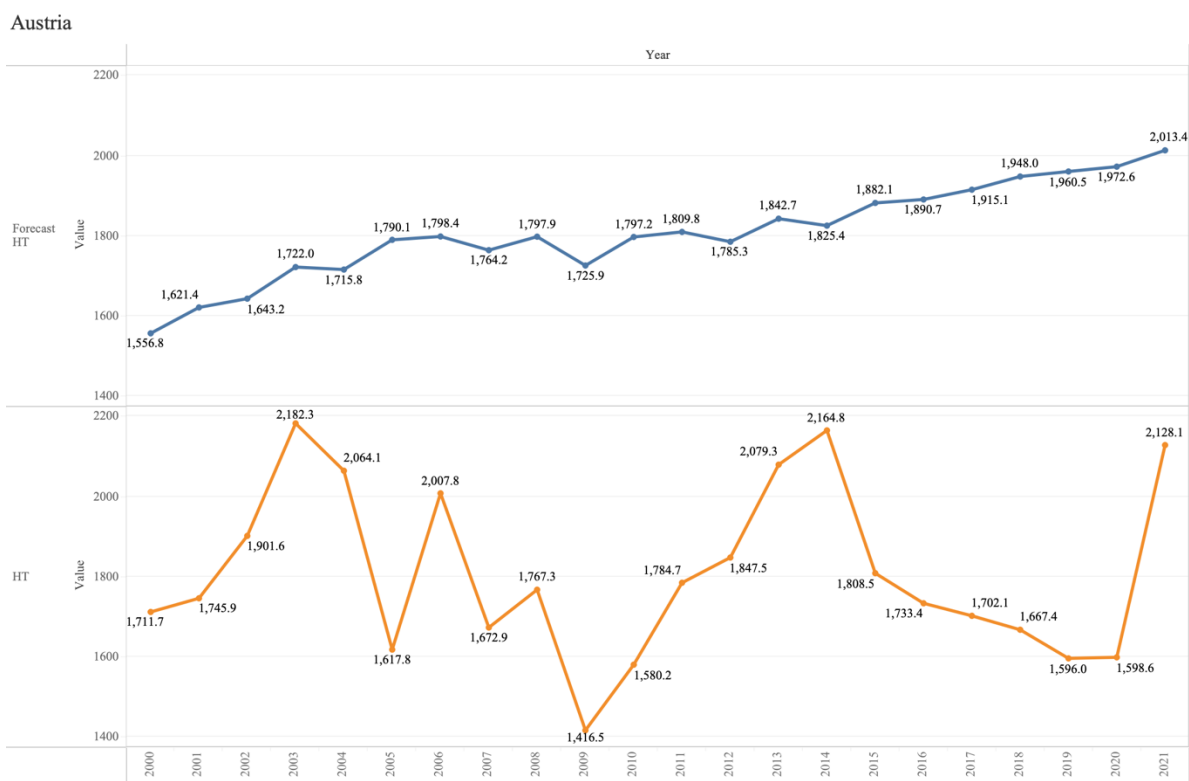


Рис. В2: Прогнозоване значення Експорту високих технологій за моделлю панельної регресії Австрії за 2000-2021рр, \$1000000 US

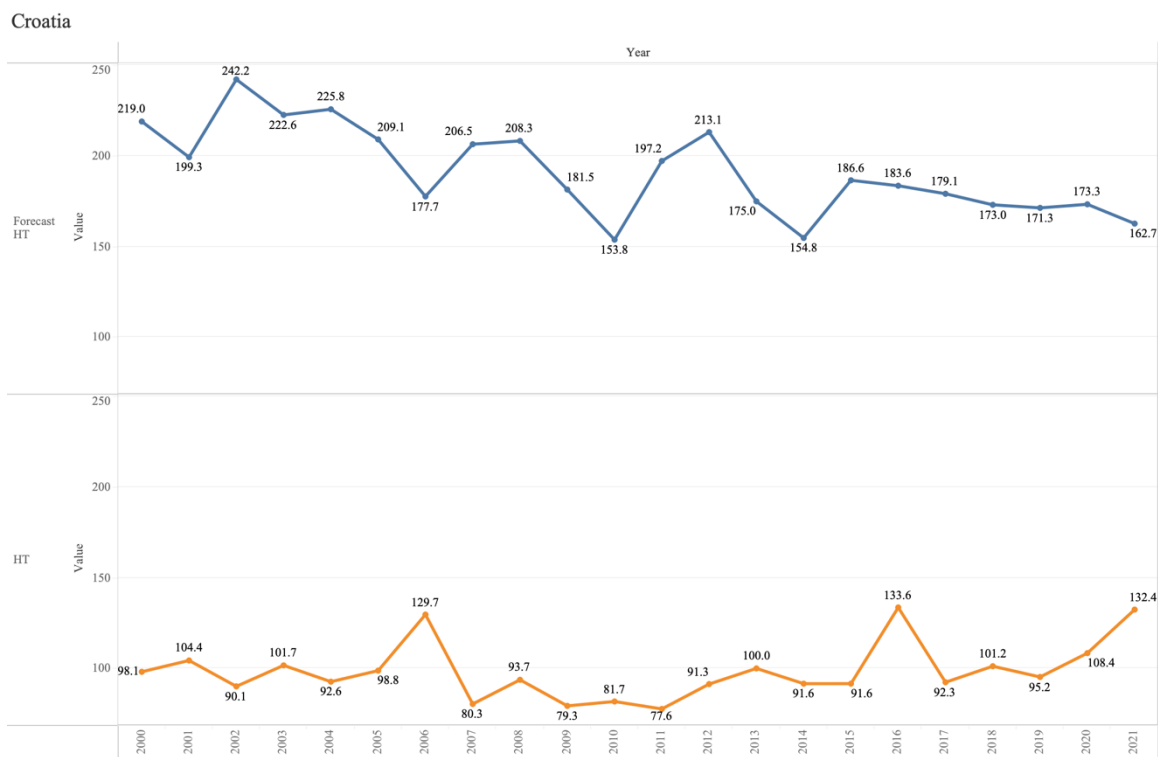


Рис. В3: Прогнозоване значення Хорватії високих технологій за моделлю панельної регресії Австрії за 2000-2021рр, \$1000000 US

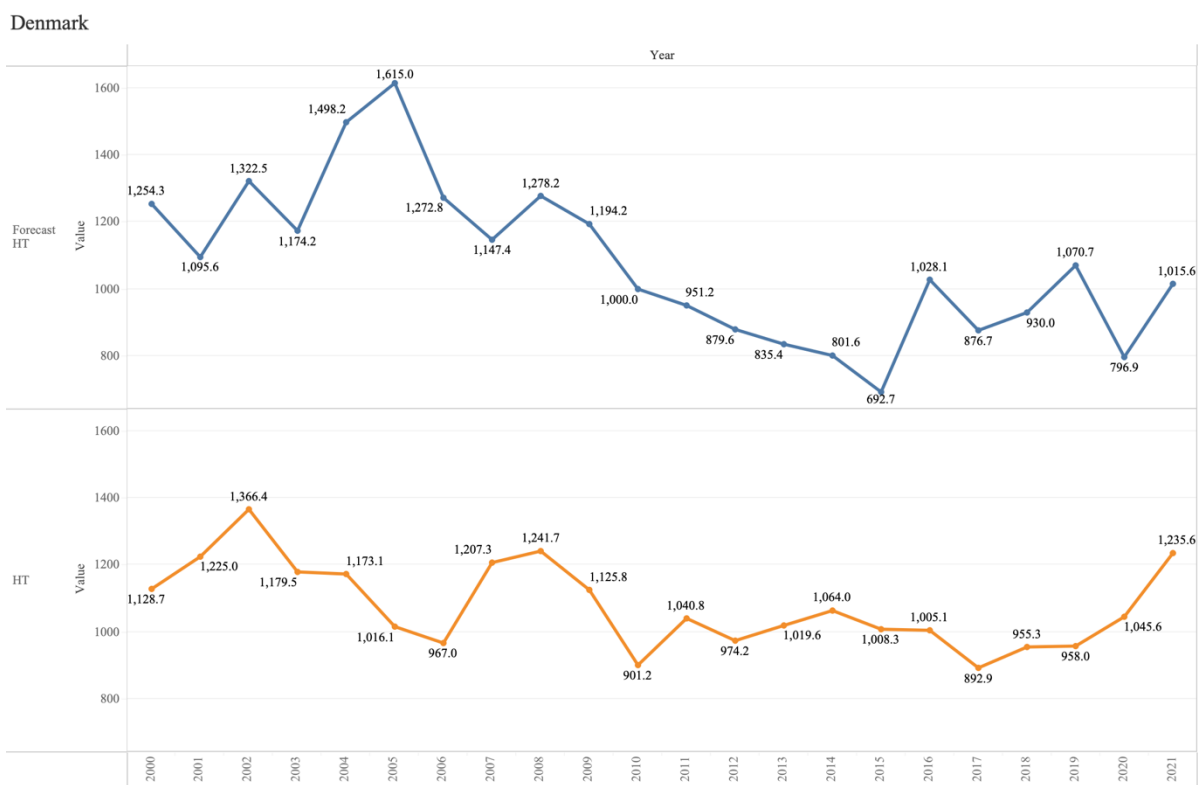


Рис. В4: Прогнозоване значення Експорту високих технологій за моделлю панельної регресії Данії за 2000-2021рр, \$1000000 US

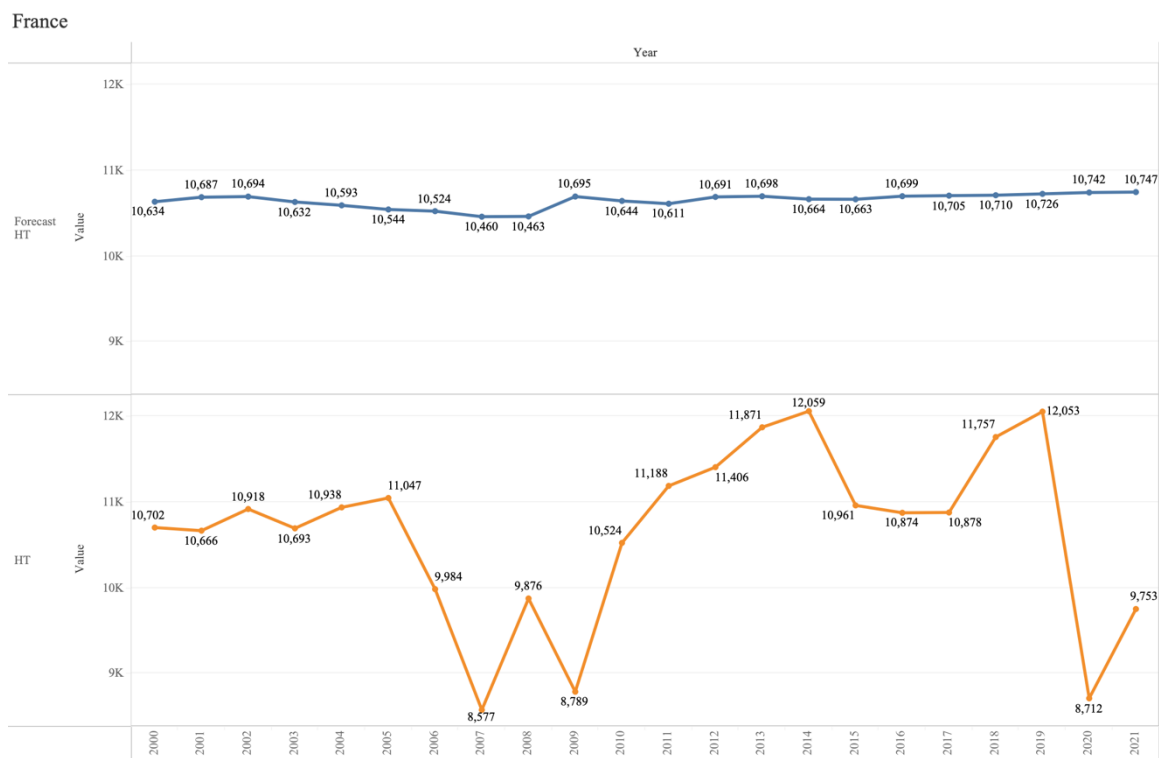


Рис. В5: Прогнозоване значення Експорту високих технологій за моделлю панельної регресії Франції за 2000-2021рр, \$1000000 US

Germany

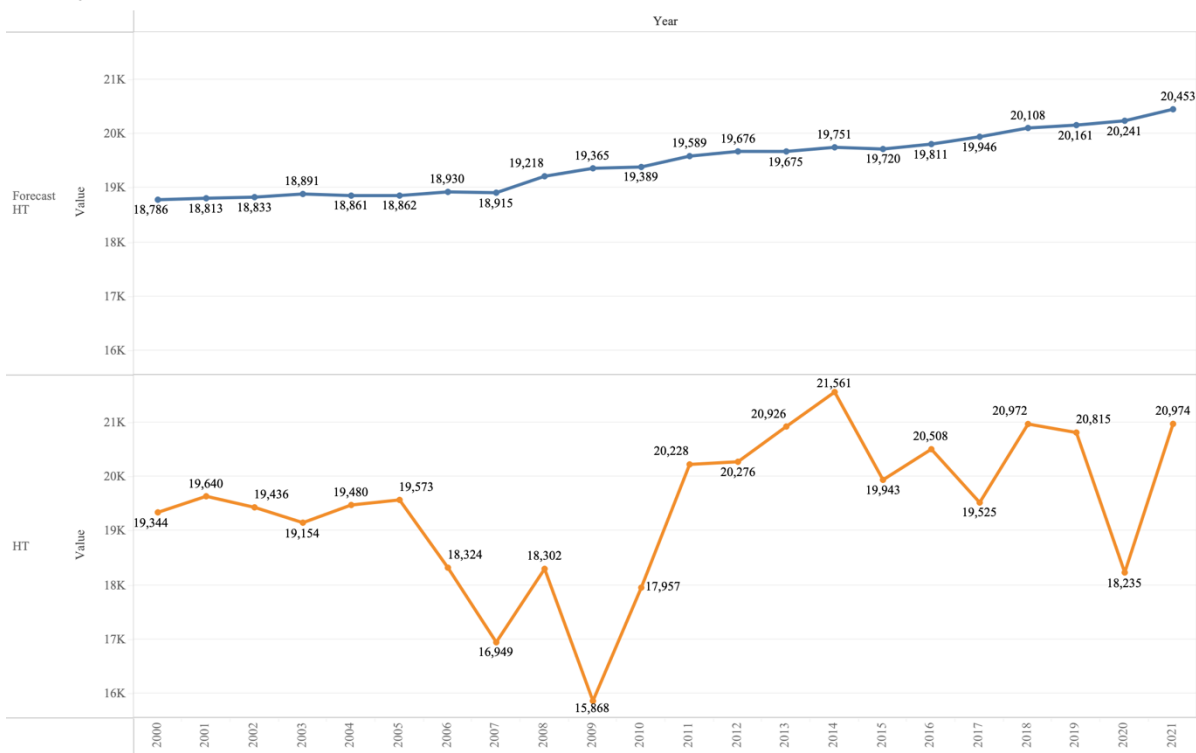


Рис. В6: Прогнозоване значення Експорту високих технологій за моделлю панельної регресії Німеччини за 2000-2021рр, \$1000000 US

Hungary

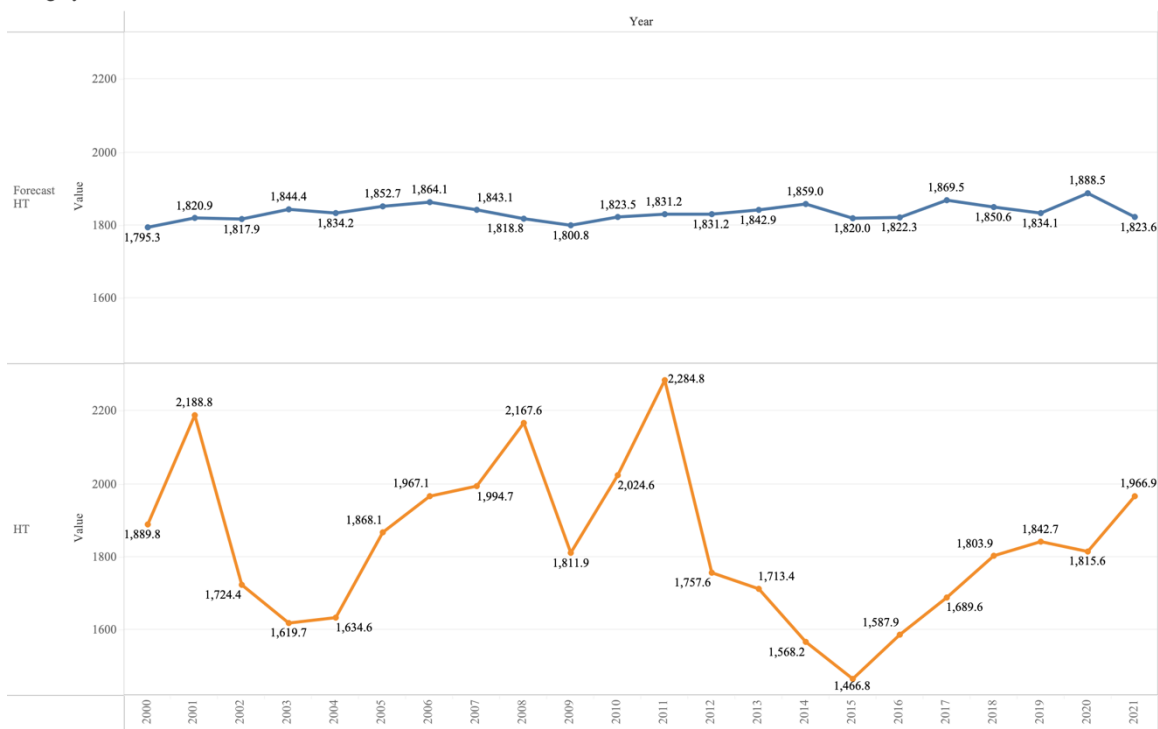


Рис. В7: Прогнозоване значення Експорту високих технологій за моделлю панельної регресії Угорщини за 2000-2021рр, \$1000000 US

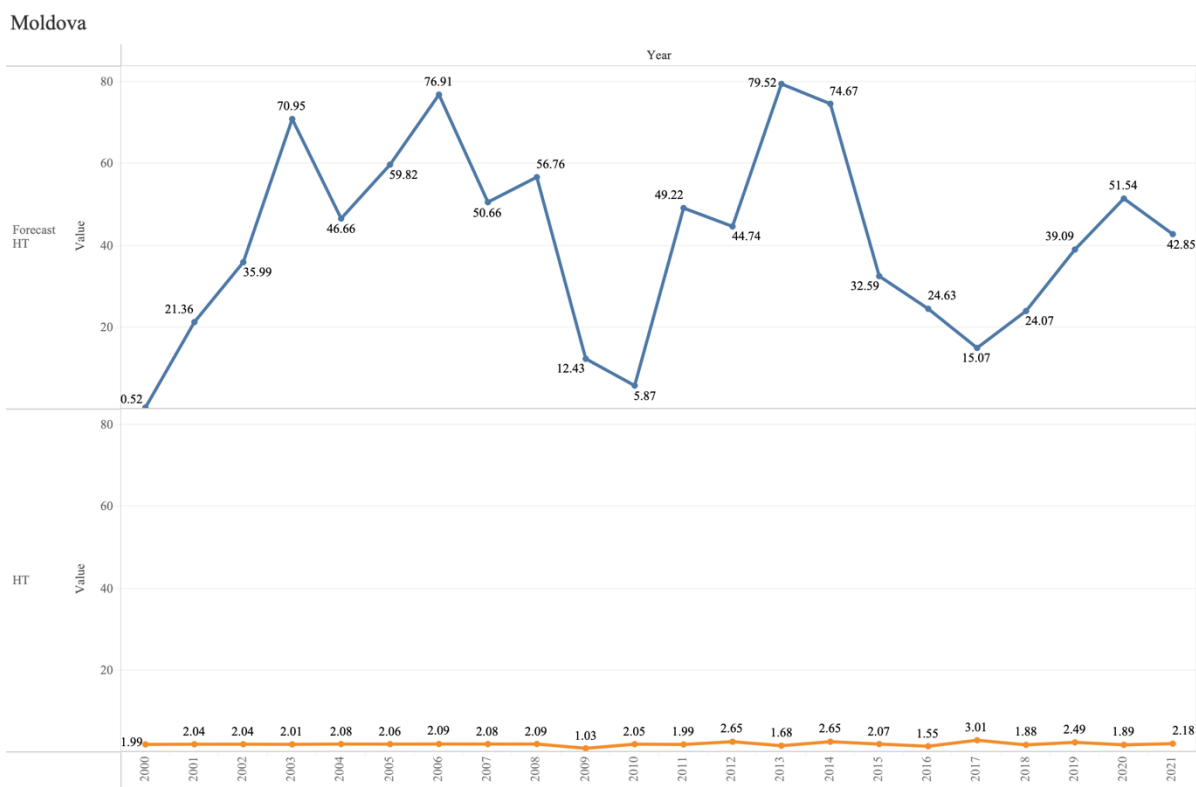


Рис. В8: Прогнозоване значення Експорту високих технологій за моделлю панельної регресії Молдови за 2000-2021рр, \$1000000 US

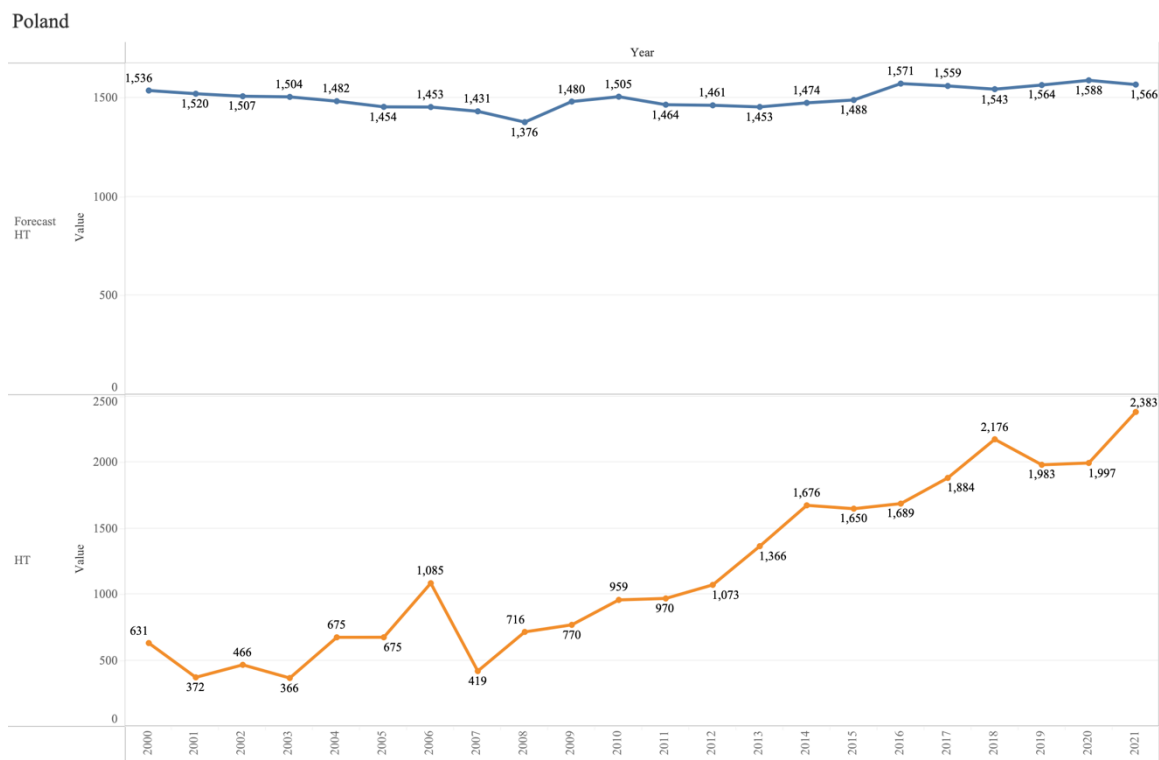


Рис. В9: Прогнозоване значення Експорту високих технологій за моделлю панельної регресії Польщі за 2000-2021рр, \$1000000 US

Romania

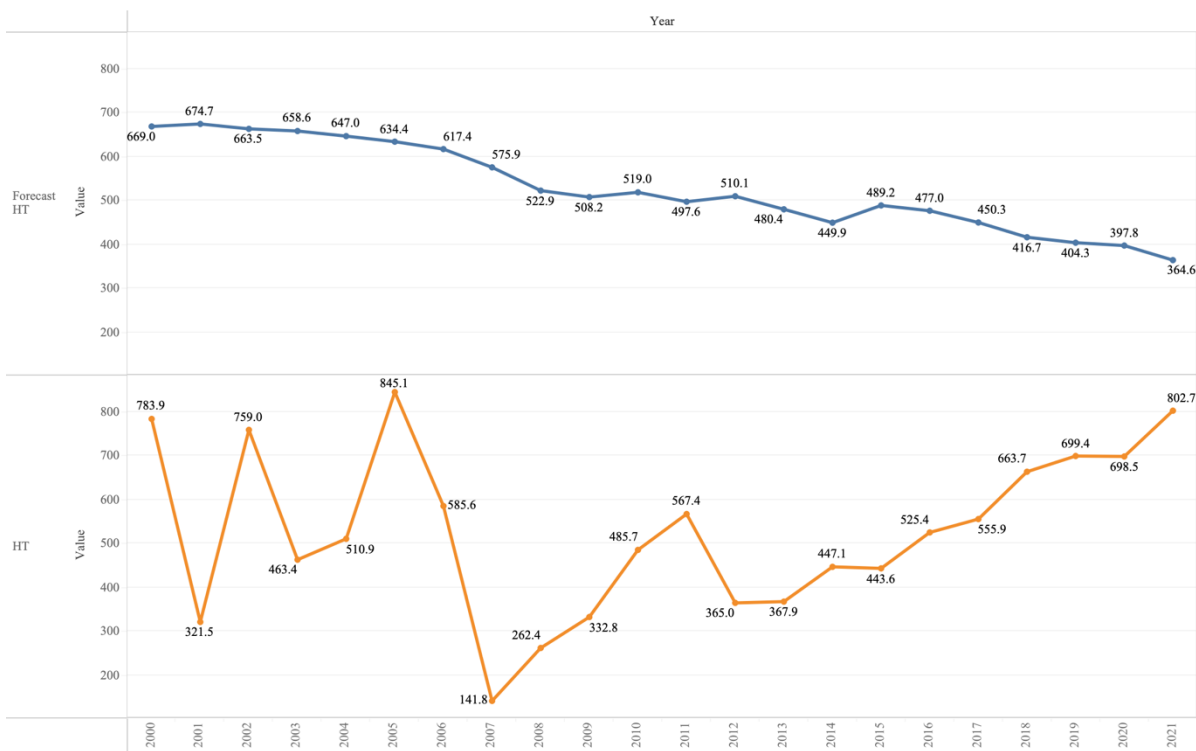


Рис. В10: Прогнозоване значення Експорту високих технологій за моделлю панельної регресії Румунії за 2000-2021рр, \$1000000 US

Spain

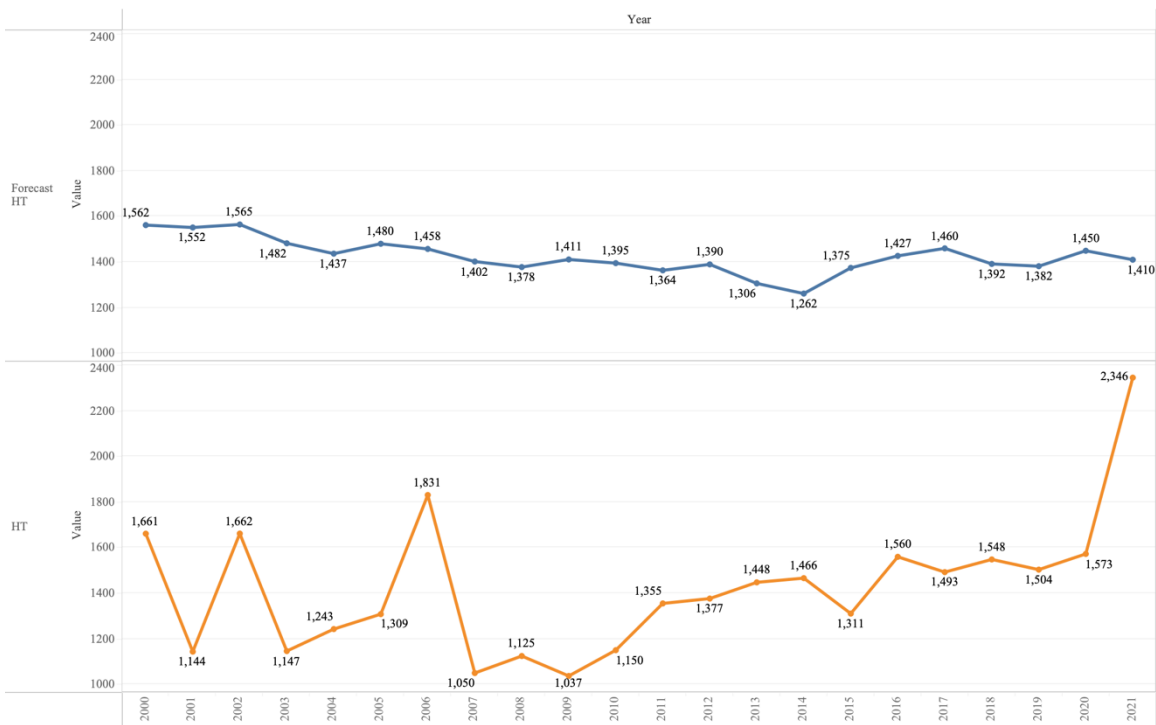


Рис. В11: Прогнозоване значення Експорту високих технологій за моделлю панельної регресії Іспанії за 2000-2021рр, \$1000000 US

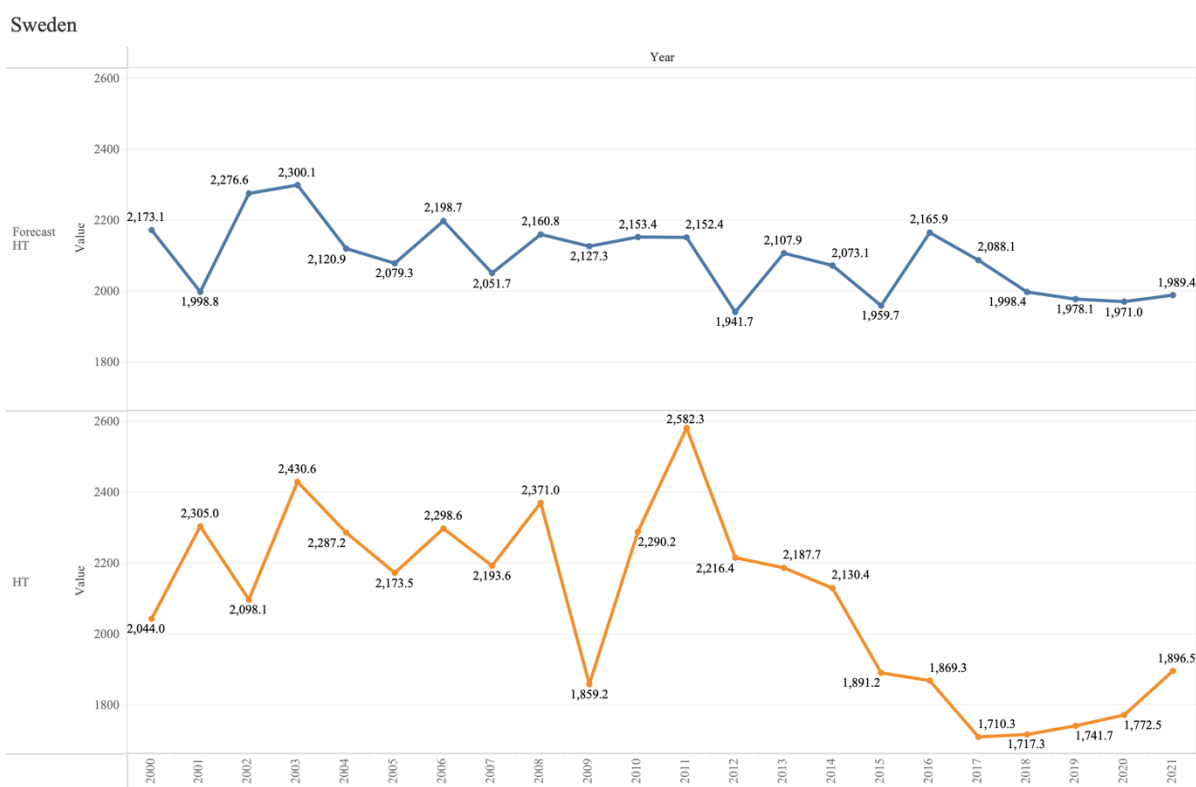


Рис. В12: Прогнозоване значення Експорту високих технологій за моделлю панельної регресії Швеції за 2000-2021рр, \$1000000 US

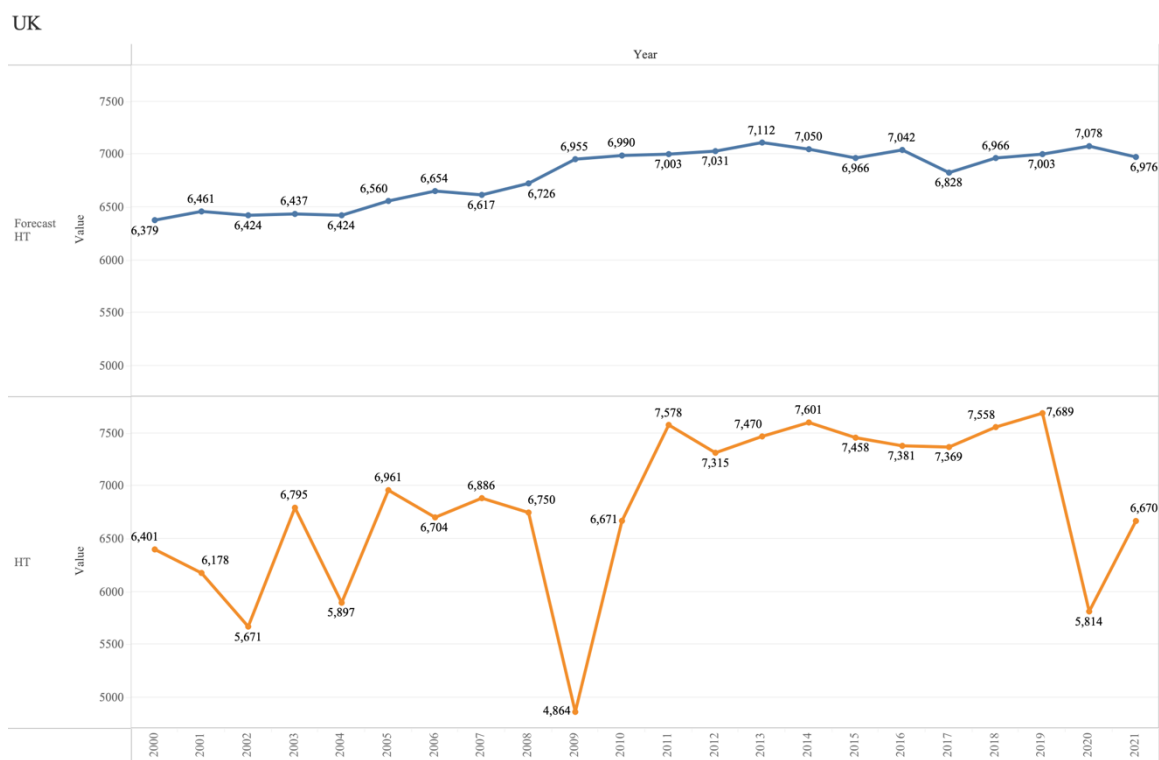


Рис. В13: Прогнозоване значення Експорту високих технологій за моделлю панельної регресії Великобританії за 2000-2021рр, \$1000000 US

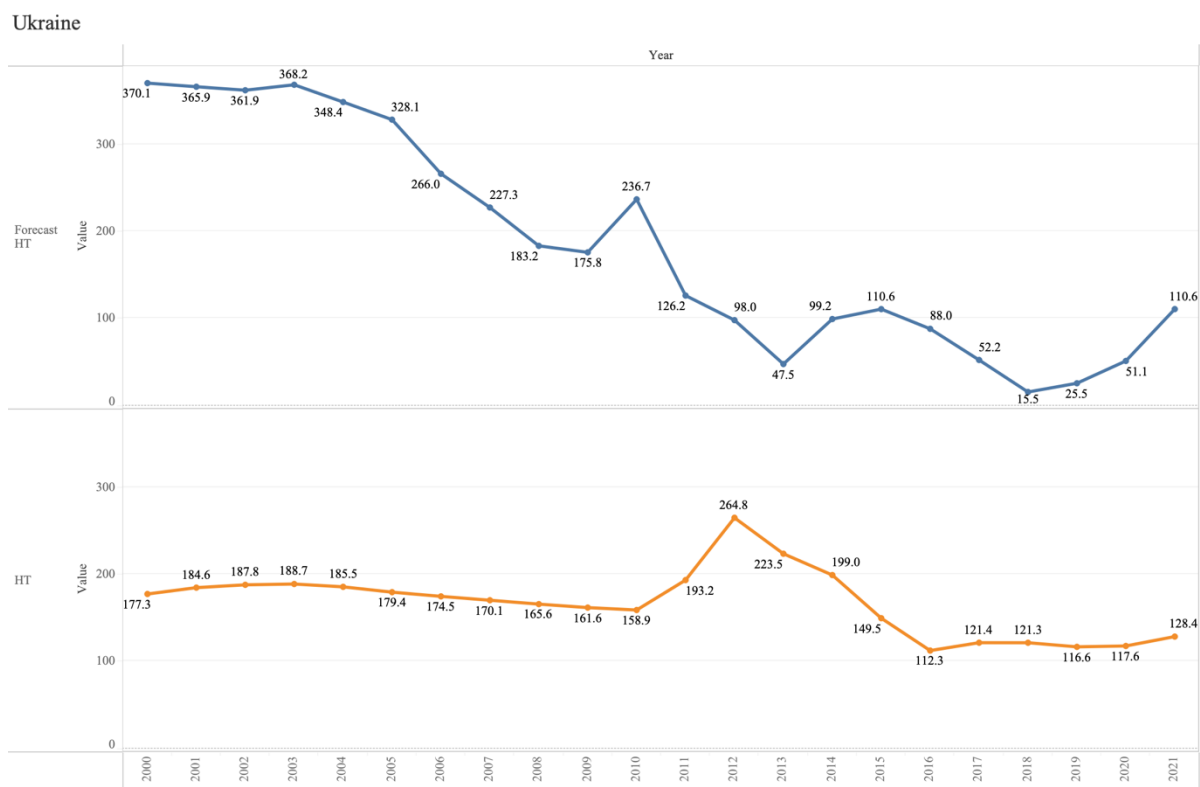


Рис. В14: Прогнозоване значення Експорту високих технологій за моделлю панельної регресії України за 2000-2021рр, \$1000000 US