

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**ФАКУЛЬТЕТ МЕНЕДЖМЕНТУ ТА МАРКЕТИНГУ
КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ**

«На правах рукопису»
УДК 338.27

До захисту допущено:
Завідувач кафедри
_____ Катерина БОЯРИНОВА
« 13 » _____ грудня _____ 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ

**на здобуття ступеня магістра
за освітньо-професійною програмою
«Економічна кібернетика»
спеціальності 051 Економіка**

**на тему: «Моделювання процесів детінізації економіки України
в умовах повоєнного відновлення»**

Виконала:

Студентка 2-го курсу, групи УК-311мп
ХАЛИМОНИК Ксенія Володимирівна _____

Науковий керівник:

Доцент кафедри економічної кібернетики,
д.е.н., доц. ШЕВЧУК Олена Анатоліївна _____

Рецензент:

Завідувачка кафедри економіки і підприємництва,
д.е.н., проф. ТУЛЬЧИНСЬКА Світлана Олександрівна _____

*Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань*

Студентка _____

Київ – 2022 року

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ МЕНЕДЖМЕНТУ ТА МАРКЕТИНГУ
КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Катерина БОЯРИНОВА

« 13 » _____ грудня 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

ХАЛИМОНИК Ксенії Володимирівни

1. **Тема дисертації** «Моделювання процесів детінізації економіки України в умовах повоєнного відновлення»,
науковий керівник дисертації Шевчук Олена Анатоліївна, д.е.н., доц.,
затверджені наказом по університету від 10.11.2022 року № 4144-с.
2. **Термін подання студентом дисертації:** 13.12.2022.
3. **Об'єкт дослідження:** тіньовий сектор економіки України.
4. **Вихідні дані:** дослідження департаменту стратегічного планування та макроекономічного прогнозування. Загальні тенденції тіньової економіки в Україні у січні-вересні 2021 року
5. **Перелік завдань, які потрібно розробити:**

а) теоретико-методологічна частина:

- Ознайомитись з поняттям тіньової економіки;
- Визначити причини виникнення тіньової економіки;
- Здійснити оцінку негативних та позитивних наслідків тінізації.

б) дослідницько-аналітична частина:

- Здійснити аналіз тіньової економіки в Україні;
- Оцінка впливу кризових ситуацій на рівень тінізації економіки;
- Оцінка тіньового сектору економіки в умовах першого півріччя повномасштабної війни;
- Оцінка взаємодії прихованого та офіційного сектору економіки;
- Перспектива подолання тінізації в умовах повоєнного відновлення.

в) проектно-рекомендаційна частина:

– Рекомендації щодо скорочення рівня тіньового сектору.

6. **Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу:**

- 1) Вступ;
- 2) Поняття тіньової економіки;
- 3) Причини виникнення;
- 4) Структура тіньового сектору економіки;
- 5) Негативні фактори тінізації;
- 6) Переваги тіньового сектору;
- 7) Аналіз рівня тіньової економіки України;
- 8) Тінізація у 2014 та 2020 роках;
- 9) Оцінка стану тіньового сектору економіки за перше півріччя 2022;
- 10) Модель «хижак-жертва»;
- 11) Прогноз на найближчі 2 роки;
- 12) Шляхи до детінізації економіки України;
- 13) Висновки.

7. Орієнтовний перелік публікацій:

- 1) Стаття: «Вплив воєнного стану на проблему тіньової економіки в Україні» у Науковому журналі «Ефективна економіка» (фахове видання, категорії Б);
- 2) Тези «Вплив кризових станів на рівень тіньової економіки в Україні», участь у Міжнародній науково-практичній конференції конференція з міжнародною участю «Моделювання та прогнозування економічних процесів», м. Київ.

8. Дата видачі завдання: 01 вересня 2022 року.

9. Календарний план

<i>№ з/п</i>	<i>Назва етапів виконання магістерської дисертації</i>	<i>Термін виконання етапів магістерської дисертації</i>	<i>Примітка</i>
1.	Збір необхідної інформації, вивчення та аналіз наукових джерел щодо досліджуваної тематики	01.09.2022-22.09.2022	
2.	Дослідження теоретичних основ явища тіньової економіки, причин виникнення, негативні та позитивні фактори явища	23.09.2022-09.10.2022	
3.	Аналіз проблеми тіньової економіки в Україні, оцінка критичних періодів	10.10.2022-24.10.2022	
4.	Проведення оцінки впливу воєнного стану на рівень тінізації економіки протягом першого півріччя 2022 року	25.10.2022-05.11.2022	
5.	Побудова економіко-математичної моделі для визначення взаємозв'язку прихованого та офіційного сектору економіки	06.11.2022-16.11.2022	
6.	Підготовка прогнозних даних, оцінка отриманих результатів	17.11.2022-24.11.2022	
7.	Підготовка рекомендаційного розділу	25.11.2022-03.12.2022	
8.	Оформлення магістерської дисертації. Підготовка презентації.	04.12.2022-12.12.2022	

Студентка

Ксенія ХАЛИМОНИК

Науковий керівник

Олена ШЕВЧУК

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на тему: «Моделювання процесів детінізації економіки України в умовах повоєнного відновлення» містить 139 сторінок, 3 таблиці, 3 рисунки, 6 додатків. Перелік посилань нараховує 61 найменування.

Актуальність теми полягає в тому, що за 2021 рік в тіні було задіяно близько 31% від всього ВВП країни, проте за оцінками міжнародних експертів та неофіційними підрахунками ця цифра може коливатись від 40% до 60%. В той час, як в розвинених країнах з високим рівнем економічної стабільності обсяги тіньової економіки коливаються від 7,8% до 13% від загального ВВП. Позначка в 50% є критичною для країни і перешкоджає нормальному розвитку економіки та благополуччю громадян. В умовах воєнного стану цей показник продовжує рости. Для відновлення нормально функціонування економіки в повоєнний період необхідно прийняти рішучі заходи до скорочення тіньового сектору.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Магістерська дисертація на здобуття ступеня магістра виконувалась в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» відповідно до планів наукових досліджень кафедри економічної кібернетики за темою «Глобалізація напрямів формування промислового потенціалу в умовах постіндустріальних трансформацій» (№ ДР 0112U007817).

Роль автора полягає в узагальненні та систематизації впливів кризових станів на рівень тіньового сектору України, а також висунуто припущення щодо росту тінізації, як наслідку повномасштабного вторгнення.

Мета та завдання роботи. Метою роботи є моделювання взаємодії прихованого та офіційного сектору економіки, визначення процесів детінізації економіки України в умовах повоєнного відновлення. Для досягнення поставленої мети були поставлені такі завдання:

- Дослідити предметну область: явище тіньової економіки, її стан в Україні, особливості та причини виникнення;
- На основі статистичних даних визначити тенденції тінізації економіки та фактори, що сприяють;
- За допомогою економіко-математичного моделювання визначити взаємозв'язок тіньового та офіційного сектору економіки;
- Сформулювати прогноз стану економіки на найближчий період;
- Розробити рекомендації щодо можливостей зменшення тіньового сектору на повоєнний період, на основі отриманих результатів досліджень.

Об'єкт та предмет дослідження.

Предметом дослідження є вплив воєнної економіки на тінізацію економіки України. Об'єктом дослідження є тіньовий сектор економіки України.

Методи дослідження:

- аналіз наукових джерел;
- класифікації;
- регресійний аналіз;
- індукції та дедукції;
- математичний аналіз;
- систематизації;
- узагальнення.

Наукова новизна. В даній роботі вперше змодельовано процеси детінізації економіки, як мультикомпонентного процесу створення умов, необхідних для стійкого економічного зростання України в повоєнний період відновлення.

Практична значущість. Результати дослідження описані в даній роботі, можуть бути використані державою при розробці систематизованого підходу до вирішення проблеми тіньової економіки.

Апробація результатів роботи:

1) Халимоник К.В., Фартушний І.Д. Вплив воєнного стану на проблему тіньової економіки в Україні. *Ефективна економіка*. № 10(2022). С.680-688 DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2022.10.45>

2) Халимоник К.В., Фартушний І.Д. Вплив кризових станів на рівень тіньової економіки в Україні. *Моделювання та прогнозування економічних процесів*: матеріали XVI Всеукраїнської науково–практичної конференції з міжнародною участю, 17 листопада 2022 р. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2022. С.27-29.

Ключові слова: тіньова економіка, тіньовий сектор економіки, детінізація економіки, економіка воєнного стану, кризові стани економіки.

ABSTRACT

The master's thesis on the topic: "Modeling the processes of unshadowing of the economy of Ukraine in the conditions of post-war recovery" contains 139 pages, 3 tables, 3 figures, 6 appendices. The list of links includes 61 titles.

The relevance of the topic is that in 2021, about 31% of the entire GDP of the country was used in the shadow, however, according to the estimates of international experts and unofficial calculations, this figure may vary from 40% to 60%. While in developed countries with a high level of economic stability, the volume of the shadow economy varies from 7.8% to 13% of the total GDP. The 50% mark is critical for the country and hinders the normal development of the economy and the well-being of citizens. In the conditions of martial law, this indicator continues to grow. To restore the normal functioning of the economy in the post-war period, it is necessary to take decisive measures to reduce the shadow sector.

Connection of work with scientific programs, plans, topics. The master's thesis for obtaining a master's degree was carried out at the National Technical University of Ukraine "Igor Sikorskyi Kyiv Polytechnic Institute" in accordance with the scientific research plans of the Department of Economic Cybernetics on the topic "Globalization of directions for the formation of industrial potential in the conditions of post-industrial transformations" (№ DR 0112U007817).

The role of the author is that the author summarized and substantiated the impact of crisis conditions on the level of the shadow sector of Ukraine and put forward assumptions about the growth of shadowing because of a full-scale invasion.

The purpose and tasks of the work. The purpose of the work is to model the interaction of the hidden and official sectors of the economy, to determine the processes of unshadowing of the economy of Ukraine in the conditions of post-war recovery. To achieve the goal, the following tasks were set:

- Investigate the subject area: the phenomenon of the shadow economy, its condition in Ukraine, features and causes of its occurrence.
- Based on statistical data, determine trends in the shadowing of the economy and contributing factors.
- Using economic and mathematical modeling to determine the relationship between the shadow and official sectors of the economy.
- Formulate a forecast of the state of the economy for the nearest period.
- Develop recommendations on the possibilities of reducing the shadow sector for the post-war period, based on the obtained research results.

Object and subject of research.

The subject of the study is the influence of the military economy on the shadowing of the economy of Ukraine.

The object of the study is the shadow sector of the economy of Ukraine.

Research methods:

- analysis of scientific sources.
- classifications.
- regression analysis.

- induction and deduction.
- mathematical analysis.
- systematization.
- generalization.

Scientific novelty. This work consists in modeling the processes of unshadowing of the economy as a multi-component process of creating the conditions necessary for sustainable economic growth of Ukraine in the post-war recovery period.

Practical significance. The results of the research described in this work can be used by the state in developing a systematic approach to solving the problem of the shadow economy.

Approbation of work results:

1) Khalymonyk K.V., Fartushnyi I.D. (2022) Vplyv voiennoho stanu na problemu tinovoi ekonomiky v Ukraini [The impact of martial law on the problem of the shadow economy in Ukraine]. *Effective Economy*. vol. 10, pp. 680-688. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2022.10.45> (in Ukrainian);

2) Khalymonyk K.V., Fartushnyi I.D. (2022) Vplyv voiennoho stanu na problemu tinovoi ekonomiky v Ukraini [The impact of crisis situations on the level of the shadow economy in Ukraine]. *Modeliuvannia ta prohnozuvannia ekonomichnykh protsesiv*. XVI Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii z mizhnarodnoiu uchastiu, November 17th, 2022. Kyiv: KPI: im. • Thoria: Sikorskoho. Vvd-vo «Politekhnik». P. 27-29.(in Ukrainian).

Key words: shadow economy, shadow sector of the economy, unshadowing of the economy, martial law economy, crisis states of the economy

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ	10
ВСТУП	11
1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ТІНЬОВОЇ ЕКОНОМІКИ	14
1.1 Поняття тіньової економіки	14
1.2 Причини виникнення та структура тіньової економіки	34
1.3 Негативні фактори тінізації економіки та переваги	37
Висновки до розділу	43
2 МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ПРИХОВАНОГО ТА ОФІЦІЙНОГО СЕКТОРУ ЕКОНОМІКИ. ПОБУДОВА ПРОГНОЗУ В УМОВАХ ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ	46
2.1 Аналіз тіньової економіки в Україні	46
2.2 Модель «хижак-жертва» для оцінки взаємодії прихованого та офіційного сектору економіки	49
2.3 Прогноз на найближчі 2 роки (за умови, що війна триватиме до літа 2023)	54
Висновки до розділу	73
3 ОЦІНКА ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ВЕКТОРИ ДЕТИНІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ В УМОВАХ ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ	74
3.1 Оцінка отриманих результатів	74
3.2 Шляхи до детінізації економіки України	75
Висновки до розділу	80
ВИСНОВКИ	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	85
ДОДАТОК А Програмна реалізація розрахунків	92
ДОДАТОК Б Програмна реалізація розрахунків	126
ДОДАТОК В Програмна реалізація розрахунків	129
ДОДАТОК Г Програмна реалізація розрахунків	132
ДОДАТОК Г Модель з прогностичними значеннями показників	135
ДОДАТОК Д Програмна реалізація дендограми	136

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

Тіньова економіка – господарська діяльність, яка розвивається поза державним обліком та контролем, а тому не відображається в офіційній статистиці. «Тіньові» підприємства не перерозподіляють власних доходів до бюджетів та державних цільових фондів, вони не сплачують податків, збільшуючи власні прибутки.

ОЕ – офіційна економіка;

ПЕ – прихована економіка;

Тінізація – економічна діяльність поза офіційним сектором;

Детінізація – скорочення тіньового сектору економіки, вихід в офіційний сектор;

Економічна криза – порушення рівноваги між попитом і пропозицією на товари та послуги, що спричиняє депресивний процес в економічній кон'юктурі конкретної країни, регіональній чи світовій економіці .

ВСТУП

Актуальність роботи. Проблема тіньової економіки є актуальною впродовж всієї історії незалежності України. Згідно офіційних даних, в 2021 році рівень економіки, яка задіяна в тіні склав 32% від загального обсягу ВВП країни. За оцінками міжнародних експертів – таких як World Economic Survey, рівень нелегальної економіки складає орієнтовно 44,2% від загального ВВП України. При цьому неофіційні підрахунки оцінюють рівень тіньового сектору в межах 45-60% від загального обсягу ВВП. Показник в 50% і більше є критичним для країни, оскільки половина (або й більша) частка бюджету проходить повз державне регулювання, дане явище значною мірою перешкоджає нормальному розвитку економіки і благополуччю громадян.

До прикладу, у 2021 році рівень тіньового сектору в розвинених країнах з високим рівнем економічної стабільності не перевищує 13,5% від обсягів ВВП країни. Найменший процент економіки, що задіяна в тіні у США і складає 7,3%, у Швейцарії - 7,5%, Австрія – 8,7%, Японія – 9,6%, Великобританія – 10,3%, Канада та Німеччина – 11,2%, 12,7% у Китаї та у Франції 13,1%. [1]

Початок 2022 року назавжди залишиться темною плямою в історії України, повномасштабна війна несе в собі колосальні втрати для країни, в економічному секторі, зокрема. В умовах військової агресії по відношенню до України, очікувано, що показник неофіційного сектору економіки зростатиме, оскільки в першу чергу це питання виживання населення. Проте війна закінчиться, а проблема тіньової економіки залишиться і буде як ніколи актуальною в умовах повоєнного відновлення економіки України.

Дослідження наукової літератури. Серед основних причин процвітання тіньової економіки можна виділити високий рівень корупції, недосконале законодавство та недосконалість судової системи (як наслідок, низький рівень довіри суспільства та інвесторів до неї), нерівномірне оподаткування

учасників економічної діяльності, низький захист прав інтелектуальної власності та власності загалом. Тіньова економіка здійснюється поза законом, унеможлиблює державне оподаткування та регулювання, як наслідок створює проблему дестабілізації розвитку суспільства та економічних процесів держави. Дослідження цих небезпечних соціально-економічних процесів проводиться у З. Варналія, О.Кувшинової, І. Мазур, В. Мандибури, С. Мочерного, Ю. Харазішвілі. Різні теоретичні аспекти проблеми тіньової економіки, зокрема в контексті причинності тінізаційних процесів, вивчали зарубіжні учені Е. де Сото, П. Гутманн, В. Танзі, Ф. Шнайдер та інші.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Магістерська дисертація на здобуття ступеня магістра виконувалась в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» відповідно до планів наукових досліджень кафедри економічної кібернетики за темою «Глобалізація напрямів формування промислового потенціалу в умовах постіндустріальних трансформацій» (№ ДР 0112U007817).

Роль автора полягає у автором узагальнено та обґрунтовано вплив кризових станів на рівень тіньового сектору України, а також висунуто припущення щодо росту тінізації, як наслідок повномасштабного вторгнення.

Мета та завдання роботи. Метою роботи є моделювання взаємодії прихованого та офіційного сектору економіки, визначення процесів детінізації економіки України в умовах повоєнного відновлення. Для досягнення поставленої мети були поставлені такі завдання:

- Дослідити предметну область: явище тіньової економіки, її стан в Україні, особливості та причини виникнення;
- На основі статистичних даних визначити тенденції тінізації економіки та фактори, що сприяють;
- За допомогою економіко-математичного моделювання визначити взаємозв'язок тіньового та офіційного сектору економіки;

- Сформулювати прогноз стану економіки на найближчий період;
- Розробити рекомендації щодо можливостей зменшення тіньового сектору на повоєнний період, на основі отриманих результатів досліджень.

Об'єкт та предмет дослідження.

Предметом дослідження є вплив воєнної економіки на тінізацію економіки України. Об'єктом дослідження є тіньовий сектор економіки України.

Методи дослідження:

- аналіз наукових джерел;
- класифікації;
- регресійний аналіз;
- індукції та дедукції;
- математичний аналіз;
- систематизації;
- узагальнення.

Наукова новизна. В даній роботі вперше змодельовано процеси детінізації економіки, як мультикомпонентного процесу створення умов, необхідних для стійкого економічного зростання України в повоєнний період відновлення..

Практична значущість. Результати дослідження описані в даній роботі, можуть бути використані державою при розробці систематизованого підходу до вирішення проблеми тіньової економіки

1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ТІНЬОВОЇ ЕКОНОМІКИ

1.1 Поняття тіньової економіки

Тіньова економіка – явище, яке супроводжує людство впродовж всієї його історії. Однозначного визначення даного явища наразі не існує і в світі різні держави визначають дане явище по-своєму. В англomовних країнах можна зустріти такі терміни як підпільна, паралельна, неофіційна чи нелегальна, для французів – це прихована економіка, у Німеччині дане явище називають підпільною чи підземною економікою, у Польщі – «шаровою», на теренах пострадянського простору – необлікована, таємна чи кримінальна. Найчастіше можна зустріти визначення «тіньова економіка» в працях вітчизняних та зарубіжних дослідників. Найвідомішим вважається визначення Дж. Д. Сміта, який визначає тіньову економіку як ринкове виробництво продукції та надання послуг, як законне, так і нелегальне, що уникає відображення в офіційному ВВП [2].

Згідно чинного законодавства України, тіньова економіка визначається, як незареєстрована в установленому порядку економічна діяльність суб'єкта господарювання, яка характеризується мінімізацією витрат на виробництво товарів, виконання робіт та надання послуг, ухиленням від сплати податків, зборів (обов'язкових платежів), статистичного анкетування та подання статистичної звітності, наслідком якого є порушення законодавчо встановлених норм (рівень мінімальної заробітної плати, тривалість робочого часу, умови і безпека праці тощо) [3].

Рівень тінізації економіки, згідно методичних вказівок Міністерства економіки, обраховується на основі усередненого значення показників, що були обраховані найбільш прийнятними методами: «витрати населення – роздрібний товарооборот», фінансовий, монетарний, електричний. Метод

витрати населення – роздрібний товарооборот» полягає у виявленні перевищення витрат населення на придбання товарів над обсягами продажу товарів суб'єктами господарювання у офіційному секторі економіки. Згідно фінансового методу, обчислюється тенденція змін пропорцій між вартістю товарів, робіт чи послуг, залучених під час виробництва, та доходом підприємств. Монетарний метод оцінює співвідношення обсягів готівки до банківських депозитів у періоді. Електричний метод полягає у порівнянні внутрішнього приросту у споживанні електроенергії до приросту валового продукту.

Отже, явище тіньової економіки існує вже тривалий час, воно офіційно визначене на державному рівні і оцінюється за розробленими Міністерством економіки методиками, для подальшого усунення даної проблеми.

Слід зазначити, що дослідження тіньової економіки є досить проблемним, оскільки сама специфіка процесу передбачає приховування реальних даних, документації, звітності тощо. Тіньова економіка – процес, який доволі нескладно виокремити, проте немає можливості точно виміряти. Через існування різноманітних визначень тіньової економіки та її непомітність отримати точні дані для оцінки цього процесу на загальнонаціональному рівні дуже важко. У цій роботі ми оцінюємо розміри тінізації економіку останніх кількох років та наслідки, які вона спричинила та потенційно спричинить в умовах воєнного часу, на економіку України.

Боротьба з ухиленням від сплати податків, тіньовою економікою та неформальною (нелегальною) зайнятістю є важливими політичними цілями в країнах протягом десятиліть. Для цього потрібні знання про тіньову економіку, розмір і розвиток робочої сили в тіньовій економіці, а також про те, чому люди беруть участь у тіньовій економіці. Тому ця стаття в першу чергу стосується розміру та розвитку тіньової економіки, темної діяльності чи незадекларованих робочих місць, а також робочої сили тіньової економіки. Ухилення від сплати податків не розглядалося задля ясності предмета цього

документа. Крім того, експериментальне дослідження податкової моралі та дотримання податкового законодавства виходить за рамки цієї статті.

Більшість авторів, які намагаються виміряти тіньову економіку, все ще стикаються з труднощами її точного визначення.

Згідно з одним загальновживаним визначенням, до нього входять усі наразі незареєстровані види економічної діяльності, які роблять внесок у офіційно обчислену вартість валового продукту – «Послуги, які не виявляються в офіційних оцінках ВВП, будь то легальні чи незаконні».

Натомість одне з найширших визначень таке:

«Походить від ухилення або обходу державного регулювання, оподаткування чи контролю».

Іншим широким визначенням тіньової економіки включає незадекларовані доходи від виробництва законних товарів і послуг. Включає всю продуктивну економічну діяльність, яка, як правило, підлягає оподаткуванню, коли повідомляється державним (податковим) органам. У цій роботі використовується таке вужче визначення тіньової економіки:

Тіньова економіка включає все ринкове легальне виробництво товарів і послуг, навмисно приховане від органів державної влади з таких причин:

1. Ухилятися від сплати податку на прибуток, ПДВ та інших податків;
2. Щоб уникнути сплати внесків соціального страхування;
3. Щоб уникнути необхідності відповідати певним юридичним стандартам ринку праці, таким як мінімальна заробітна плата

Максимальна тривалість робочого часу, норми безпеки тощо.

4. Щоб уникнути дотримання певних адміністративних зобов'язань, таких як заповнення статистичних анкет або інших адміністративних форм.

Тому він не стосується типової незаконної підпільної економічної діяльності, яка відповідає ознакам класичних злочинів, таких як пограбування, пограбування та торгівля наркотиками. Ми також виключаємо неформальну економіку домашніх господарств, яка складається з усіх домашніх послуг і виробництва.

Визначення тіньової економіки відіграє важливу роль в оцінці її розміру. Маючи чітке визначення дозволяє уникнути багатьох двозначностей і суперечок. Як правило, існує два види тіньової економічної діяльності: нелегальна зайнятість і виробництво товарів. Послуги переважно споживаються вдома. Наведений нижче аналіз зосереджений на обох.

Однак він прагне ліквідувати незаконну діяльність, таку як виробництво наркотиків, злочинність і торгівлю людьми. Виробництво товарів і послуг, що споживаються в домашньому господарстві, або виховання дітей

Це також не є частиною цього аналізу. Тому він орієнтований лише на продуктивну економічну діяльність, зазвичай включаються в національні рахунки, але зберігаються підпільно для цілей оподаткування або регуляторний тягар. Така законна діяльність сприяє доданій вартості країни, оскільки вони виробляються незаконно, вони не реєструються в національних рахунках. З економічної та соціальної точки зору, м'які форми нелегальної зайнятості, такі як підробітки (наприклад, будівельні роботи на приватних будинках) та їхній внесок у загальну додану вартість можна оцінити досить позитивно.

Питання тіньової економіки досліджується протягом тривалого часу, але дебати щодо «відповідної» методології оцінки її масштабів ще далекі від завершення.

Є три способи оцінки:

1. Пряма процедура мікрорівня для визначення розміру тіні

економіки в певний момент часу. Одним із прикладів є методи дослідження.

2. Непрямі процедури, які використовують макроекономічні показники для представлення економічних показників

Розвиток тіньової економіки в часі.

3. Статистична модель, яка використовує статистичні інструменти для оцінки тіньової економіки як «непостережуваної» змінної.

Сьогодні в більшості випадків оцінка тіньової економіки є процедуру МІМІК та метод валютної претензії. Процедура МІМІС передбачає, що тіньова економіка залишається неспостережуваним явищем (латентна змінна). Причина нелегального працевлаштування. Податкове навантаження та сила регулювання та показники, що це відображають незаконна діяльність. Попит на валюту, офіційний ВВП, офіційні години роботи. Недоліком процедури МІМІС є те, що вона дає лише відносні оцінки розміру та розвиток тіньової економіки. Тому використання методу валютного попиту. Приведіть відносні оцінки до абсолютних, використовуючи два-три абсолютних значення абсолютної величини тіньової економіки. Крім того, методи дослідження (Фельд і Ларсен (2005, 2008, 2009)). Структуровані інтерв'ю (зазвичай віч-на-віч) проводяться, щоб мінімізувати кількість респондентів, які нещиро відповідають на делікатні запитання або відмовляються відповідати прямо, і респондентів повільно знайомлять із ключовими питаннями, які я звик задавати складні запитання, мета розслідування; Як це було зроблено за допомогою методу умовної оцінки (СVM) в економіці навколишнього середовища (Копп та ін., 1997), перша частина анкети має на меті сформулювати сприйняття респондентами проблеми, що розглядається. Друга частина містить запитання про діяльність респондентів у тішовій економіці, а третя частина містить їх звичайні соціально-демографічні показники. На додаток до робіт Мерца та Вольфа (1993) та Фельда та Ларсена (2005, 2008, 2009), Гінгер та ін. (2011) і німецьких Енсте і Шнайдера (2006), метод опитування

застосовується в країнах Північної Європи та Великій Британії, а також у Нідерландах (van Eck and Kazemier 1988, Kazemier 2006). З іншої сторони, анкети, що лежали в основі цих досліджень, були в цілому порівнянними за дизайном і нещодавною спробою Європейський Союз відчуває труднощі з наданням висновків усім державам-членам ЄС. Щодо порівнянності (Reпооу та ін. 2004, Європейська Комісія 2007): Опитування стають дедалі громіздкішими для різних культур. Країна підпільної економіки.

Ці два набори підходів є найбільш широко використовуваними в літературі. Кожен має свої особливості, недоліки, і оцінки тіньової економіки майже напевно є упередженими, але кращих даних наразі немає. Найцікавіше в розслідуваннях податкового законодавства

Дані базуються на фактичних податкових перевірках Служби внутрішніх доходів США (IRS) у платника податків. Програма вимірювання відповідності (TCMP) спостерігає за фактичною поведінкою платників податків щодо дотримання законодавства та використовує її для емпіричного аналізу (Andreoni, Erard, and Feinstein 1998). Підхід розрахунків IRS певним чином є ширшим, оскільки враховує ухилення від сплати податків з усіх джерел доходу. З іншого боку, два вищеописані методи спрямовані на охоплення тіньової економіки або незадекларованих робочих місць і, перш за все, вимірюють ухилення від сплати податків із трудових доходів. Але навіть дані, отримані від ТКМП, необ'єктивні. Можливо, це лише верхівка айсберга. Хоча ми маємо повні дані про недотримання податкового законодавства, таким чином, навіть неповні дані в цій області можуть дати цікаву інформацію, оскільки її немає про тіньову економіку та її масштаби, розвиток та детермінанти робоча сила тіньової економіки.

Корисною відправною точкою для теоретичного обговорення недотримання податкового законодавства є стаття Аллінгема та Сандмо (1972) про ухилення від податку на прибуток. Тіньова економіка та ухилення від

сплати податків – це не одне й те саме, але діяльність у тіньовій економіці майже завжди передбачає ухилення від сплати податків.

Немає сумніву, що фактори, які впливають на ухилення від сплати податків, такі як прямі та непрямі податки, також впливають на тіньову економіку. За словами Аллінгема та Сандмо, дотримання податкового законодавства залежить від його очікувані витрати та вигоди. Прибуток від порушення податкових зобов'язань відноситься до фізичних осіб. Граничні податкові ставки та справжній особистий дохід Для тіньової економіки індивідуальні граничні податкові ставки отримують шляхом розрахунку загального граничного податкового навантаження від непрямих і прямих податків, включаючи внески на соціальне страхування, особистий дохід.

У тіньовій економіці його зазвичай класифікують як трудовий дохід і рідше як капітал дохід. Очікувана вартість невідповідності пов'язана зі стримуванням, запровадженням державою.

Отже, недотримання податкового законодавства залежить від діяльності державного аудиту та збільшує ймовірність: виявлення та штрафи, з якими стикаються особи, коли їх спіймають, як особиста мораль це пов'язано з дотриманням законодавчих норм і може призвести до додаткових витрат, окрім чистих податкових штрафів. Управління у вигляді психічних витрат, таких як сором і жаль, а також додаткових фінансових витрат. Наприклад, вартість у разі втрати репутації.

Кананьєн та Шнайдер (2004) включають багато з цих ідей у свої моделі тіньової економіки, також враховуючи рішення щодо пропозиції робочої сили. вони беруть цей податок. Підвищення ставок явно посилює тіньову економіку, але вплив суспільних благ фінансується вплив цих податків залежить від нашої здатності отримати доступ до суспільних благ. Це включає в себе моральний аналіз. Однак ціна індивідуального недотримання моральних норм є

самооцінка також відіграє певну роль, але значною мірою захоплюється державними покараннями.

Недоліком цього аналізу є те, що він ігнорує ендогенність податкової моралі та належного управління. Натомість Фельд і Фрей (2007) стверджують, що дотримання податкового законодавства є результатом складної взаємодії між податковою мораллю та стримуванням. Хоча платникам податків повинно бути зрозуміло, які правила гри, стримування діє як підказка для оподаткування. На відміну від моралі, яку суспільство сподівається викликати (Поснер 2000), стримування може також витіснити внутрішню мотивацію сплачувати податки. Крім того, податкова мораль підвищиться не лише за умови свідомості платників податків. Суспільне благо, отримане в обмін на сплату податку, яке того варте. Воно також посилюється, коли політичні рішення щодо публічних дій сприймаються як такі, що відповідають справедливому процесу, або до них ставляться неналежним чином.

Оцінки платників податків податковими органами сприймаються як доброзичливі та справедливі. Так що податкової моралі немає, хоча екзогенно дано, стримування, якість державних інституцій та конституційні відмінності між державами. Це дає нам ряд змінних, які можуть впливати на розмір тіньової економіки, але це лише початкова точка. Регулювання ринків праці та продукції є ще більш важливим, оскільки воно передбачає визначення пропозиції робочої сили. Тому новітні теоретичні підходи пропонують проводити диференційовану політику щодо стримування зростання тіньової економіки.

Традиційні економічні теорії недотримання податкового законодавства виводять чіткі прогнози лише щодо впливу на стримування, і, як не дивно, незважаючи на наголос на стримуванні в політиці боротьби з тіньовою економікою, про його вплив мало відомо. Стримуючий вплив емпіричних досліджень. У своєму розслідуванні дотримання податкового законодавства Андреоні сказав: Ерард і Фейнштейн (1998) повідомили, що стримування є

важливим для ухилення від сплати податків, але повідомили ефект досить малий. Blackwell (2009) виявив сильний стримуючий ефект штрафів і перевірок. Експериментальне ухилення від сплати податків, але коли йдеться про тіньову економіку, доказів мало. Це пов'язано з неправильними даними щодо правової бази та періодичності перевірок. Доступний на міжнародному рівні. Зібрати навіть в ОЕСР буде важко держав-членів. Про це свідчить нещодавнє дослідження Фельда, Шмідта та Шнайдера (2007) для Німеччини. Законодавча основа дуже складна щодо розмежування штрафів і пені, покарання відповідно до тяжкості порушення, реального доходу невиконання; Крім того, від штату до штату суди давали різні вказівки щодо призначення вироків у регіонах. Крім того, податкові органи на державному рівні не розкривають, наскільки інтенсивні перевірки, місце. Фельд, Шмідт і Шнайдер (2007) використовують доступні дані про штрафи та аудити для проведення аналізу часових рядів з використанням оцінок тіньової економіки, отриманих за допомогою підходу MIMIC. Згідно з їхніми результатами, стримування не має постійного ефекту. Тіньова економіка Німеччини. Проведення тесту каузальності Грейнджера, спрямованість каузальності є неоднозначним, залишаючи простір для впливу тіньової економіки. Утримання, а не стримування тіньової економіки.

Фельд і Ларсен (2005, 2008, 2009) дотримуються іншого підходу, використовуючи незалежні дослідження. Німецькі дані. Вперше відтворено з Педерсена (2003) суб'єктивно сприйнятий ризик виявлення державними аудитами потенціалу для роботи в ми розширюємо тінь 2001 року, додаючи суб'єктивно сприйману тінь 2001 року штрафи та покарання. Штрафи та покарання не впливають негативно на тіньову економіку 2004-2007 (всього близько 8000 спостережень). В окремі роки сильно і суттєво негативно впливає лише на жінок. Для вибірки 2004-2007 рр., мінімізуючи проблеми вибірки, ймовірність виявлення становить значно негативно впливає на шанси працювати в тіньовій економіці. Він є чоловічим (і жіночим як є) і є надійним

у ряді специфікацій. Педерсен (2003) повідомив про суб'єктивно сприйнятий негативний вплив ризику виявлення. Імовірність виконання тіньової незадекларованої роботи для датських чоловіків у 2001 році (незначна), для норвезьких чоловіків у 1998/2002 (дуже значна), 16 чоловіків і жінок Швеції в 1998 році (дуже значний у 1-му, незначний у 2-му). У 2000 році у Великій Британії істотного впливу не було. Крім того, ван Ек і Каземір (1988) повідомили про суттєво негативне сприйняття прихованої участі на ринку праці в Нідерландах у 1982/1983 роках як таке, що ймовірно буде виявлено. У будь-якому з цих досліджень Передбачувані штрафи та пені включені як пояснювальні змінні. Масштабне обстеження Таким чином, німецьке дослідження Фельда та Ларсена (2005, 2009) видається найновішим і ретельним аналізом стримувальних впливів на незадекларовану працю. Загалом, це далеко не переконливий доказ належної роботи стримування. Тому що, згідно з теоретичним аналізом, поєднання перевірок і штрафів завжди важливе. Також для аргументу чистої правдоподібності. Причини непереконливих доказів стримування. Ефект обговорюється в літературі з питань дотримання податкового законодавства Андреоні, Ерардом і Файнштейном (1998). Кірхлер (2007) або Фельд і Фрей (2007). від взаємодії між податковою мораллю і стримування, і, отже, потенціал стримування, щоб витіснити податкову мораль і зробити її більш поширеною. Такі аргументи, як непорозуміння платників податків. Так само ці причини є доказами стримувального впливу на робочі місця в тіньовій економіці, переважно як останнє. Виходячи з досліджень, також можуть бути несерйозні наслідки щодо штрафів і пені.

На відміну від факторів стримування, майже всі дослідження підтверджують, що податковий тягар і тягар соціального страхування є одними з основних причин існування тіньової економіки. Відтоді викривлення загального податкового тягара викликають серйозне занепокоєння, оскільки податки впливають на вибір роботи та дозвілля та стимулюють пропозицію

робочої сили в тіньовій економіці. Чим більша різниця між загальними витрати на оплату праці та дохід після сплати податків (від роботи) у формальній економіці, стимули до зниження податкового тиску та роботи в тіньовій економіці. Оскільки податковий клин залежить від внеску/платежів на соціальне страхування та загального рівня та підвищення податків, тягарі, вони є ключовою ознакою існування та зростання тіньової економіки.

Посилення нормативних актів, таких як регулювання ринку праці та торговельні бар'єри. Трудові обмеження для іммігрантів. Ще один важливий фактор, який зменшує ступінь свободи (факультативні) для осіб, які працюють у державному господарстві. Джонсон, Кауфман і Зойдо Лобатон (1998) знайшли значні емпіричні докази впливу (трудового) регулювання на людей. Тіньова економіка - наслідки чітко визначені та раціоналізовані. Регулювання призведе до значного зростання вартості робочої сили в державному господарстві, але з тих пір більшу частину цих витрат можна покласти на працівників, але регулювання створює ще один стимул. Робота в тіньовій економіці, де їх можна уникнути Джонсон, Кауфман, Шлейфер (1997) повідомили про емпіричні дані, що підтверджують їхню модель. Чим вище загальне регулювання їхньої економіки, тим вищою є неформальна частка економіки в сукупному ВВП. Вони дійшли висновку, що забезпечення виконання є ключовим фактор тягаря, покладеного на підприємства та фізичних осіб, а не загальний обсяг регулювання – більшість із них не виконується, відводячи бізнес у тіньову економіку. Фрідман, Джонсон, Кауфман і Зойдо-Лобатон (2000) дійшли подібного висновку у своїх дослідженнях. Наявні заходи регулювання суттєво корелюють з неформальною часткою. Передбачувані ознаки економічних зв'язків очевидні: посилення регулювання корелює зі зростанням тіньової економіки.

Зростання тіньової економіки може призвести до скорочення державних доходів, що, у свою чергу, якість та кількість товарів та послуг, що надаються державою. Зрештою це може призвести до підвищення податкових

ставок для фірм та приватних осіб в офіційному секторі, що досить часто поєднується з погіршенням якості суспільних благ (таких як громадська інфраструктура) та адміністрації, з наслідком ще сильніших стимулів для участі у тіньовій економіці. Джонсон, Кауфманн і Зойдо-Лобатон (1998) представляють просту модель цих відносин. Згідно з їх висновками, менша тіньова економіка виникає в країні з вищими податковими надходженнями, досягнутими за рахунок нижчих податкових ставок, меншої кількості законів та правил та менше хабарництва, з яким стикаються підприємства. Країни з найкращим верховенством права, які фінансуються податкових надходжень також мають меншу тіньову економіку. Країни з перехідною економікою мають більш високий рівень регулювання, що призводить до значного збільшення випадків хабарництва, більш високих ефективних податків на офіційна діяльність і велика дискреційна база правил і, отже, вища тіньова економіка. Їх загальний висновок полягає в тому, що «багатші країни ОЕСР, як і деякі у Східній Європі, перебувають у «хорошій рівновазі» щодо низького податкового та нормативного тягару, значна мобілізація доходів, гарне верховенство закону та корупція, контроль та відносно невелика неофіційна економіка. Навпаки, низка країн у Латинській Америці та колишній Радянський Союз демонструють характеристики, що відповідають «поганій рівновазі»: свобода дій податкових та регулюючих органів та навантаження на фірму високі, верховенство закону слабкою, і існує високий рівень хабарництва та відносно висока частка діяльності в неофіційній економіці».

Останнім часом якість державних інститутів розглядається різними авторами як ще один ключовий фактор розвитку неформального сектора. Вони стверджують, що ефективне та дискреційне застосування податкових систем та правил уряду може відіграти вирішальну роль у рішенні про проведення незадекларованої роботи, навіть більш важливу, ніж фактичний тягар податків та правил. Зокрема, корупція бюрократії та державних чиновників, мабуть, пов'язана з ширшою неофіційною діяльністю, тоді як гарне верховенство

закону, що забезпечує права власності та примусове виконання контрактів, збільшує переваги формальності.

Отже, важливо теоретично та емпірично проаналізувати вплив політичних інститутів, таких як федеральна політична система, на тіньову економіку. Якщо розвиток неформального сектора розглядати як наслідок нездатності політичних інститутів просувати ефективну ринкову економіку, оскільки підприємці йдуть у підпілля при неефективному наданні суспільних благ, то вплив інститутів стимулювання індивіду працювати неофіційно можна оцінити. У федеральній системі конкуренція між юрисдикціями та мобільність людей діє як обмеження на політиків, тому що «вибір» індукуватиметься, які забезпечують стимули до ухвалення політики, що ближче до переваг більшості виборців. Часто ефективна політика характеризується певним рівнем оподаткування, що переважно витрачається у продуктивних громадських послугах. Насправді виробництво у формальному секторі виграє від ширшого надання продуктивних громадських послуг та зазнає негативного впливу оподаткування, у той час як виробництво у формальному секторі тіньова економіка реагує протилежним чином. У міру того, як фіскальна політика стає ближчою до переваг більшості виборців у федеральних системах, розмір неформального сектора скорочується. Це веде до гіпотеза про те, що розмір тіньової економіки має бути меншим у федеративній системі, ніж в унітарній державі, за інших рівних умов. Більше того, Теобальделлі та Шнайдер (2012) виявили, що пряма демократія надає кількісний і статистично значущий впливом геть розмір тіньова економіка. Чим більше у країні прямих демократичних елементів, тим менша тінь, економія за інших рівних умов.

На додаток до ефектів стимулювання, розглянутих раніше, ефективність державного сектору має непряме впливом геть розмір тіньової економіки, оскільки вона впливає податкову мораль, як Фельд і Фрей стверджує, що дотримання податкових вимог обумовлено психологічним

податковим договором, який тягне за собою права та зобов'язань з боку платників податків та громадян з одного боку, а й з боку держави та її податкової влади з іншого боку. Платники податків схильніші чесно платити податки, якщо вони отримують замість цінних громадських послуг. Однак платники податків чесні навіть у випадках, коли принцип вигоди оподаткування не діє, тобто для політики перерозподілу, якщо політичні рішення, що лежать в основі такої політики, дотримуються справедливих процедур. Зрештою, відіграє роль ставлення податкових органів до платників податків. Якщо до платників податків ставляться як до партнерів за (податковим) договором, замість підлеглих в ієрархічних відносинах платники податків дотримуватимуться своїх зобов'язань психологічного податкового договору легше. Крім емпіричних даних про ці аргументи, наведені Фельдом і Фреєм і Кірхлером, є всеосяжним обговорення впливу таких факторів на дотримання податкового законодавства. Що стосується впливу морального духу податків на тіньову економіку, то є нечисленна і нещодавня інформація. Доведення. Використовуючи дані про тіньову економіку, отримані за допомогою підходу MIMIC, Торглер та Шнайдер наводить найпереконливіші докази негативного впливу податку на моральний дух. Зокрема, вони порушують питання причинно-наслідкового зв'язку та встановлюють причинно-наслідковий негативний зв'язок із податковими органами морального духу до розмірів тіньової економіки, цей ефект також стійкий до включення додаткових пояснювальних факторів та специфікацій. Ці результати також узгоджуються з попередніми даними Корнер. Використовуючи дані опитування, Фельд та Ларсен також повідомляють про сильний негативний вплив податкової моралі зокрема та соціальних норм загалом. Про можливість респондентів вести незадекларовану роботу. Цікаво, за оцінками ефекти соціальних норм кількісно важливіші, ніж передбачувані ефекти стримування. Ван Ек та Казем'єр також повідомляють про незначний вплив морального духу податків на участь у прихованому ринку праці.

Теоретично корупція та тіньова економіка можуть доповнювати або замінювати одна одну. Чой і Тум представляють модель, де підприємці можуть піти в підпілля обмежує можливість корумпованого чиновника брати хабарі. Дреєр та ін. розширили модель до явної специфікації інституційної якості. Модель показує, що корупція і тіньова економіка є субститутами в тому сенсі, що існування тіньової економіки знижує схильність чиновників вимагати виплати не за гроші. Джонсон, навпаки, моделює корупцію та тіньову економіку як доповнює. У їхній моделі повної зайнятості робоча сила може бути або зайнята в офіційному секторі або у тіньовій економіці. Отже, зростання тіньової економіки завжди зменшує розмір офіційного ринку. У їхній моделі корупція збільшує тіньову економіку, оскільки корупцію можна розглядати як одну з форм оподаткування та регулювання (відведення підприємців у підпілля). Згідно з Хіббсом і Пікулеском, корумповані бюрократи можуть за хабарі заплушити очі на неофіційне виробництво, тож корупція збільшує розмір підпільного сектора. Хіндрікс також показує, що тінь економіка є доповненням до корупції. Це з тим, що у разі платник податків вступає у змову. З інспектором, тому інспектор занижує податкові зобов'язання платника податків в обмін на хабар.

Таким чином, теоретично зв'язок між корупцією та тіньовою економікою залишається нерегульованим. Однак є підстави вважати, що відносини між високими та країни із низьким доходом. У країнах із високим рівнем доходів офіційний сектор забезпечує суспільні блага. Наприклад, верховенство закону, забезпечення дотримання контрактів та захист поліції. Зазвичай лише майстри або дуже маленькі фірми мають (або беруть) можливість піти у підпілля. В цьому випадку тінь економіка прихована від податкових інспекторів та інших чиновників. Іншими словами, жодних хабарів. Необхідно чи можливо відкупитися від офіційного сектору. У країнах з високим рівнем доходу зазвичай демонструють порівняно невеликий рівень корупції - особи, які зіткнулися з корумпована посадова особа має змогу

залучити посадову особу до суду. Крім того, при високому доході країнах корупція досить часто має місце, щоб підкупити чиновників, щоб отримати (великі) контракти від державному секторі (наприклад, у будівельному секторі), які потім використовуються в офіційній, а не тіньовій економіці. Таким чином, корупція у країнах з високим рівнем доходу може бути засоби досягнення певних благ, що полегшують роботу в офіційній економіці, наприклад, одержання контракту від державного органу, одержання ліцензії (наприклад, для операційних податків, надання інших послуг чи отримання дозволу на перетворення землі на землю, «готову до будівництва»). Таким чином, у країнах із високим рівнем доходу люди беруть хабарі, щоб мати можливість займатися більш офіційними справами, економічні події. Як відзначають Шнайдер та Енсте, не менше двох третин доходу, отриманого в тіньовій економіці, одразу витрачається в офіційному секторі. Таким чином, економіка та офіційний сектор можуть доповнювати один одного. Відповідне збільшення державних доходів та підвищення якості інститутів, ймовірно, знизить корупцію. Прогноз негативного (замінного) зв'язку між корупцією та тінню економіка відповідає моделям Чой, Тум та Дрегер.

У країнах з низьким доходом, навпаки, ми очікуємо на переважання інших механізмів. Замість того, щоб частково працювати в офіційному секторі та пропонувати додаткові послуги підпільно, як у країнах із високим рівнем доходу підприємства повністю займаються підпільною діяльністю. Приклади повністю підпільних підприємств - це ресторани, бари чи перукарні, а ще більші виробничі компанії. Однією з причин цього є суспільні блага, що надаються офіційний сектор у багатьох країнах, що розвиваються, менш ефективний у порівнянні з високоприбутковими країни. Однак великі компанії порівняно легко виявити і, щоб уникнути оподаткування та покарання – їм доводиться давати хабарі чиновникам, тим самим збільшуючи корупцію.

Корупція часто має місце для того, щоб оплачувати діяльність у тіньовій економіці, щоб підприємець тіньової економіки може бути порівняно

впевненим, що його не виявлять органи державної влади. Тут тіньова економіка та корупція, ймовірно, посилюють одна одну, оскільки корупція необхідна для розширення діяльності тіньової економіки і, водночас, для підпільної діяльності. Діяльність вимагає хабарів та корупції. Щоб отримати додатковий дохід від тіні підприємець, для державних чиновників природно просити хабарі і цим отримувати вигоду з тіньового ринку. Тому в країнах з низьким доходом ми очікуємо на позитивний (доповнюючий) зв'язок між корупцією та тіньовою економікою. Це відповідає передбачення моделей Хіндрікса, Джонсона та Хіббса та Пікуліську.

Тіньова економіка – явище, яке супроводжує людство впродовж всієї його історії. Однозначного визначення даного явища наразі не існує і в світі різні держави визначають дане явище по-своєму. В англomовних країнах можна зустріти такі терміни як підпільна, паралельна, неофіційна чи нелегальна, для французів – це прихована економіка, у Німеччині дане явище називають підпільною чи підземною економікою, у Польщі – «шаровою», на теренах пострадянського простору – необлікована, таємна чи кримінальна. Найчастіше можна зустріти визначення «тіньова економіка» в працях вітчизняних та зарубіжних дослідників. Найвідомішим вважається визначення Дж. Д. Сміта, який визначає тіньову економіку як ринкове виробництво продукції та надання послуг, як законне, так і нелегальне, що уникає відображення в офіційному ВВП.

У науковій літературі існує безліч підходів до виявлення найвпливовіших детермінант тіньової економіки, які відрізняються факторами впливу та результатами ступінь їх дії та оцінка напрямів. Багато авторів вивчали тінь економіки з погляду її зв'язку з ринком праці. За словами Уайзмана (2013), причинами стають проблеми із зайнятістю в країні, високий рівень безробіття збільшення неформальної зайнятості. Вивчаючи ринок праці в Польщі, дійшли висновку, що, з одного боку, тіньова економіка факторами є податкові заворушення на офіційному ринку праці, а з іншого відсутність

попиту деякі професії на офіційному ринку. Ще одним фактором, що спостерігається з погляду впливу на тіньову економіку, є рівень довіри до уряду та належне управління. Теобальделлі та Шнайдер (2013), Іпатов та ін. (2018) підтвердили, що країни, де фіскальне регулювання економіки здійснюється на демократичній основі, має нижчий рівень тіньової економіки. Крамплайт (2008) на прикладах закордонного досвіду показує, що країни з високим податковим навантаженням (52-55%) більш конкурентоспроможні та мають невелику суму тіньової економіки (Швеція, Данія, Фінляндія). Країни з відносно низьким податком тягар (до 20%) посідає тіньову економіку понад 60% ВВП (Грузія, Мексика). Загалом для більшості промислово розвинених країн на рівень тіньова економіка: податкове навантаження та надмірні відрахування на соціальне страхування; частота та інтенсивність регулювання офіційно зареєстрованої економіки, надзвичайно жорстке регулювання ринку праці з невчасним виходом на пенсію, зростанням безробіття норма та обмеження можливого робочого часу на тиждень, що визначають пошук нелегальної роботи. Зазвичай, країни з високим рівнем тіньової економіки демонструють низький рівень. Готовність платити податки, що визначаються корупцією, толерантністю держави та низькою повагою та лояльністю до громадських організацій. Аналізуючи країни Центральної та Східної Європи, включаючи країни Балтії, вчені вказують і інші причини, вказати тіньову економіку: некомпетентність офіційних інституцій (правові акти, бюрократія, судова практика); корупція, що підриває довіру до уряду; слабка реалізація законодавства, неможливість чи небажання захищати майно права; високі витрати на розвиток бізнесу та навантаження на адміністрування бізнесу; низька ймовірність того, що цього можна уникнути, якщо ухилятися від сплати податків або нелегальна робота; надзвичайно висока бюрократія і рівень тіньової економіки пояснюється таким такі фактори, як швидкість обігу робочої сили, обсяг міжнародної торгівлі, кредитування приватного сектору та індекс свободи бізнесу. Обмеження приватного сектор кредиту є визначальними чинниками, які впливають масштаби тіньової економіки.

Згідно чинного законодавства України, тіньова економіка визначається, як незареєстрована в установленому порядку економічна діяльність суб'єкта господарювання, яка характеризується мінімізацією витрат на виробництво товарів, виконання робіт та надання послуг, ухиленням від сплати податків, зборів (обов'язкових платежів), статистичного анкетування та подання статистичної звітності, наслідком якого є порушення законодавчо встановлених норм (рівень мінімальної заробітної плати, тривалість робочого часу, умови і безпека праці тощо).

Рівень тінізації економіки, згідно методичних вказівок Міністерства економіки, обраховується на основі усередненого значення показників, що були обраховані найбільш прийнятними методами: «витрати населення – роздрібний товарооборот», фінансовий, монетарний, електричний. Метод витрати населення – роздрібний товарооборот» полягає у виявленні перевищення витрат населення на придбання товарів над обсягами продажу товарів суб'єктами господарювання у офіційному секторі економіки. Згідно фінансового методу, обчислюється тенденція змін пропорцій між вартістю товарів, робіт чи послуг, залучених під час виробництва, та доходом підприємств. Монетарний метод оцінює співвідношення обсягів готівки до банківських депозитів у періоді. Електричний метод полягає у порівнянні внутрішнього приросту у споживанні електроенергії до приросту валового продукту.

Отже, явище тіньової економіки існує вже тривалий час, воно офіційно визначене на державному рівні і оцінюється за розробленими Міністерством економіки методиками, для подальшого усунення даної проблеми.

Слід зазначити, що дослідження тіньової економіки є досить проблемним, оскільки сама специфіка процесу передбачає приховування реальних даних, документації, звітності тощо. Тіньова економіка – процес, який доволі нескладно виокремити, проте немає можливості точно виміряти. Через існування різноманітних визначень тіньової економіки та її непомітність

отримати точні дані для оцінки цього процесу на загальнонаціональному рівні дуже важко. У цій роботі ми оцінюємо розміри тінізації економіку останніх кількох років та наслідки, які вона спричинила та потенційно спричинить в умовах воєнного часу, на економіку України.

Даний процес можна класифікувати наступним чином:

1. За видом тіньової діяльності (кримінальна, нелегальна, фіктивна, неформальна);
2. За причиною виникнення (правові заборони, відсутність правових обмежень, високими податками чи митними тарифами, злочинними цілями);
3. За суб'єктами походження (кримінальні та некримінальні);
4. За способами отримання доходів (нелегальна карно-кримінальна діяльність, нелегальна криміналізована діяльність, легальна діяльність з кримінально-асоціальним нахилом, легальна діяльність);
5. За джерелом походження (засоби, які мають кримінальне походження, засоби, що отримують за рахунок держ. майна, засоби, що отримуються за рахунок корупційних державних структур, отримані шахрайським шляхом засоби);
6. За орієнтацією споживача (задоволення попиту легальних потреб, задоволення нелегальних потреб або за вадами споживача – наркобізнес, алкобізнес, ігровий бізнес, проституція тощо);
7. За формами відтворення (споживання, надання послуг, виробництво, «чорний ринок»);
8. За сферами економічної діяльності (біржова діяльність, комерційна діяльність, банківська, діяльність у сфері кредитування, інвестування);
9. За криміногенністю (економічна злочинність, злочинність у сфері тіньової економіки (не включає економічну), кримінальна

економічна діяльність).

Різноманітність видів та форм явища тіньової економіки підкреслює його універсальність. Тінізація певних економічних процесів властива суспільству на всіх етапах його розвитку.

Проблему тінізації слід розглядати одночасно в призмі двох аспектів, а саме економічному та юридичному. Перший визначає негативний фактор впливу на економічну структуру на макро- та мікрорівнях, економічну політику, розподіл та використання економічних ресурсів. Тоді як другий, юридичний, аспект оцінює наскільки ті чи інші дії, вчинені «в тіні», розходяться з загальноприйнятими чи затвердженими державою правовими нормами. Можливо також розглядати дану проблему і зі статистичного боку – оцінювати вплив даного явища в цифровому еквіваленті або краще сказати його відсутності в офіційній статистиці.

1.2 Причини виникнення та структура тіньової економіки

Явище тіньової економіки виникає разом із появою товарно-грошових відносин, воно існує і розвивається паралельно з легальною економікою і є невід’ємною частиною усіх держав світу, але в залежності від ефективності економічної та правової політики виражене в різній мірі.

Існування тіньової економіки зумовлено низкою причин, серед основних можна виділити наступні: соціально-економічні, політичні, правові та морально-етичні.

До *соціально-економічних* причин можна віднести:

- *Низький рівень життя населення.* До прикладу, за даними міжнародного проєкту Numbeo [4], який щорічно складає рейтинг якості життя, у Львові індекс якості життя склав 121,29 (найвищий по Україні), у

Харкові – 108,8, в Одесі – 107, 37, у Києві – 106, 75 та 96,1 у Дніпрі. Загалом по Україні індекс якості життя склав 112,6 і є показником нижче середнього, у загальному рейтингу Україна зайняла 60 місце на рівні з країнами Африки та Азії. Автори оцінюють рівень якості життя за наступними критеріями: клімат, рівень забруднення довкілля, купівельна спроможність населення, співвідношення цін на житло і доходу, вартість життя, рівень безпеки, якість охорони здоров'я, час у дорозі на роботу;

- *Кризовий стан економіки.* Згідно даних Мінфін [5] з 2012 по 2021 рік ВВП щорічно зменшується;

- *Економічна нестабільність;*

- *Високий рівень оподаткування.* Кожен працевлаштований українець платить 41,5% податків (22% - ЄСВ, 18% - податок на доходи фізичних осіб і 1,5% - військовий збір) і 20% - ПДВ, податки нараховуються на усіх однаково, незалежно від рівня доходів, тоді як в економічно розвинених країнах податкова ставка коливається від 29% до 76% і зважується відповідно до доходів індивіда та(або) домогосподарства, його соціального статусу та багатьох інших факторів. Також тривалий час в Україні не було розмежування в оподаткуванні між малим, середнім та великим бізнесом;

- *Неефективна діяльність держави.*

Політичними причинами вважаються:

- *Політична нестабільність.* Протягом 31 року незалежності в Україні відбулось 2 революції, одна з яких з кардинальною зміною влади, а також постійна військова агресія з 2014 року;

- *Корупція.* Рівень корупції в Україні надзвичайно високий і розповсюджений в багатьох галузях на різних рівнях, хоча й має спадну тенденцію впродовж останніх років. Приміром, у 2018 році було зареєстровано 10,7 тис. корупційних злочинів, у 2019 – 9,7 тис., у 2020 році – 11,1 тис. (більш детально буде розглянуто в розділі 2.2) та 6,6 тис. у 2020 році.

Серед правових виділяють:

- Недосконала діяльність з боку правоохоронних структур у боротьбі з незаконною та кримінальною економічною діяльністю;

Морально-етичним фактором вважається лояльне ставлення до тіньового сектору економіки з боку суспільства.

Тіньовий сектор економіки, як і будь-яка діяльність, має свою певну структуру. До структурних елементів тіньової економіки можна віднести:

Неформальну економіку. Також можна назвати домашньою економікою – це такий сектор діяльності, що не обмежений законом і не порушує його, проте дана діяльність фактично незареєстрована і не входить до статистичної звітності економічної діяльності.

Приховану економіку. Також відома як позаподаткова економіка, тобто легальна економічна діяльність, яка частково або цілком уникає оподаткування.

Підпільну або кримінальну економіку. Відповідно до назви – це економічна діяльність, яка діє всупереч законодавства.

Суб'єктом тіньового сектору економіки, як і суб'єктом легального сектору є особи, що прагнуть до максимізації прибутків, при обмежених ресурсах. Основна відмінність полягає у ризику бути покараним за деструктивну діяльність для суб'єктів тіньового сектору.

Об'єктом тіньового сектору може бути будь-яка економічна діяльність, що здійснюється поза межами статистичної економічної чи податкової звітності або виходить за межі чинного законодавства.[6]

1.3 Негативні фактори тінізації економіки та переваги

На підсвідомому рівні ми розуміємо, що високий рівень тіньової економіки – це погано для економіки офіційної. Це несплачені податки і недоотримані гроші до бюджету, процвітання корупції і соціальна незахищеність працівника "тіньової" сфери. МЕРТ називає й інші негативні фактори, які безпосередньо пов'язані з тінізацією економіки. Такі, як спотворення механізмів дії законів і інструментів ринку, низька ефективність державних інститутів тощо. Однак економісти вважають, що в існуванні тіньової економіки є і свої плюси. Як мінімум, для населення країни.

Зрозуміло, що тіньова економіка є одним з найвагоміших стримуючих факторів на шляху до економічного розвитку.

В першу чергу, через приховування суб'єктами економічної діяльності від держави, остання втрачає податкові надходження, відповідно ускладнюються процеси виконання фінансових зобов'язань державою. В свою чергу, щоб усунути дестабілізуючий фактор, держава посилює податковий тиск і ми повертаємось до фактору, описаному в пункті 2 даного розділу.

По-друге, скорочується інвестиційний ресурс. Основним пунктом економічної діяльності «в тіні» є неофіційне працевлаштування, оскільки індивіди вважають, що «вигідніше» отримувати заробітню платню, яка не підлягає оподаткуванню, проте в той же час пригнічують власний добробут, втрачаючи майбутні пенсії, роботодавці часто нехтують лікарняними, скорочують терміни відпустки, змушують працівників працювати понаднормово. Через негативне ставлення до оподаткування власних доходів люди нехтують якістю власного життя.

До тіньового сектору також можна віднести усю нелегальну та злочинну діяльність, яка просто не може існувати в офіційному секторі

економіки – це виробництво та реалізація зброї, наркотичних речовин, проституція тощо.

Високий рівень тіньового сектору економіки викликає недовіру до влади та правоохоронних структур, хоча зазвичай проблема розповсюджена на усіх рівнях суспільства від неофіційно самозайнятих до масштабних корупційних схем.

Добробут населення країни і окремої особи зокрема, вивчали багато науковців. Різні економічні теорії, від утопічних соціалістів до найновіших сучасних ідеологій, по-своєму підходили до тлумачення поняття добробуту. Всі представники цих теорій погоджувались з тим, що добробут людини характеризує її щастя та задоволеність від життя. Однак проблема полягала в оцінюванні величини добробуту окремої людини і суспільства в цілому. Вперше багатство і добробут з позицій суспільства і з позицій окремого індивіда став розглядати англійський економіст Генрі Сіджвік. Він вказує, що одні і ті ж поняття мають різне значення залежно від мікро- чи макроекономічного рівнів їхнього аналізу. Потреби особи можуть відрізнитись від інтересів суспільства і навіть вступати з ними у конфлікт. Ринкова саморегуляція не завжди ефективно вирішує деякі проблеми в суспільстві. Особливо це стосується системи розподілу доходів. На його думку, в багатьох випадках, зокрема і для поліпшення добробуту населення країни потрібне втручання держави. Більш рівномірний розподіл доходів між людьми, перерозподіл їх на користь бідних верств населення підвищує рівень суспільного добробуту.

Кращий добробут має не тільки населення цієї країни, у якій розподіл доходів між її членами більш рівномірний порівняно з іншими країнами, але й якщо в ній кращі характер і умови праці, безпека і житлові умови, більш якісні та доступніші освіта, медичне обслуговування і відпочинок, менш забруднене навколишнє середовище і т. п. Неможливість кількісно виміряти величину загального добробуту населення певної країни привело А. Пігу до думки

оцінювати тільки економічні його аспекти. В результаті, частину суспільного добробуту, яку можна виразити у грошовому еквіваленті, він назвав економічним добробутом. Для його вимірювання А. Пігу запропонував використовувати національний дохід, чи конкретніше, ВВП на душу населення.

Використання вказаного показника як мірила економічного добробуту має низку недоліків, на що неодноразово вказувало багато науковців. Тому враховуючи ці недоліки, американські вчені Джеймс Тобін і Вільям Нордгауз запропонували використовувати для цього свій Показник (міру) Економічного Добробуту (Measure of Economic Welfare, MEW), для розрахунку якого вони від величини ВВП віднімали вартісну оцінку негативних чинників, які пов'язані з виробництвом (забруднення повітря і води, шум і перенаселення в містах тощо), і додавали грошову оцінку неринкових операцій (робота в сфері домашніх господарств, включаючи такі послуги, як приготування їжі, підтримання житлових приміщень у чистоті, виховання дітей, догляд за немічними тощо), вартість продукції, створеної тіньовим сектором економіки, а також вартісну оцінку дозвілля та покращення якості товарів. Пол Самуельсон, який продовжив дослідження вказаної проблематики, назвав цей показник Чистим Економічним Добробутом (ЧЕД). Таким чином, від обсягів тіньової економіки в країні суттєво залежить величина її показника ЧЕД. Безумовно, що чим більші тіньові доходи певної особи, тим кращий її економічний особистий добробут і добробут її сім'ї. Збільшення обсягів тіньової економіки в країні при незмінних обсягах офіційної економіки веде до зростання доходів її громадян і покращення економічного добробуту суспільства в цілому. Однак тіньові процеси по-різному впливають на доходи різних громадян. Це залежить від країни, особи і від самих обсягів тіньової економіки в цій країні. Розглянемо детальніше, як впливають тіньові процеси на доходи і економічний добробут підприємців, найманих працівників та

інших громадян України, як це відбивається на загальному економічному добробуті українського суспільства.

Тіньовий сектор існує в економіці кожної країни. Однак обсяги його відрізняються від країни до країни. До цього сектора економіки відноситься всяка економічна діяльність, яка не є офіційною. Можна виділити три структурні елементи тіньової економіки: неформальна економіка, прихована економіка і підпільна (кримінальна) економіка. До неформальної складової тіньової економіки відноситься вся дозволена, але формально не зареєстрована економічна діяльність. Її не фіксують у статистичній звітності і суміщають переважно з домашньою економікою. Прихована економіка це та частина економічної діяльності, яку з метою ухиляння від сплати податків спеціально не відображають у статистичній звітності, результатом чого є зменшення податкових надходжень до державного бюджету і недостатність його коштів для державного стимулювання економічного зростання. Підпільна економіка пов'язана з забороненою діяльністю, яка стосується виготовлення і збуту наркотиків, торгівлі зброєю, займання проституцією і рекетом, контрабанди товарів і продажу краденого, що негативно впливає на розвиток країни.

Незважаючи на значні негативні наслідки тіньової економіки в державі, вона має і позитивні сторони. Вона виконує роль певного стабілізатора економіки. Порівняно з офіційною, тіньова економіка є більш гнучкою і динамічною, швидко реагує на потребу структурних змін в економіці, розширює можливості зайнятості населення тощо. Особливо це проявляється під час економічної кризи, коли офіційні доходи більшості громадян суттєво зменшуються.

Слід наголосити, що в Україні обсяги тіньової економічної діяльності досить великі. За різними підрахунками тіньовий сектор займає від 30 до 60 % всієї економіки нашої країни. Зокрема, згідно досліджень Світового банку, тінізація економіки України в 2010 р. становила 58,7 % ВВП. За результатами

досліджень міжнародної Асоціації дипломованих сертифікованих бухгалтерів (АССА), які присвячені оцінюванню і прогнозуванню розвитку тіньової економіки, обсяг цієї економіки в Україні у 2016 р. складав 1 трлн 95,3 млрд грн. або 45,96 % від ВВП країни.

Визначимо лідерів тіньового сектору. На кінець 3 кварталу 2021 трійка лідерів виглядає так. Найбільший рівень тіні у фінансовій та страховій сфері – 56%. Головна причина – ці компанії використовують при оптимізації податків. Далі йде видобувна промисловість – 49%. Робота навіть на офіційних шахтах небезпечна, що вже говорити про стихійні, але коли вибору немає – працюють там. Так само варто не забувати про нелегальний видобуток бурштину. На цьому заробляють мільйони доларів і блокують всі спроби легалізації видобутку. Третій великий тіньовий сектор – операції з нерухомістю – 47%. Сюди входять як оренда житла без будь-якого оформлення, так і продаж нерухомості за схемою “частина офіційно – частина на руки”. Зараз економіка поступово виходить з тіні, найбільший відсоток зниження в будівництві – 12%. Єдиний сектор, де обсяг незаконної діяльності збільшився – сільське, лісове і рибне господарство. Але як і раніше в цьому секторі більша частина продукції проводиться офіційно – 92%. І ось ми підійшли до головного: чому ж тіньова економіка – це не так погано, як нам кажуть.

Попри перераховані раніше фактори тінізації, що мають негативний ефект на економічний сектор, слід зазначити, що є і позитивні. Проте звертаємо увагу, що це скоріше виключення в умовах кризових станів і тіньова економіка – явище, яке має бути зведене до мінімуму для нормального стабільного економічного розвитку держави.

В першу чергу діяльність у тіньовій економіці дозволяє запобігти банкрутству у приватних осіб або цілих підприємств, при цьому не припиняючи свою діяльність. По-друге, дане явище забезпечує зайнятстю певну частину населення, що полегшує певне навантаження на державу у

кризовий період. В тіньовому секторі формується недержавна фінансова подушка для вирішення соціальних потреб.

Насправді учасники тіньової економіки теж платять податки. Тіньова і офіційна економіка постійно перетинаються, і навіть працівники тіньового сектора платять податки зі своїх доходів. Наприклад, на офіційно працюючому підприємстві частина зарплати видається в конверті. Його працівник купив в супермаркеті продукти і заплатив 20% ПДВ. Більш того, він може купити більше товарів, тому що в реальності у нього більше грошей, ніж отримано офіційно.

Тіньова економіка забезпечує гнучку систему працевлаштування. Особливо це важливо для студентів. Стипендія занадто маленька, і щоб не просити гроші у батьків, часто студенти намагаються десь підробити у вільний час. В Україні і так складно з роботою, а з гнучким графіком ще складніше. Тому саме тіньовий сектор, в якому можна знайти разову роботу, дозволяє отримати додатковий заробіток і збільшує потік коштів в легальну економіку.

Тінь допомагає виживати в кризу. Одна з найважливіших переваг тіньової економіки – це її роль за часів економічної кризи. З її настанням багато компаній закриваються, деякі просто скорочують виробництво. Через це на вулицях з'являється безліч безробітних. Але оскільки всім хочеться їсти, кожен з них намагається десь прилаштуватися бодай на час. Хтось починає займатися бізнесом і з різних причин не реєструє його. Інші йдуть до них працювати, адже в офіційному секторі роботи все менше і менше, а в сірому – повно вакансій, хоч там і немає ніяких соціальних гарантій.

Якби не тіньовий сектор, то багато хто сидів би без роботи або пішли б на біржу праці. Тобто не приносили б доходи в бюджет і отримували б соціальні виплати з бюджету. А під час кризи таке додаткове навантаження бюджету не потрібне.

Тіньова економіка неоднозначна. Хоч в ній і втрачається частина ВВП, зате вона допомагає пережити економічні проблеми з мінімальними втратами. Важливо лише тримати її в розумних межах, хоча б на рівні Європи – 18%.

Тобто, єдиним більш-менш позитивним ефектом можна зазначити, що в кризові для держави моменти, населення має певні фінансові збереження для існування та зменшення навантаження безробітних.

Висновки до розділу

У першому розділі дисертаційного дослідження розглянуті теоретичні аспекти тіньової економіки. Проведений аналіз дозволяє сформулювати наступні висновки:

1. Тіньова економіка є зворотною стороною легальної економіки, вона «вбудована» в офіційну господарську діяльність суспільства і спрямована на незаконний перерозподіл доходів, на максимальне отримання незаконного прибутку. Тіньова економіка відноситься до економічної діяльності, яка знаходиться за межами сфери регулювання та здійснюється за певними правилами й законами (не офіційними). Ця діяльність, як правило, ніде офіційно не фігурує, а отже, не підлягають оподаткуванню і її фінансові операції, які не враховуються при розрахунку валового внутрішнього продукту. Виділимо критерії, які дозволяють інтерпретувати економіку як тіньову: поперше, це здійснення діяльності, яка не контролюється офіційно та приховується від контролюючих органів суб'єктами підприємництва; по-друге, це здійснення діяльності, яка направлена на отримання вигоди у формі незаконного привласнення економічних благ та прав на економічні блага. Таке розуміння тіньової економіки хоча й не змінює обсяг даного поняття, але дає нам більш конструктивне уявлення про його структуру, що має значення для розробки напрямів боротьби з тіньовою економікою як загрозою економічній

стабільності України.

2. В ході дослідження генези розвитку поглядів на сутність тіньової економіки було виокремлено три історичні етапи. Перший етап (з 1970 по 1990 роки) можна охарактеризувати накопиченням інформації, присвяченої тіньовій економіці, її осмисленням та аналізом. У цей період світ побачили основоположні праці К. Харта, А. Каценелинбойгена, Г. Гроссмана, Е. Фейга, Е. де Сото та багатьох інших. Другий етап (з 1990 по 2000 роки), присвячений історії становлення поглядів на тіньову економіку, ми пов'язуємо з розпадом СРСР та зміною соціально-політичної ситуації в новоутворених країнах. У цей період на території СНД з'являється ціла плеяда робіт, присвячених тіньовій економіці. Серед них можна виділити роботи А.В. Базилюка, В.М. Бородюка, Ю.В. Латова, Ю.М. Попова, Т.І. Приходько, С.О. Коваленко, М.Є. Тарасова, О.В. Турчинова, Д.В. Фролова та ін. Третій етап (з 2000 року по теперішній час) характеризується дослідженнями тіньової економіки на міждержавному рівні міжнародними організаціями та спільнотами. В Україні, починаючи з 2000 року, систематично захищаються дисертаційні роботи, які розкривають різні аспекти тіньової економіки (С.О. Коваленко (2000), В.О. Гончарова (2001), Н.Є. Поліщук (2003), Б.П. Тимченко (2003), О.А. Фрадинський (2006), В.Н. Серафимов (2007), С.В. Кирпа (2012), О.С. Рибчак (2011), І.М. Слинько (2013), І.С. Вінничук (2015), О.М. Холковський (2016), О.О. Леонова (2019), В.В. Кубатко (2019) та ін.). Новітні дослідження, в ролі головного посилу, вказують на необхідність врахування тіньового сектору при прогнозуванні розвитку всієї економіки України.

3. Аналіз тенденцій розвитку тіньової економіки дозволив виявити фактори, які викликають розвиток тіньової економіки. Ці фактори можна об'єднати в декілька груп за сферами прояву: економічні (високий податковий тягар, висока частка державного сектора в економіці, надмірна регламентація економічної діяльності, неефективна система управління економікою, економічна нестабільність та ін.); політичні («флюгерна» влада, політична

нестабільність та ін.); соціальні (розшарування суспільства, зменшення доходів населення, падіння рівня і якості освіти, погіршення соціального фону, безробіття та ін.); правові (недосконалість та постійні зміни правової бази, диференціація населення при дотриманні норм законів та ін.). Основним фактором появи тіньової економіки у світі стали обмеження ринку та природа ринкових відносин.

2 МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ПРИХОВАНОГО ТА ОФІЦІЙНОГО СЕКТОРУ ЕКОНОМІКИ. ПОБУДОВА ПРОГНОЗУ В УМОВАХ ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ

2.1 Аналіз тіньової економіки в Україні

На рис.2.1 наведена діаграма, що відображає інтегральний показник рівня тіньової економіки від обсягу загального ВВП в Україні в період 2010-2021 років.

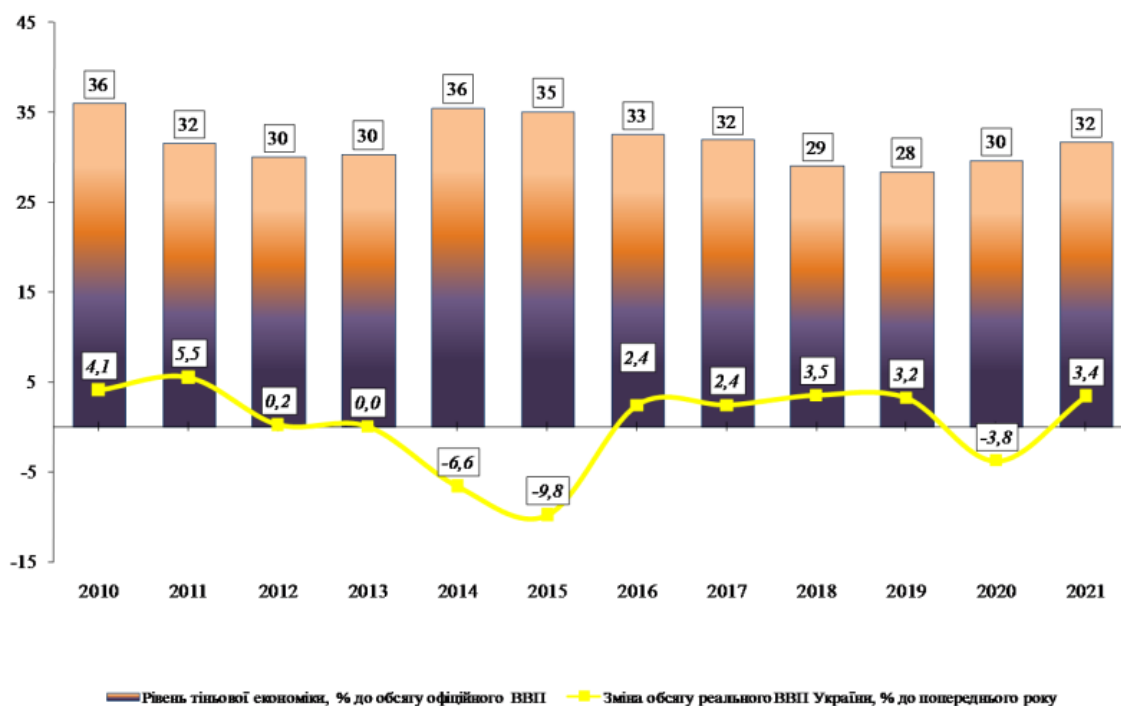


Рисунок 2.1 – Інтегральний показник рівня тіньової економіки в Україні (у % від обсягу офіційного ВВП) і темпи приросту/зниження рівня реального ВВП (у % до відповідного періоду попереднього року)

Джерело: [28]

З огляду, на дані дослідження Міністерства економіки, можна виділити два періоди, коли рівень тінізації почав зростати – це 2014 та 2020 роки. Очевидним є припущення, що кризові ситуації державного рівня спричиняють поглиблення проблеми, що розглядається.

2014 рік став першим серйозним «струсом» для української економіки, через початок бойових дій внутрішньо переміщеними особами вимушені, згідно даних Агентства ООН у справах біженців, були стати більше 275 тис. осіб, яким держава забезпечила пільги в навчанні, пошуку житла. Також слід зауважити, що досить велика частка людей втратила роботу через вимушене переміщення та закриття таких підприємств як Алчевський металургійний комбінат, Донецький металопрокатний завод, Донецький електрометалургійний завод, Стахановський феросплавний завод, Кримський Содовий завод. Зі 150 вугільних шахт 115 розміщено на тимчасово окупованих територіях. Великий стрес для переселенців, втрата всього нажитого в попередні роки майна, сприяло швидкому пошуку роботи, в якому часто ігнорувався факт легальності та прозорості заробітку. Утворення неконтрольованих території сприяють розвитку контрабанди, хабарництва та незаконних махінації на кшталт того, що наразі розглядаються в вугільній справі Медведчука-Порошенка, належне розслідування яких унеможливило наявність військових дій та відсутність державного регулювання на територіях. Тобто проблема тінізації економіки в умовах військової агресії зростає і просочується на усі рівні суспільства від робочого класу до державного управління.

Другим потрясіння для української економіки, як і для світу в цілому, стала коронавірусна криза 2020 року. Серйозні обмеження сектору надання послуг та обмеження виробничої активності загалом на початку локдауна потягнуло за собою збільшення рівня безробіття та серйозні збитки для багатьох видів економічної діяльності. Ускладнення економічної діяльності в умовах протиепідемічних заходів, призвело до природнього бажання суб'єктів

господарювання вберегти свої доходи та бізнес в цілому, що спричинило черговий сплеск тінізації економіки. Найбільше частка тіньового сектору зросла у наступних видах економічної діяльності: 1. "Операції з нерухомим майном" (на 17 в. п., до 41% від валової доданої вартості у ВЕД). 2. "Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність" (на 14 в. п., до 48%). 3. У добувній промисловості і розробленні кар'єрів (на 9 в. п., до 41%). Водночас у фінансовій і страховій діяльності зафіксована тенденція до скорочення тінізації - на 4 в. п., до 23% від обсягу валової доданої вартості у ВЕД. Криза COVID-19.

З огляду попереднього досвіду описаних у попередньому розділі кризових ситуації для економіки України, логічною є думка, що повномасштабне вторгнення сприятиме черговому сплеску тінізації. Падіння ВВП, величезні витрати державного бюджету на утримання армії, руйнування підприємств, складів та інфраструктури внаслідок ворожих атак, втрата робочих місць громадянами, станом на вересень 2022 6 млн українців є внутрішньо переміщеними особами, а 7 млн (за найменшою оцінкою) – перебувають поза межами України, останні сприяють вивезенню валютних запасів закордон – зазначені фактори негативно впливають на економічну ситуацію в країні. Підрив економічного становища та інфляція змушують громадян шукати шляхи до виживання, економії, обходу податкової системи, корупції. За словами кандидата економічних наук, директора Інституту еволюційної економіки Ігоря Макаренка на червень 2022 року рівень тіньової економіки в Україні зріз близько до 50% і в умовах військової агресії утримувати цей показник майже неможливо, бо це питання виживання народу.

2.2 Модель «хижак-жертва» для оцінки взаємодії прихованого та офіційного сектору економіки

Модель «хижак-жертва» – являє собою систему двох звичайних диференціальних рівнянь першого порядку, що описує динаміку чисельності популяції з одним типом хижаків і одним типом жертв.

Визначальною рисою даної моделі є те, що її розв'язком є автоколивання. Вперше модель «хижак-жертва» була запропонована незалежно один від одного вченими Альфредом Джеймсом Лоткою та Віто Вольтеррою в 1925 та 1926 роках відповідно [25].

Класичну математичну модель «хижак – жертва» Лотки-Вольтерри використовують в багатьох галузях науки і техніки. Головними її перевагами є відносна простота застосування, універсальність в процесі описування поведінки складних систем, що працюють в режимі автоколивань одночасно поєднана із сильною нелінійністю [26].

В межах даного дослідження за мету обрано запропонувати математичну модель оцінки взаємодії прихованого та офіційного сектору економіки. Розрахунки обчислено за допомогою пакету Statgraphics Centurion.

Так, в умовах сьогодення нажаль спостерігається ситуація, коли прихована (тіньова) економіка (ПЕ) є постійним супутником офіційної економіки (ОЕ), що чинить негативний вплив на загальний стан національної економіки, фінансової системи та на міжнародне становище України.

В загальному з метою зменшення обсягів тіньової економіки, а отже й мінімізації негативних її наслідків доцільно навчитися керувати прихованою економікою, що може бути досягнуто лише завдяки побудові раціональної моделі співвідношення та взаємодії прихованої та офіційної економіки.

За своїм змістом офіційна і прихована економіки є конкуруючими секторами. Саме це й зумовлює доцільність застосування саме моделі «хижак-жертва».

В даному випадку в ролі жертви визначаємо офіційну економіку (ОЕ), а хижака – приховану економіку (ПЕ).

Змінною $x_1 = x_1(t)$ описується обсяг ОЕ суспільства, $x_2 = x_2(t)$ – обсяг ПЕ.

$$\dot{X}_1 = a_1x_1 + b_{12}x_2x_1 + c_1x_1^2,$$

$$\dot{X}_2 = a_2x_2 + b_{21}x_1x_2 + c_2x_2^2.$$

Вивчення механізму співіснування ОЕ і ПЕ економіки суспільства за допомогою площинних динамічних моделей замало. Доцільно до даної моделі долучати третє рівняння, яке певним чином урахувало б владні рішення (так званий адміністративний ресурс). У нашому випадку матимемо наступне. Для офіційної економіки, яка описується змінною $x_1 = x_1(t)$, швидкість $\dot{x}_1 = x_1(t)$ змінюваності її обсягу відображатиметься диференціальним рівнянням:

$$\dot{X}_1 = a + bx_1 + cx_1x_2x_3,$$

де a – відтворює факт існування економіки за будь-яких умов;

bx_1 – самодостатність економіки (тобто зростати або перебувати стані рецесії);

$cx_1x_2x_3$ – змінна $x_2 = x_2(t)$ описує обсяг прихованої економіки (ПЕ), а $ax_3 = x_3(t)$ відповідає владним рішенням (адміністративному ресурсу – менеджменту); міра білінійної взаємодії складових економічного розвитку суспільства відображається числовим коефіцієнтом.

Динаміку функціонування прихованої економіки опишемо диференціальним рівнянням:

$$\dot{X}_2 = -dx_2 - ex_1x_2x_3,$$

де $-dx_2$ має від’ємний коефіцієнт і зазначає принципову неможливість самостійного існування ПЕ;

$-ex_1x_2x_3$ також від’ємний та відображає прагнення держави організувати

взаємодію складових економічного розвитку суспільства так, щоб уникнути зростання прихованої економіки;

величина e – числовий параметр міри взаємовпливу системоутворюючих даного процесу.

Ефективність напрямів боротьби з тінізацією економіки, тобто їх вплив на поведінку обсягів ОЕ і ПЕ будемо описувати диференціальним рівнянням:

$$\dot{x}_3 = -hx_3 + R,$$

де $-hx_3$ виразу справа вказує, що самі по собі напрями впливу на боротьбу з тінізацією економіки існувати не можуть;

R , уособлюючи собою законодавчу базу, правові аспекти співіснування ОЕ і ПЕ, має сприяти підвищенню ефективності управлінських рішень влади щодо економіки. Звісно, ця величина може бути не лише константою, але фігурувати як функціональна залежність.

Отже, сукупність наведених вище рівнянь утворює динамічну модель співіснування легальної та тіньової економіки суспільства під дією управлінських рішень влади:

$$\dot{x}_1 = a + bx_1 + cx_1x_2x_3,$$

$$\dot{x}_2 = -dx_2 - ex_1x_2x_3,$$

$$\dot{x}_3 = -hx_3 + R.$$

Адаптивний характер динамічної моделі нелінійної економічної динаміки проявляються в тому, що за рахунок знаків коефіцієнтів все ж таки описується стан як економічного розвитку, так і можливої рецесії економіки суспільства загалом.

Гнучкість структури динамічної моделі має місце і тоді, коли потребується розглядати окремо режим економічного зростання ОЕ або нарощування ПЕ у суспільстві. Для здійснення обчислювального експерименту в економіці перейдемо від концептуальної моделі до безрозмірної динамічної математичної моделі.

Здійснюючи заміну змінних:

$$d\mathcal{T} = bdt,$$

$$x_1 = u(\mathcal{T}),$$

$$x_2 = \frac{d}{c} * v(\mathcal{T}),$$

$$x_3 = \frac{b}{e} * w(\mathcal{T}).$$

де $\mathcal{T}$ – нова незалежна змінна, отримуємо безрозмірну динамічну модель:

$$\bar{u} = p + u + quv,$$

$$\tilde{v} = -qv - uvw,$$

$$\dot{w} = -hw + \dot{R},$$

$$\text{де } p = \frac{a}{b};$$

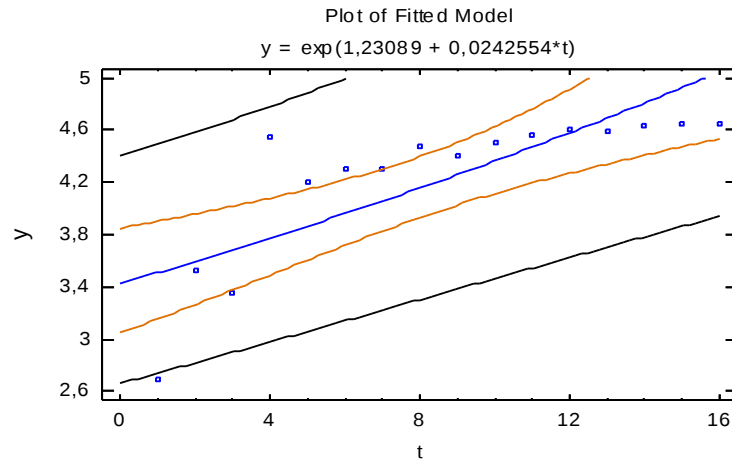
$$f = \frac{d}{e};$$

$$q = \frac{a}{b};$$

$$\dot{h} = \frac{a}{b};$$

$$\dot{R} = R \frac{e}{b^2}.$$

На рис. 2.2 графічно відтворено результати моделювання взаємодії прихованого та офіційного сектору економіки.



Примітка. червоними лініями відокремлено прихований сектор, синя – лінія тренду, чорна – офіційний сектор

Рисунок 2.2 – Графічне відтворення моделі

(складено автором)

Таким чином, з побудованої моделі ми можемо побачити повільне зростання обсягу офіційної економіки, також спостерігається аналогічне синхронне збільшення обсягу прихованої економіки.

Результати комп'ютерного моделювання засвідчують якісну відповідність траєкторій обсягів офіційної та прихованої економік (сценаріїв поведінки) реальним уявленням. З точки зору кількісної верифікації належить здійснити адекватний набір коефіцієнтів динамічної моделі, який, по суті справи, спряжений з оптимальним вибором коефіцієнтів ЕММ – одвічною проблемою моделювання.

Отримані результати можуть бути інтерпретовані наступним чином: прихована економіка завжди займає приблизно однакову частку від обсягу офіційної економіки, а отже її обсяг зростає у відповідності з обсягом офіційної економіки.

2.3 Прогноз на найближчі 2 роки (за умови, що війна триватиме до літа 2023)

В рамках даного дослідження прогноз буде виконуватись за умови, що війна на території України буде завершена влітку 2023 року. Зазначене припущення спирається на слова начальника Головного управління розвідки Міністерства оборони України Буданова Кирила Олексійовича, який неодноразово на цьому наголошував у своїх інтерв'ю. Прогнози керівника ГУР справджуються в заявлені ним терміни, як це було на прикладі зі звільненням Херсону – на початку жовтня Буданов К.О. дав заяву, що місто буде звільнено на початку листопада і 11.11.2022 туди зайшли ЗСУ. [29]

Проведемо розрахунок інтегрального показника рівня тінізації за формулою (3.1):

$$I_{K_i} = \sum_{i=1}^n a_i^K K_i, \quad n = \overline{1,10}, \quad (3.1)$$

де I_{K_i} – інтегральний показник рівня тінізації;

K_i – показники рівня тінізації;

a_i^K – значимість кожного показника.

В табл. 2.1–2.10 наведено визначення значимості показників.

Таблиця 2.1 – Визначення значимості кожного показника, 1 думка

	$K1$	$K2$	$K3$	$K4$	$K5$	$K6$	$K7$	$K8$	$K9$	$K10$	Сума за строкою	Нормалізоване значення
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2012	1,0000	3,0000	3,0000	9,0000	9,0000	3,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	48,0000	0,1814
2013	0,3333	1,0000	3,0000	7,0000	5,0000	3,0000	5,0000	7,0000	7,0000	5,0000	43,3333	0,1638
2014	0,3333	0,3333	1,0000	9,0000	7,0000	3,0000	5,0000	5,0000	3,0000	5,0000	38,6667	0,1461
2015	0,1111	0,1429	0,1111	1,0000	3,0000	0,1111	0,1429	0,1429	0,1111	0,1111	4,9841	0,0188

Кінець таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
201 6	0,1111	0,2000	0,1429	0,3333	1,0000	0,1429	0,1111	0,1429	0,2000	0,1429	2,5270	0,0096
201 7	0,3333	0,3333	0,3333	9,0000	7,0000	1,0000	5,0000	3,0000	5,0000	5,0000	36,0000	0,1361
201 8	0,2000	0,2000	0,2000	7,0000	9,0000	0,2000	1,0000	3,0000	3,0000	5,0000	28,8000	0,1088
201 9	0,2000	0,1429	0,2000	7,0000	7,0000	0,3333	0,3333	1,0000	3,0000	5,0000	24,2095	0,0915
202 0	0,2000	0,1429	0,3333	9,0000	5,0000	0,2000	0,3333	0,3333	1,0000	0,3333	16,8762	0,0638
202 1	0,2000	0,2000	0,2000	9,0000	7,0000	0,2000	0,2000	0,2000	3,0000	1,0000	21,2000	0,0801
										Сума	264,596 8	1,0000

Змодельовано автором на основі даних підприємства

Таблиця 2.2 – Визначення значимості кожного показника, 2 думка

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	Сума за строкою	Норма- лізован е знач.
201 2	1,0000	4,0000	3,0000	9,0000	9,0000	3,0000	3,0000	5,0000	5,0000	5,0000	47,0000	0,1796
201 3	0,2500	1,0000	3,0000	7,0000	5,0000	3,0000	5,0000	7,0000	7,0000	5,0000	43,2500	0,1653
201 4	0,3333	0,3333	1,0000	8,0000	7,0000	4,0000	5,0000	5,0000	3,0000	5,0000	38,6667	0,1478
201 5	0,1111	0,1429	0,1250	1,0000	3,0000	0,1111	0,2000	0,1429	0,1429	0,1111	5,0869	0,0194
201 6	0,1111	0,2000	0,1429	0,3333	1,0000	0,1429	0,1111	0,1429	0,2000	0,1111	2,4952	0,0095
201 7	0,3333	0,3333	0,2500	9,0000	7,0000	1,0000	5,0000	3,0000	5,0000	5,0000	35,9167	0,1373
201 8	0,3333	0,2000	0,2000	5,0000	9,0000	0,2000	1,0000	3,0000	3,0000	5,0000	26,9333	0,1029
201 9	0,2000	0,1429	0,2000	7,0000	7,0000	0,3333	0,3333	1,0000	3,0000	5,0000	24,2095	0,0925
202 0	0,2000	0,1429	0,3333	7,0000	5,0000	0,2000	0,3333	0,3333	1,0000	0,3333	14,8762	0,0569
202 1	0,2000	0,2000	0,2000	9,0000	9,0000	0,2000	0,2000	0,2000	3,0000	1,0000	23,2000	0,0887
										Сума	261,634 5	1,0000

Змодельовано автором на основі даних підприємства

Таблиця 2.3 – Визначення значимості кожного показника, 3 думка

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	Сума за строкою	Нормалізоване знач.
2012	1,0000	3,0000	5,0000	9,0000	9,0000	3,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	50,0000	0,1889
2013	0,3333	1,0000	3,0000	7,0000	5,0000	3,0000	3,0000	7,0000	7,0000	5,0000	41,3333	0,1562
2014	0,2000	0,3333	1,0000	9,0000	7,0000	4,0000	5,0000	3,0000	3,0000	5,0000	37,5333	0,1418
2015	0,1111	0,1429	0,1111	1,0000	3,0000	0,1111	0,1667	0,1429	0,1111	0,1111	5,0079	0,0189
2016	0,1111	0,2000	0,1429	0,3333	1,0000	0,1429	0,1111	0,1429	0,2000	0,1111	2,4952	0,0094
2017	0,3333	0,3333	0,2500	9,0000	7,0000	1,0000	5,0000	3,0000	5,0000	5,0000	35,9167	0,1357
2018	0,2000	0,3333	0,2000	6,0000	9,0000	0,2000	1,0000	3,0000	3,0000	5,0000	27,9333	0,1056
2019	0,2000	0,1429	0,3333	7,0000	7,0000	0,3333	0,3333	1,0000	3,0000	5,0000	24,3429	0,0920
2020	0,2000	0,1429	0,3333	9,0000	5,0000	0,2000	0,3333	0,3333	1,0000	0,3333	16,8762	0,0638
2021	0,2000	0,2000	0,2000	9,0000	9,0000	0,2000	0,2000	0,2000	3,0000	1,0000	23,2000	0,0877
Сума											264,6389	1,0000

Змодельовано автором на основі даних підприємства

Таблиця 2.4 – Визначення значимості кожного показника, 4 думка

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	Сума за строкою	Нормалізоване значення
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2012	1,0000	5,0000	5,0000	7,0000	9,0000	3,0000	4,0000	5,0000	5,0000	5,0000	49,0000	0,1853
2013	0,2000	1,0000	3,0000	7,0000	3,0000	5,0000	5,0000	7,0000	7,0000	5,0000	43,2000	0,1634
2014	0,2000	0,3333	1,0000	9,0000	9,0000	3,0000	5,0000	6,0000	3,0000	5,0000	41,5333	0,1571

Кінець таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2015	0,1429	0,1429	0,1111	1,0000	3,0000	0,1111	0,1429	0,1429	0,1667	0,1111	5,0714	0,0192
2016	0,1111	0,3333	0,1111	0,3333	1,0000	0,1429	0,1429	0,1429	0,1667	0,1429	2,6270	0,0099
2017	0,3333	0,2000	0,3333	9,0000	7,0000	1,0000	5,0000	3,0000	5,0000	5,0000	35,8667	0,1357
2018	0,2500	0,2000	0,2000	7,0000	7,0000	0,2000	1,0000	3,0000	3,0000	5,0000	26,8500	0,1016
2019	0,2000	0,1429	0,1667	7,0000	7,0000	0,3333	0,3333	1,0000	3,0000	5,0000	24,1762	0,0914
2020	0,2000	0,1429	0,3333	6,0000	6,0000	0,2000	0,3333	0,3333	1,0000	0,3333	14,8762	0,0563
2021	0,2000	0,2000	0,2000	9,0000	7,0000	0,2000	0,2000	0,2000	3,0000	1,0000	21,2000	0,0802
										Сума	264,4008	1,0000

Змодельовано автором на основі даних підприємства

Таблиця 2.5 – Визначення значимості кожного показника, 5 думка

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	Сума за строкою	Нормалізоване знач
2012	1,0000	3,0000	3,0000	7,0000	7,0000	3,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	44,0000	0,1675
2013	0,3333	1,0000	3,0000	7,0000	5,0000	3,0000	3,0000	7,0000	7,0000	5,0000	41,3333	0,1574
2014	0,3333	0,3333	1,0000	9,0000	7,0000	5,0000	5,0000	5,0000	3,0000	5,0000	40,6667	0,1548
2015	0,1429	0,1429	0,1111	1,0000	3,0000	0,1111	0,1429	0,1429	0,1111	0,1111	5,0159	0,0191
2016	0,1429	0,2000	0,1429	0,3333	1,0000	0,1429	0,1111	0,1429	0,2000	0,1111	2,5270	0,0096
2017	0,3333	0,3333	0,2000	9,0000	7,0000	1,0000	5,0000	3,0000	5,0000	5,0000	35,8667	0,1366
2018	0,2000	0,3333	0,2000	7,0000	9,0000	0,2000	1,0000	3,0000	3,0000	3,0000	26,9333	0,1026
2019	0,2000	0,1429	0,2000	7,0000	7,0000	0,3333	0,3333	1,0000	3,0000	5,0000	24,2095	0,0922
2020	0,2000	0,1429	0,3333	9,0000	5,0000	0,2000	0,3333	0,3333	1,0000	0,2000	16,7429	0,0638
2021	0,2000	0,2000	0,2000	9,0000	9,0000	0,2000	0,3333	0,2000	5,0000	1,0000	25,3333	0,0965
										Сума	262,6286	1,0000

Змодельовано автором на основі даних підприємства

Таблиця 2.6 – Визначення значимості кожного показника, 6 думка

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	Сума за строкою	Нормалізоване значення
2012	1,0000	3,0000	3,0000	9,0000	9,0000	3,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	48,0000	0,1855
2013	0,3333	1,0000	3,0000	9,0000	5,0000	3,0000	5,0000	7,0000	7,0000	5,0000	45,3333	0,1752
2014	0,3333	0,3333	1,0000	5,0000	7,0000	3,0000	5,0000	5,0000	3,0000	5,0000	34,6667	0,1340
2015	0,1111	0,1111	0,2000	1,0000	3,0000	0,1429	0,1429	0,1429	0,1111	0,1111	5,0730	0,0196
2016	0,1111	0,2000	0,1429	0,3333	1,0000	0,1429	0,1429	0,1429	0,2000	0,1429	2,5587	0,0099
2017	0,3333	0,3333	0,3333	7,0000	7,0000	1,0000	5,0000	3,0000	5,0000	5,0000	34,0000	0,1314
2018	0,2000	0,2000	0,2000	7,0000	7,0000	0,2000	1,0000	3,0000	3,0000	5,0000	26,8000	0,1036
2019	0,2000	0,1429	0,2000	7,0000	7,0000	0,3333	0,3333	1,0000	3,0000	5,0000	24,2095	0,0936
2020	0,2000	0,1429	0,3333	9,0000	5,0000	0,2000	0,3333	0,3333	1,0000	0,3333	16,8762	0,0652
2021	0,2000	0,2000	0,2000	9,0000	7,0000	0,2000	0,2000	0,2000	3,0000	1,0000	21,2000	0,0819
Сума											258,7175	1,0000

Змодельовано автором на основі даних підприємства

Таблиця 2.7 – Визначення значимості кожного показника, 7 думка

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	Сума за строкою	Нормалізоване значення
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2012	1,0000	3,0000	3,0000	9,0000	9,0000	3,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	48,0000	0,1815
2013	0,3333	1,0000	3,0000	7,0000	5,0000	3,0000	5,0000	7,0000	7,0000	5,0000	43,3333	0,1638
2014	0,3333	0,3333	1,0000	9,0000	7,0000	3,0000	5,0000	5,0000	3,0000	5,0000	38,6667	0,1462
2015	0,1111	0,1429	0,1111	1,0000	3,0000	0,1111	0,1429	0,1429	0,1429	0,1111	5,0159	0,0190

Кінець таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2016	0,1111	0,2000	0,1429	0,3333	1,0000	0,1429	0,1111	0,1429	0,2000	0,1429	2,5270	0,0096
2017	0,3333	0,3333	0,3333	9,0000	7,0000	1,0000	5,0000	3,0000	5,0000	5,0000	36,0000	0,1361
2018	0,2000	0,2000	0,2000	7,0000	9,0000	0,2000	1,0000	3,0000	3,0000	5,0000	28,8000	0,1089
2019	0,2000	0,1429	0,2000	7,0000	7,0000	0,3333	0,3333	1,0000	3,0000	5,0000	24,2095	0,0915
2020	0,2000	0,1429	0,3333	7,0000	5,0000	0,2000	0,3333	0,3333	1,0000	0,2000	14,7429	0,0557
2021	0,2000	0,2000	0,2000	9,0000	7,0000	0,2000	0,2000	0,2000	5,0000	1,0000	23,2000	0,0877
										Сума	264,4952	1,0000

Змодельовано автором на основі даних підприємства

Таблиця 2.8 – Визначення значимості кожного показника, 8 думка

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	Сума за строкою	Нормалізоване значення
2012	1,0000	4,0000	5,0000	9,0000	7,0000	3,0000	5,0000	4,0000	5,0000	5,0000	48,0000	0,1789
2013	0,2500	1,0000	3,0000	7,0000	5,0000	3,0000	5,0000	7,0000	7,0000	5,0000	43,2500	0,1612
2014	0,2000	0,3333	1,0000	9,0000	9,0000	3,0000	5,0000	5,0000	3,0000	5,0000	40,5333	0,1511
2015	0,1111	0,1429	0,1111	1,0000	3,0000	0,1111	0,1429	0,1667	0,1111	0,1111	5,0079	0,0187
2016	0,1429	0,2000	0,1111	0,3333	1,0000	0,1429	0,1111	0,1429	0,2000	0,1429	2,5270	0,0094
2017	0,3333	0,3333	0,3333	9,0000	7,0000	1,0000	6,0000	3,0000	5,0000	5,0000	37,0000	0,1379
2018	0,2000	0,2000	0,2000	7,0000	9,0000	0,1667	1,0000	3,0000	3,0000	5,0000	28,7667	0,1072
2019	0,2500	0,1429	0,2000	6,0000	7,0000	0,3333	0,3333	1,0000	3,0000	5,0000	23,2595	0,0867
2020	0,2000	0,1429	0,3333	9,0000	5,0000	0,2000	0,3333	0,3333	1,0000	0,2000	16,7429	0,0624
2021	0,2000	0,2000	0,2000	9,0000	7,0000	0,2000	0,2000	0,2000	5,0000	1,0000	23,2000	0,0865
										Сума	268,2873	1,0000

Змодельовано автором на основі даних підприємства

Таблиця 2.9 – Визначення значимості кожного показника, 9 думка

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	Сума за строкою	Нормалізоване значення
2012	1,0000	3,0000	3,0000	7,0000	5,0000	3,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	42,0000	0,1624
2013	0,3333	1,0000	3,0000	7,0000	5,0000	3,0000	5,0000	7,0000	8,0000	5,0000	44,3333	0,1714
2014	0,3333	0,3333	1,0000	9,0000	6,0000	3,0000	5,0000	6,0000	4,0000	5,0000	39,6667	0,1534
2015	0,1429	0,1429	0,1111	1,0000	3,0000	0,1111	0,1429	0,1429	0,1250	0,1250	5,0437	0,0195
2016	0,2000	0,2000	0,1667	0,3333	1,0000	0,1429	0,1111	0,1429	0,2000	0,1429	2,6397	0,0102
2017	0,3333	0,3333	0,3333	9,0000	7,0000	1,0000	5,0000	3,0000	5,0000	5,0000	36,0000	0,1392
2018	0,2000	0,2000	0,2000	7,0000	9,0000	0,2000	1,0000	3,0000	3,0000	5,0000	28,8000	0,1114
2019	0,2000	0,1429	0,1667	7,0000	7,0000	0,3333	0,3333	1,0000	3,0000	5,0000	24,1762	0,0935
2020	0,2000	0,1250	0,2500	8,0000	5,0000	0,2000	0,3333	0,3333	1,0000	0,3333	15,7750	0,0610
2021	0,2000	0,2000	0,2000	8,0000	7,0000	0,2000	0,2000	0,2000	3,0000	1,0000	20,2000	0,0781
Сума											258,6345	1,0000

Змодельовано автором на основі даних підприємства

Таблиця 2.10 – Визначення значимості кожного показника, 10 думка

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	Сума за строкою	Нормалізоване значення
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2012	1,0000	3,0000	3,0000	9,0000	9,0000	3,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	48,0000	0,1788
2013	0,3333	1,0000	3,0000	7,0000	5,0000	5,0000	5,0000	7,0000	7,0000	5,0000	45,3333	0,1689
2014	0,3333	0,3333	1,0000	8,0000	7,0000	4,0000	5,0000	5,0000	3,0000	5,0000	38,6667	0,1440
2015	0,1111	0,1429	0,1250	1,0000	3,0000	0,1111	0,1250	0,1429	0,1111	0,1111	4,9802	0,0186

Кінець таблиці 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2016	0,1111	0,2000	0,1429	0,3333	1,0000	0,1429	0,1111	0,1429	0,2000	0,1250	2,5091	0,0093
2017	0,3333	0,2000	0,2500	9,0000	7,0000	1,0000	5,0000	3,0000	5,0000	5,0000	35,7833	0,1333
2018	0,2000	0,2000	0,2000	8,0000	9,0000	0,2000	1,0000	4,0000	2,0000	5,0000	29,8000	0,1110
2019	0,2000	0,1429	0,2000	7,0000	7,0000	0,3333	0,2500	1,0000	3,0000	5,0000	24,1262	0,0899
2020	0,2000	0,1429	0,3333	9,0000	5,0000	0,2000	0,5000	0,3333	1,0000	0,3333	17,0429	0,0635
2021	0,2000	0,2000	0,2000	9,0000	8,0000	0,2000	0,2000	0,2000	3,0000	1,0000	22,2000	0,0827
										Сума	268,4417	1,0000

Змодельовано автором на основі даних підприємства

В табл. 2.11 наведено дані для розрахунку коефіцієнтів та показників.

Таблиця 2.11 – Дані для розрахунку коефіцієнтів та показників

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Спостереження 1	10,90	117	0,84	1,00	6,27	100	100	100	0,04	0,04
Спостереження 2	34,29	40	2,45	1,00	2,14	100	100	98	0,04	0,04
Спостереження 3	16,26	50	0,98	0,29	5,36	99	100	100	0,02	0,02
Спостереження 4	7,39	110	0,89	1,36	5,89	100	100	100	0,04	0,04
Спостереження 5	12,89	56	0,94	1,73	5,60	99	99	100	0,02	0,02
Спостереження 6	28,32	42	0,83	2,00	6,30	99	99	98	0,01	0,01
Спостереження 7	9,62	75	0,98	0,86	5,36	98	100	100	0,03	0,03
Спостереження 8	45,72	30	0,93	1,75	5,63	100	100	98	0,01	0,01
Спостереження 9	7,39	110	0,89	1,00	5,89	99	100	100	0,04	0,04
Спостереження 10	14,52	56	0,94	0,27	5,60	100	100	100	0,02	0,02
Спостереження 11	17,18	42	0,83	3,80	6,30	99	99	100	0,01	0,01
Спостереження 12	15,86	75	0,98	1,24	5,36	99	99	98	0,03	0,03
Спостереження 13	19,88	30	0,93	2,50	5,63	100	100	98	0,01	0,01
Спостереження 14	7,39	110	0,89	1,00	5,89	99	100	100	0,04	0,04
Спостереження 15	14,52	56	0,94	0,27	5,60	100	100	100	0,02	0,02
Спостереження 16	45,11	16	0,88	9,50	6,00	99	99	100	0,01	0,01
Спостереження 17	15,86	75	0,98	1,24	5,36	99	99	98	0,03	0,03
Спостереження 18	45,72	30	0,93	2,50	5,63	100	100	98	0,01	0,01
Спостереження 19	7,39	110	0,89	1,00	5,89	99	100	100	0,04	0,04
Спостереження 20	16,42	56	0,94	0,27	5,60	99	98	100	0,02	0,02
Спостереження 21	6,17	117	0,84	1,00	6,27	97	97	91	0,04	0,04
Спостереження 22	31,79	40	2,45	1,00	2,14	95	91	92	0,04	0,04
Спостереження 23	16,26	50	0,98	0,29	5,36	92	93	94	0,02	0,02
Спостереження 24	7,39	110	0,89	1,36	5,89	97	93	91	0,04	0,04

Кінець таблиці 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Спостереження 25	12,53	56	0,94	1,73	5,60	98	95	92	0,02	0,02
Спостереження 26	28,32	42	0,83	2,00	6,30	100	100	94	0,01	0,01
Спостереження 27	5,95	75	0,98	0,86	5,36	94	98	99	0,03	0,03
Спостереження 28	27,10	30	0,93	1,75	5,63	99	99	92	0,01	0,01
Спостереження 29	5,65	110	0,89	1,00	5,89	92	91	93	0,04	0,04
Спостереження 30	14,52	56	0,94	0,27	5,60	98	91	93	0,02	0,02
Спостереження 31	27,10	30	0,93	4,75	5,63	96	94	92	0,01	0,01
Спостереження 32	6,56	110	0,89	0,93	5,89	92	94	97	0,04	0,04
Спостереження 33	21,24	56	0,94	1,33	5,60	96	98	92	0,02	0,02
Спостереження 34	48,22	16	0,88	1,00	6,00	100	93	99	0,01	0,01
Спостереження 35	20,33	40	2,45	1,00	2,14	99	99	95	0,04	0,04
Спостереження 36	15,89	50	0,98	2,00	5,36	91	94	100	0,02	0,02
Спостереження 37	6,56	110	0,89	0,93	5,89	97	96	94	0,04	0,04
Спостереження 38	12,31	56	0,94	1,33	5,60	98	94	97	0,02	0,02
Спостереження 39	17,18	42	0,83	2,80	6,30	93	92	92	0,01	0,01
Спостереження 40	8,29	75	0,98	0,67	5,36	92	92	97	0,03	0,03
Середнє	18,30	63,93	1,03	1,56	5,48	97,58	97,15	96,80	0,03	0,03

Змодельовано автором на основі даних підприємства

За результатами проведених розрахунків визначено інтегровані показники рівня тінізації на основі табл. 2.11 (табл. 2.12).

Таблиця 2.12 – Інтегровані показники рівня тінізації в Україні

№ з/п	Спостереження	Показники тінізації
1	2	3
1	Спостереження 1	87,99760962
2	Спостереження 2	91,87215281
3	Спостереження 3	69,20209962
4	Спостереження 4	68,42235175
5	Спостереження 5	64,31204538
6	Спостереження 6	83,98480269
7	Спостереження 7	64,39198825
8	Спостереження 8	67,23275165
9	Спостереження 9	82,35102438
10	Спостереження 10	79,48250279
11	Спостереження 11	65,23992005
12	Спостереження 12	70,41305125
13	Спостереження 13	66,04704528
14	Спостереження 14	85,22562469
15	Спостереження 15	73,90118325
16	Спостереження 16	61,40267185
17	Спостереження 17	68,53824891

Кінець таблиці 2.12

1	2	3
18	Спостереження 18	75,90238560
19	Спостереження 19	77,80215578
20	Спостереження 20	67,40127812
21	Спостереження 21	61,30152238
22	Спостереження 22	63,41800239
23	Спостереження 23	71,34839151
24	Спостереження 24	82,43842178
25	Спостереження 25	79,82851964
26	Спостереження 26	80,90012869
27	Спостереження 27	84,79363918
28	Спостереження 28	65,45051725
29	Спостереження 29	85,30588950
30	Спостереження 30	71,20639285
31	Спостереження 31	63,05831825
32	Спостереження 32	74,45010745
33	Спостереження 33	83,31020455
34	Спостереження 34	65,97258869
35	Спостереження 35	61,25628456
36	Спостереження 36	92,36450175
37	Спостереження 37	80,35612058
38	Спостереження 38	90,90820619
39	Спостереження 39	64,84857215
40	Спостереження 40	70,82730148

Змодельовано автором на основі даних підприємства

За допомогою визначених показників доцільно проводити оцінку тінізації, яка характеризується декількома варіантами рішень щодо конкретного об'єкта.

Для оцінки тінізації необхідно розробити спеціальну шкалу інтегрованого показника рівня тінізації. Існує декілька підходів щодо розроблення шкали узагальнюючих або інтегральних показників в економіці. Скористаємось одним із них, а саме підхід, який ґрунтується на використанні кластерного аналізу для визначення неоднорідності даних в сукупності. Відомо, що застосування кластерного аналізу зводяться до чотирьох основних задач, що розв'язують за допомогою даного інструменту: розробки типології чи класифікації; дослідження корисних концептуальних схем групування

об'єктів; породження гіпотез на основі дослідження даних; перевірки гіпотез або дослідження для визначення, чи дійсно типи (групи), виділені тим або іншим способом, присутні в наявних даних.

Незважаючи на те, що існує багато обчислювальних процедур, у результаті яких отримуються різні види дендрограм, тобто декілька різних розшарувань об'єктів, наразі існують уже надійні методи кластерного аналізу, що пройшли численні перевірки. Однією з таких процедур, що заслуговує на довіру є метод Уорда.

Принцип Уорда (Ward) слід вважати найкращим принципом відстані між кластерами, згідно з яким два кластери будуть найближчими, якщо в разі їх об'єднання мінімізується приріст загальної дисперсії. Цільова функція подається як середньогрупова сума квадратів чи сума квадратів відхилень. Спочатку, коли кожен кластер складається з одного об'єкта, середньоквадратичне відхилення дорівнює 0. За методом Уорда об'єднуються ті групи чи об'єкти, для яких середньоквадратичне відхилення отримує мінімальний приріст. Метод передбачає знаходження кластерів майже однакових розмірів, які мають гіперсферичну форму. Необхідно вважати це перевагою використання саме методу Уорда для класифікації об'єктів у групи для побудови шкали.

Відстань між об'єктами в методі Уорда передбачається середньою евклідовою:

$$d_{ij} = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (z_{ki} - z_{kj})^2}, \quad (3.2)$$

де i - номер об'єкта ($i = 1, 2, \dots, n_l$);

m – кількість об'єктів в кластері;

j - номер признака ($j = 1, 2, \dots, k$);

k – кількість признаков, о характеризуют каждый об'єкт.

Використання цієї відстані теоретично обґрунтоване у випадках, коли: спостереження вибирають з генеральних сукупностей, що мають багатовимірний нормальний розподіл з коваріаційною матрицею виду $\sigma^2 E_k$, тобто складові X взаємно незалежні та мають одну й ту ж дисперсію;

складові вектора спостережень X однорідні за фізичним змістом (якщо різномірні, то вони нормуються) та однаково важливі для класифікації.

Для обчислень кластерного аналізу в ППП Statgraphics потрібно активізувати меню Special/Multivariate Methods/Cluster Analysis.

У результаті чого маємо розшарування об'єктів за рівнем інтегрованого показника тінізації на чотири групи.

На рис. 2.3 наведена дендрограма за рівнем інтегрованого показника тінізації.

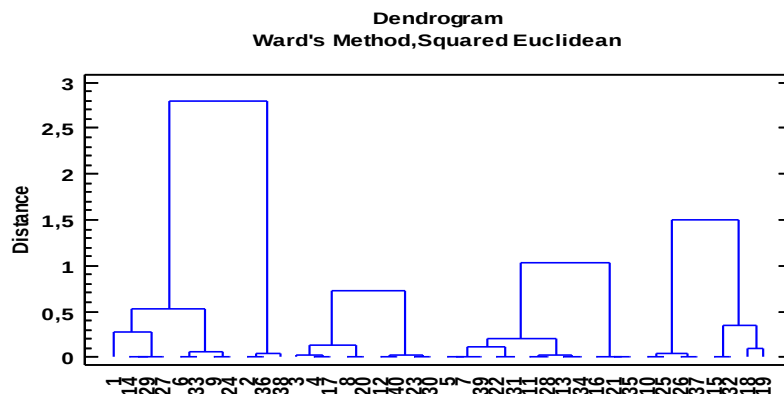


Рисунок 2.3 – Дендрограма за рівнем інтегрованого показника тінізації
(розраховано автором на основі даних підприємства)

Склад кожної групи такий. До першої групи увійшли об'єкти: 1, 2, 6, 9, 14, 24, 27, 29, 33, 36, 38, що утворює 27,5% всієї кількості об'єктів. До другої групи увійшли об'єкти: 3, 4, 8, 12, 17, 20, 23, 30, 40, що становить 22,5% всієї кількості об'єктів. Третю групу склали об'єкти: 5, 7, 11, 13, 16, 21, 22, 28, 31, 34, 35, 39, що є 30% всієї кількості об'єктів. Четверту групу склали об'єкти:

10, 15, 18, 19, 25, 26, 32, 37, що становить 20% всієї кількості об'єктів. Шкала буде нерівномірна за інтервалами. Згідно кількості груп об'єктів буде чотири інтервали на шкалі. Скористаємось центроїдними значеннями показника в кожній із чотирьох груп. Це значення інтегрованого показника тінізації : 86,4138; 69,3991; 63,8916 та 77,8279 (додаток А). Застосувавши інструменти описової статистики для кожної групи об'єктів, отримали мінімальні, максимальні значення показника, розмах, середньоквадратичні відхилення, варіацію (додаток А). Опишемо інтервали шкали за зростанням. Перший інтервал є розмахом від 61,2563 до 66,047; другий інтервал: 67,2328 до 71,3484; третій інтервал від 73,9012 до 80,9001 і четвертий інтервал: 82,351 до 92,3645. Отже, округляючи до цілих значень та включаючи окремі проміжні значення для неперервності, шкала значень інтегрованого показника тінізації, представлена в табл. 2.2.

Таблиця 2.13 – Шкала оцінки рівня тінізації

Значення інтегрованого показника	Оцінка тінізації
1	2
(72, 100]	висока
(66, 72]	достатня результативність
[61, 66]	результативність нижче достатньої
[0, 61)	низька результативність

Змодельовано автором на основі даних підприємства

Оскільки саме множинна регресія дозволяє побудувати модель з великим числом факторів, визначивши при цьому вплив кожного з них зокрема, а також сукупний вплив на результативну ознаку, то для визначення впливу факторів на рівень тінізації в умовах воєнного стану у відповідному кварталі, млн. грн. (y) доцільно обчислити таку економетричну модель.

В якості факторів в цій моделі будуть:

зовнішній борг, млн.грн. (x_1);

внутрішній борг, млн. грн. (x_2);

ВВП млн. грн. (x_3);

середня заробітна плата, млн.грн. (x_4);

середній показник тінізації, % (x_5)

загальний відсоток податкового навантаження, % (x_6)

Розроблення моделі розпочинається із визначення її специфікації, суть якої є вибір факторів і вибір виду рівняння регресії. Фактори мають бути кількісними показниками та не корелювати між собою, функціонально незалежними. Відбір факторів здійснювався на основі теоретико-економічного аналізу.

Багатофакторна регресійна лінійна модель залежності рівня тінізації у відповідному кварталі від факторів була обчислена за допомогою пакету Statgraphics Centurion та має вигляд:

$$Y = -59,8851 + 0,0450185x_1 + 0,00971793x_2 - 0,0115879x_3 + 0,34283x_4 + 0,463174x_5 - 0,44595x_6, \quad (3.3)$$

$$T_b = 2,76t_1 = 1,095t_2 = -1,133t_3 = -0,182t_4 = 0,465t_5 = 0,303,$$

де T_b – загальновідома аббревіатура Критерія Стюдента;

x_1 - x_6 – розглянуті вище фактори.

Не всі замінені в моделі фактори значимі, але для детального розгляду впливу факторів на результативну ознаку були замінені всі фактори.

Оскільки коефіцієнт детермінації високий ($R^2 = 0,819475$), значення статистики Фішера $F = 5,30$, значення статистики Дарбіна-Уотсона $DW = 0,705$, можна зробити висновок, що обчислена модель залежності рівня тінізації в

умовах воєнного стану у відповідному кварталі від факторів є статистично якісною й придатна для визначення впливу факторів на рівень тінізації.

За моделлю на величину рівня тінізації в умовах воєнного стану у відповідному кварталі впливає ВВП млн. грн. (x_3), середня заробітна плата (x_4), млн.грн., середній показник тінізації, % (x_5), загальний відсоток податкового навантаження, % (x_6) і не впливають фактори: зовнішній борг, (x_1); млн. грн. та внутрішній борг (x_2).

Для інтерпретації коефіцієнтів моделі маємо на увазі, що коефіцієнт регресії b_1 характеризує середнє змінення тінізації зі зміненням відповідного фактору на одиницю при незмінних значеннях інших факторів, закріплених на середньому рівні.

Отже, при зміненні ВВП на 1 млн. грн. обсяг рівня тінізації у відповідному кварталі буде 0,8 млн. грн.

Для управління рівнем тінізації доцільно врахувати прогнозні значення факторів впливу на них. Для моделювання були використані моделі кривих росту.

Це є функції часу $y = f(x)$, при цьому вважається, що вплив інших факторів неістотний або опосередковано враховується через фактор часу.

Прогнозування на основі моделей кривих росту ґрунтується на екстраполяції, тобто на продовженні на наступні періоди тенденції, яка встановлена за попередні періоди.

В процедурі прогнозування на основі кривих росту виділяють такі етапи:

- 1) вибір однієї або декількох кривих, форма яких відповідає характеру змінення часового ряду;
- 2) оцінка параметрів вибраних кривих;
- 3) перевірка адекватності вибраних кривих процесу, що прогнозується, оцінка точності моделей і кінцевий вибір кривої росту;
- 4) обчислення точкового і інтервального прогнозів.

Моделі кривих зростання рекомендують розділяти на три групи.

До першої групи відносяться функції, які використовуються для опису процесів з монотонним характером тенденції розвитку та з відсутніми межами росту. Це характерно для тенденцій змінення багатьох економічних показників.

До другої групи відносяться криві, що описують процес, який має межі росту. До таких процесів найчастіше всього відносяться демографічні, хоча зустрічаються і в дослідженнях економічних процесів.

Функції, що відносяться до другого класу називаються кривими з насиченням. Якщо криві насичення мають точки перегину, то вони відносяться до третього класу – до *S*-подібних кривих.

За кривими третьої групи прогнозують процеси науково-технічного прогресу, нового виробництва продукції.

В прогнозуванні економічних показників за допомогою кривих росту найчастіше використовуються такі функції:

$$y = a + bt; y = a + \frac{b}{t}; y = e^{a+bt}; y = a \cdot t^b; y = a + b_1t + b_2t^2 + \dots + b_kt^k. (3.4)$$

Здебільшого обчислення оцінок параметрів моделі здійснюється за допомогою методу найменших квадратів у формі регресійних моделей, в яких в якості залежної змінної вибирають значення показників, а фактором є термін.

Вибір найкращого рівняння для побудови тренду здійснюють шляхом перебору основних форм тренду, обчислення по кожному рівнянню скорегованого коефіцієнта детермінації R^2 та вибору рівняння тренду з максимальним значенням відкоригованого коефіцієнта детермінації.

Статистичну якість обчислених моделей кривих росту для прогнозу перевіряють за критеріями перевірки якості розроблених регресійних моделей: критерія Стьюдента (t), критерія Фішера (F), критерія Дарбіна-Уотсона (DW). Існування автокореляції залишків може істотно спотворити

прогнознi значення.

Для короткострокового прогнозування (на три наступних періоди) значень рівня тiнiзацiї в умовах воєнного стану у вiдповiдному кварталi, млн. грн. (у) за допомогою використання статистичного пакета Statgraphics Centurion були обчисленi моделi кривих росту.

Слiд пiдкреслити, що в даному випадку вiдiбрано тiльки тi фактори, якi за побудованою моделлю виявились значимими i в даному випадку для зручностi вони були пронумерованi спочатку.

В табл. 2.14 наведенi обчисленi альтернативнi моделi за основними кривими росту за рейтингом значень коефiцiєнтiв детермiнацiї для моделювання тенденцiй змiнення показника рiвня тiнiзацiї, млн. грн. (у).

Таблиця 2.14 – Альтернативнi моделi за основними кривими росту за рейтингом значень коефiцiєнтiв детермiнацiї для моделювання тенденцiй змiнення показника рiвня тiнiзацiї в умовах воєнного стану, млн. грн (у)

Альтернативнi моделi	Вiдкоректований коефiцiєнт детермiнацiї
1	2
$y = \frac{1}{\left(0,205 + \frac{0,1697}{t}\right)}$	$R^2 = 0,921$
$y = e^{1,564 - \frac{0,603}{t}}$	$R^2 = 0,899$
$y = 4,714 - \frac{2,192}{t}$	$R^2 = 0,870$
$y = \sqrt{8,753 + 5,016 \ln(t)}$	$R^2 = 0,852$
$y = 2,989 + 0,658 \ln(t)$	$R^2 = 0,842$
$y = \sqrt{21,808 - \frac{16,278}{t}}$	$R^2 = 0,836$
$y = (1,731 + 0,170 \ln(t))^2$	$R^2 = 0,834$
$y = e^{1,099 + 0,176 \ln(t)}$	$R^2 = 0,824$
$y = \sqrt{6,959 + 4,105 \sqrt{t}}$	$R^2 = 0,758$

Кінець таблиці 2.12

1	2
$y = 2,772 + 0,532\sqrt{t}$	$R^2 = 0,731$
$y = (1,678 + 0,136\sqrt{t})^2$	$R^2 = 0,715$
$y = e^{1,046+0,141\sqrt{t}}$	$R^2 = 0,697$
$y = \sqrt{12,219 + 0,723t}$	$R^2 = 0,646$
$y = 3,462 + 0,093t$	$R^2 = 0,609$
$y = (1,856 + 0,024t)^2$	$R^2 = 0,589$
$y = e^{1,231+0,024t}$	$R^2 = 0,568$
$y = \frac{1}{0,296 - 0,006t}$	$R^2 = 0,524$

Змодельовано автором на основі даних підприємства

Таким чином, вибираючи за значенням коефіцієнта детермінації найкращу модель для прогнозування значень показників, за якими буде здійснюватись прогноз, отримали такі моделі короткострокового прогнозу:

величини рівня тінізації :

$$y = \frac{1}{\left(0,205 + \frac{0,1697}{t}\right)};$$

$$t_a = 48,98; t_b = 12,779; F = 163,31; R^2 = 0,921; DW = 3,099,$$

прогноз: 4,6588 млн. грн.; 4,6709 млн. грн.; 4,6818 млн. грн.;

ВВП:

$$\ln x_1 = 7,3406 + 0,2 \ln t;$$

$$t_a = 88,718; t_b = 4,989; F = 24,89; R^2 = 0,64; DW = 2,292,$$

прогноз: 2717,23 млн. грн.; 2748,48 млн. грн.; 2778,37 млн. грн. (додаток

Б);

нарахованої заробітної плати:

$$x_2 = \sqrt{604621 + 6211,29t^2};$$

$$t_a = 4,8289; t_b = 6,1242; F = 37,51; R^2 = 0,728; DW = 2,198,$$

прогноз: 1549,09 млн. грн.; 1617,74 млн. грн.; 1687,28 млн. грн. (додаток В);

темтів росту тінізації:

$$x_3 = \text{sqrt}(0,9587 + 0,000409t^2);$$

$$t_a = 54,0285; t_b = 2,8484; F = 8,11; R^2 = 0,3669; DW = 1,555,$$

прогноз: 1,037; 1,044; 1,052 (додаток Г);

податкового навантаження:

$$x_4 = \exp^{-1,784+0,0044t^2};$$

$$t_a = -23,86; t_b = 7,385; F = 54,54; R^2 = 0,796; DW = 0,7283,$$

прогноз: 0,6116; 0,7152; 0,8439 (додаток Г).

Для виявлення дії факторів в прогнозному періоду рекомендується часові ряди показників, за якими буде здійснюватись прогноз, продовжити прогнозними значеннями та обчислити багатofакторну регресійну модель. Була розроблена така модель (додаток Д), а саме:

$$y = 4,5131 + 0,00098x_1 - 0,000085x_2 - 2,643x_3 + 0,6223x_4$$

$$t_b = 1,219 \quad t_{x_1} = 3,218 \quad t_{x_2} = -0,158 \quad t_{x_3} = -0,674 \quad t_{x_4} = 0,815.$$

За t -статистикою маємо, що значимим залишається тільки один фактор впливу – ВВП, млн. грн. (x_1), а решта факторів не значимі.

Висновки до розділу

У другому розділі було розглянуто стан тіньової економіки в Україні протягом 2010-2021 років. В ході дослідження виявлено ріст рівня тіньової економіки в 2014 році, що пов'язано з початком воєнної агресії та окупацією територій, та в 2020 році, що на загальносвітовому рівні пов'язано з пандемією коронавірусу. На основі ретроданих та попередній оцінці експертів економічної галузі, було висунуто припущення про вплив воєнного стану на рівень тонізації економіки. Також було проведено оцінку тіньового сектору за перше півріччя повномасштабного вторгнення.

Для оцінки взаємодії прихованого та офіційного сектору економіки, застосували модель «хижак-жертва». В ході розрахунків, було виявлено, що в поточних умовах при збільшенні офіційного сектору рівномірно збільшується і частка тіньового.

В ході роботи над другим розділом, здійснено прогноз на найближчі два роки, за умови, що війна триватиме до літа 2023 року. Вихідні дані для часових меж прогнозу спираються на оцінку військової ситуації начальника ГУР Кирила Буданова. Статистичні дані отримані з дослідження тенденцій тіньового сектору міністерства економіки. Для побудови прогнозу, проведено розрахунок інтегрального показника рівня тінізації, визначено інтегровані показники рівня тінізації і здійснено кластерний аналіз. Розробили економетричну модель та альтернативні моделі, розрахували, що при зміні ВВП на 1 млн. грн. обсяг рівня тінізації у відповідному кварталі буде 0,8 млн. грн.

3 ОЦІНКА ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ВЕКТОРИ ДЕТІНІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ В УМОВАХ ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ

3.1 Оцінка отриманих результатів

Фахівці зі статистичних методів прогнозування вважають, що не може бути чисто формальних підходів до вибору методів і моделей прогнозування. Успішне застосування статистичних методів прогнозування на практиці можливе лише в поєднанні знання в області самих методів з глибокими знаннями об'єкту дослідження, зі змістовним аналізом явища, яке вивчається.

Отже, розроблені економетричні моделі прогнозу та впливу факторів на рівень тінізації дозволили не тільки визначити вагомість кожного окремого фактору, а й зробити прогноз їх впливу в майбутніх періодах.

Оскільки коефіцієнт детермінації високий ($R^2 = 0,819475$), значення статистики Фішера $F = 5,30$, значення статистики Дарбіна-Уотсона $DW = 0,705$, можна зробити висновок, що обчислена модель залежності рівня тінізації в умовах воєнного стану у відповідному кварталі від факторів є статистично якісною й придатна для визначення впливу факторів на рівень тінізації.

За моделлю на величину рівня тінізації в умовах воєнного стану у відповідному кварталі впливає ВВП млн. грн. (x_3), середня заробітна плата (x_4), млн.грн., середній показник тінізації, % (x_5), загальний відсоток податкового навантаження, % (x_6) і не впливають фактори: зовнішній борг, (x_1); млн. грн. та внутрішній борг (x_2).

Для інтерпретації коефіцієнтів моделі маємо на увазі, що коефіцієнт регресії b_1 характеризує середнє змінення тінізації зі змінням відповідного фактору на одиницю при незмінних значеннях інших факторів, закріплених на середньому рівні.

Для виявлення дії факторів в прогнозному періоду рекомендується

часові ряди показників, за якими буде здійснюватись прогноз, продовжити прогнозними значеннями та обчислити багатофакторну регресійну модель.

За t -статистикою маємо, що значимим залишається тільки один фактор впливу – ВВП, млн. грн. (x_1), а решта факторів не значимі.

Отже, при зміні ВВП на 1 млн. грн. обсяг рівня тінізації у відповідному кварталі буде 0,8 млн. грн.

3.2 Шляхи до детінізації економіки України

Оскільки Україна є молодого державою, ефективних прикладів у подоланні такого явища, як тіньова економіка на даний момент немає. Згідно досліджень попереднього розділу показник тіньового сектору коливається в межах 25-40 відсотків. Для визначення діючих методів у здолатті даного фактору слід звернутись за іноземним досвідом.

На прикладі західноєвропейських країн, США та Канади, можна відмітити, що досить вагомим вектором є державне регулювання господарської діяльності та створення конкуренції суб'єктів економічної діяльності. Протидія монополії заохочує індивідів до завойовування ринку та перешкоджає нерівноправному субсидіюванню. Антимонопольна політика є ефективним методом у боротьбі з тіньовим сектором економіки.

Також для створення конкурентного середовища і розвитку малого бізнесу слід надалі працювати над скороченням адміністративних бар'єрів. Перша проблема, яку згадують малі підприємці – бюрократія та складність оформлення документів. Наразі в Україні з цією задачею ефективно справляється застосунок «Дія», де за лічень хвилини можна зареєструвати ФОП, сплатити податки, оформити довідки, отримати витяги тощо. Варто надалі розвиватись в цьому напрямку, диджиталізація та цифровізація бюрократичних процесів зменшує ймовірність розвитку корупції та тінізації фінансів.

Слід відзначити, що у більшості економічно розвинених країн досить жорстка політика врегулювання податкової системи. В рамках боротьби з тіньовим сектором слід посилити покарання за податкові злочини і на території України. До прикладу, у Німеччині основними податковими злочинами визначаються: порушення митних правил чи підробка документів про сплату мита, ухилення від сплати податків. Кримінальне провадження збуджується в разі, якщо фінансові установи не отримують повну фінансову звітність суб'єкта господарювання, покарання в такому випадку може бути від 5 до 10 років або штраф. Для уникнення корупції в даному випадку покарання застосовується і за приховання особи, що здійснила злочин, зазначений вище. Аналогічну практику було б ефективно застосувати і в межах України, оскільки проблема корупції також існує в великих об'ємах. Якщо говорити про більш жорсткі методи врегулювання, то на прикладі Сполучених штатів Америки, покарання суб'єкт може нести навіть за спробу ухилитись від сплати податків.

FATF (The Financial Action Task Force) – група розробки фінансових заходів боротьби з відмиванням грошей. FATF є міжурядовою організацією мета якої – розвиток і заохочення національної та міжнародної політики по боротьбі з відмиванням грошей і фінансуванню тероризму. Наразі організація має 40 рекомендацій, метою яких є врегулювання відмивання грошей. До організації входять 35 країн, однією з яких є і Україна, проте, через порушення рекомендації, регулярно потрапляє до Чорного списку. Для скорочення тінізації економіки на державному рівні слід чітко дотримуватись рекомендації та посилити контроль за виконанням.

Як зазначалось раніше, існує прямий взаємозв'язок між корупційною та тіньовою складовою економіки, тому для ефективного розвитку економіки країни, слід здолати обидва явища. Необхідно посилити кримінальну відповідальність за корупційну діяльність та посилити контроль правоохоронних органів. Як і в випадку з податковими злочинами до покарання мають бути притягнуті і особи, що приховували корупційну діяльність інших

осіб. Задля уникнення створення нових корупційних схем для контролю доцільно залучити іноземних фахівців та іноземні організації. В західних практиках протидії корупції було вжито наступні практики:

- Створення спеціального органу, що займається моніторингом та розслідуванням корупційних випадків.
- Заборона займатись приватною діяльністю для державних службовців. Також обмеження певним чином накладаються і на членів родини.
- Створення окремих судів, що займаються виключно корупційними справами.
- Створення середовища, в якому громадяни можуть вільно повідомляти про факти хабарництва.
- Поширення обізнаності серед громадян, високі етичні стандарти.

В межах протидії розвитку економіка поза межами офіційного сектору, в Сінгапурі значну увагу приділяють значну увагу поширенню безготівкової економіки. Відхід від використання готівки зменшить можливість обходу державного регулювання.

В процесі зменшення об'ємів тіньового сектору слід звернути увагу на кримінальну його складову. Певні види діяльності існували завжди і існуватимуть, наважаючи на правову боротьбу з ними, а їх фінансові обороти проходитимуть поза офіційним сектором. Розберемо по порядку переваги для економічного сектору легалізації трьох основних видів кримінальної тіньової дальності, а саме – проституції, наркотиків та зброї.

За оціночними підрахунками фахівців обсяг фінансового обору в сфері надання інтимних послуг у 2021 році склав близько 1 млрд. дол. В разі легалізації та оподаткування зазначено діяльності до державного бюджету могло б надійти близько 500 млн. дол., що еквівалентно 1,2% усіх бюджетних надходжень. Окрім переваги в додатковому фінансуванні бюджету, можна виділити також створення сприятливих робочих умов, для осіб, задіяних в

надаванні інтимних послуг, захист їх прав, перешкоджання в розповсюдженні хвороб, що передаються статевим шляхом. В продовження теми надавання інтимних послуг, можна додати також легалізацію порноіндустрії. Питання з одного боку морально складне для пересічного громадянина, проте варто прийняти той факт, що ця діяльність існує в будь-якому випадку і потрібно це прийняти. Як показує практика, наважаючи на державно боротьбу з подібною діяльністю рідко бувають успішними і якщо не вдається щось здолати, потрібно максимізувати вигоду. Легалізація порноіндустрії та сфери інтимних послуг утворить нові надходження до бюджету, а також допоможе усунути проблеми порушення прав людини, що пов'язані з тіньовою діяльністю.

Легалізація наркотиків також має низку своїх переваг. В першу чергу, державне регулювання дозволить оподатковувати даний сегмент ринку, а це знову ж таки додаткові надходження до держбюджету. По-друге, легалізація наркотиків відкриє простір для науковців, які зможуть проводити дослідження в медичному аспекті, що в подальшому відкриває перспективу розвитку фармакологічного простору. Відкриті можливості для науковців дають можливість створити середовище, до якого будуть прагнути долучитись міжнародні експерти. В рамках декриміналізації наркотиків, зменшиться кількість злочинів за розповсюдження та споживання, а відповідно видатки на фінансування місць обмеження волі.

В умовах повоєнного відновлення, варто зважати й на те, що після перемоги в багатьох громадян у вільному доступі чи «на руках» залишаться деякі об'єми зброї, які так чи інакше вони отримали під час воєнного стану. Спроби держави вилучити усю зброю здають неможливими тому варто забезпечити ефективний контроль, дати можливість людям поставити її на облік, зберігаючи дотримання правил безпеки. З огляду на практику західних країн, легалізація зброї зменшує кількість злочинів, пропри застереження противників.

Підсумовуючи переваги легалізації певних видів кримінальної діяльності, варто зазначити, що це також вплине на вирішення такої проблеми як корупція. Не секрет, що попри заборону, будь-яка з трьох перерахованих видів діяльності існує, а її існування неможливо без «кришування» недобросовісних працівників правоохоронних структур та деяких держслужбовців, які отримують за це хабарі. Виведення діяльності в легальний сектор усуне потребу в «кришуванні», знизить рівень корупційної складової в країні і буде поповнювати щорічно бюджет втраченими раніше фінансами.

Як наслідок зменшення тінізації та корупційної складової, створюються умови для формування сприятливого інвестиційного середовища. В свою чергу це забезпечить додаткові потоки фінансів до державного бюджету, що є надзвичайно важливим в умовах повоєнного відновлення економіки. Також легалізації зазначених вище видів діяльності надаватиме більше свобод громадянам, які особисто прийматимуть рішення про ту чи іншу діяльність, сплачуватимуть за це податки і не будуть нести за це покарання. Дані заходи допоможуть вибудувати більш довірливий формат відносин влада-громадяни, де державні структури не будуть сприйматись як вчитель, який усе забороняє, а на рівні з суспільством. Таким чином влада захищатиме права і свободи кожного.

До тези про сучасні цифрові технології та диджиталізацію доцільно також додати, що і фінансові структури не стоять на місці і постійно розвиваються, тому державне регулювання має йти разом з сучасними технологіями. Протягом 10-х років XXI століття активно розвиваються технології блокчейну та криптовалют. Для скорочення тіньового сектору вкрай важливо, аби держава налагодила регулювання даної ніші, оскільки наразі технології використовуються для виведення фінансових потоків з поля зору легальної економіки. Поки що правоохоронні органи не мають повноважень та можливостей загалом відслідковувати діяльність на

криптовібіржах, криптогаманцях тощо, а де немає державного контролю – там процвітає тіньова та злочинна діяльність.

Останнє за списком, але не останнє по значущості, це формування правової свідомості серед громадян України. Чітке розуміння населення, що навіть найменший прояв економічної діяльності в тіні, шкодить в першу чергу їм самим. Влада та народ мають діяти як єдине ціле для досягнення спільної мети – благополуччя України та стійкої економічної системи. Для виконання зазначеної рекомендації необхідно вибудувати довірливі відносини між владою та народом, просувати правову етику ще з шкільних років, щоб змалку виховувати фінансово-відповідальну націю.

Висновки до розділу

В третьому розділі було проведено аналіз отриманих у другому розділі результатів, а також розроблено рекомендації для подолання тіньового сектору економіки в умовах повоєнного відновлення.

Проаналізувавши зарубіжний досвід впливу на тіньову економіку були визначені перспективні заходи, які потрібно впровадити в Україні: по-перше, запровадити більш жорстке антимонопольне законодавство, яке б стояло на захисті економічної конкуренції; по-друге, встановити кримінальну відповідальність: за набування або допомогу збуту товарів, прихованих від податку або митних зборів (на практиці застосовуються в Німеччині), за «випадковий дохід», тобто притягувати до відповідальності осіб, які отримують дохід, працюючи без офіційного оформлення (на практиці застосовуються в США); по-третє, посилити контроль за тіньовим капіталом (виконувати рекомендації FATF); по-четверте, активізувати боротьбу з корупцією. З корупцією необхідно боротись наступним чином: потрібна політична воля, метою якої повинна бути боротьба з корупцією по всій

горизонталі та вертикалі влади, і сформована на її основі єдина державна антикорупційна політика; потрібне створення атмосфери прозорості в роботі державних органів та службовців; потрібний організований контроль з боку громадянського суспільства за роботою державного апарату; потрібна жорстка регламентація роботи різних антикорупційних органів України, які в цілому не виконують своїх правоохоронних функцій, а виконують винятково політичні функції, поділ їх повноважень та припинення боротьби за «сфери впливу». Дані положення, на нашу думку, є фундаментом для успішної боротьби в Україні з корупцією зокрема, та з тіньовою економікою загалом. В цілому, зарубіжний досвід впливу на тіньову економіку показує, які помилки не слід робити і в яких умовах певні заходи стають більш ефективними. Урахування такого зарубіжного досвіду дозволить Україні істотно знизити рівень тіньової економіки в середньостроковій перспективі.

Основні напрями вдосконалення діяльності правоохоронних органів в економічній сфері повинні перебувати в руслі вирішення наступних проблем: створення єдиної державної політики, спрямованої на боротьбу з економічною злочинністю, розробка дієвої системи заходів протидії тіньовій економіці, посилення взаємодії між правоохоронними органами як всередині України, так і з закордонними колегами, вдосконалення правової бази, вдосконалення ресурсного забезпечення правоохоронних органів, боротьба з корупцією у правоохоронних органах. При цьому вирішення вищезазначених проблем має здійснюватися комплексно, одночасно. Боротьба з тіньовими проявами у правоохоронних органах повинна вестися без компромісів і послаблень. Лише очистивши ряди і знищивши тіньову складову в правоохоронних органах, які займають центральне місце в боротьбі з економічними злочинами, можна сподіватися на успішне вирішення проблеми тіньової економіки в цілому.

ВИСНОВКИ

В рамках даного дослідження було сформовано теоретико-методологічний аспект, що являє собою явище тіньової економіки, окреслено причини його виникнення, структуру, позитивні та негативні фактори.

Питання тіньової економіки є на часі протягом всього існування України, проте за кризових ситуацій воно постає гостріше, оскільки постає питання економічного виживання населення. В умовах воєнних дій детінізація економіки не є першочерговим питанням, оскільки як би там не було в громадян є кошти для існування і держава заощаджує на дотаціях. Наразі основною задачею для громадян та держави є припинення бойових дій та відстоювання суверенних кордонів України.

Модель «хижак – жертва» – являє собою систему двох звичайних диференціальних рівнянь першого порядку, що описує динаміку чисельності популяції з одним типом хижаків і одним типом жертв.

В межах даного дослідження за мету обрано запропонувати математичну модель оцінки взаємодії прихованого та офіційного сектору економіки.

За своїм змістом офіційна і прихована економіки є конкуруючими секторами. Саме це й зумовлює доцільність застосування саме моделі «хижак-жертва». В даному випадку в ролі жертви визначено офіційну економіку (ОЕ), а хижака – приховану економіку (ПЕ).

З побудованої моделі видно повільне зростання обсягу офіційної економіки, також спостерігається аналогічне синхронне збільшення обсягу прихованої економіки. Отримані результати можуть бути інтерпретовані наступним чином: прихована економіка завжди займає приблизно однакову частку від обсягу офіційної економіки, а отже її обсяг зростає у відповідності з обсягом офіційної економіки.

Прогноз на 1-2 роки (за умови, що війна триватиме до літа 2023) проведено шляхом розрахунку інтегрального показника рівня тінізації, підґрунтям якого виступили дані за 2012-2021 роки. Такий проміжок часу взято внаслідок того, що війна триває з 2014 року. Але доцільно взяти два роки перед цим, щоб побачити реальну зміну показника в 2014 році.

Оскільки саме множинна регресія дозволяє побудувати модель з великим числом факторів, визначивши при цьому вплив кожного з них зокрема, а також сукупний вплив на результативну ознаку, то для визначення впливу факторів на рівень тінізації в умовах воєнного стану у відповідному кварталі, млн. грн. (y) обчислено таку економетричну модель.

В якості факторів в цій моделі виступили: зовнішній борг, млн.грн. (x_1); внутрішній борг, млн. грн. (x_2); ВВП млн. грн. (x_3); середня заробітна плата, млн.грн. (x_4); середній показник тінізації, % (x_5) загальний відсоток податкового навантаження, % (x_6)

За моделлю на величину рівня тінізації в умовах воєнного стану у відповідному кварталі впливає ВВП млн. грн. (x_3), середня заробітна плата (x_4), млн.грн., середній показник тінізації, % (x_5), загальний відсоток податкового навантаження, % (x_6) і не впливають фактори: зовнішній борг, (x_1); млн. грн. та внутрішній борг (x_2).

Для інтерпретації коефіцієнтів моделі маємо на увазі, що коефіцієнт регресії b_1 характеризує середнє змінення тінізації зі зміненням відповідного фактору на одиницю при незмінних значеннях інших факторів, закріплених на середньому рівні.

Для управління рівнем тінізації враховано прогнозні значення факторів впливу на них. Для моделювання були використані моделі кривих росту. Для виявлення дії факторів в прогнозному періоді застосовано часові ряди показників, за якими буде здійснюватися прогноз, продовжені прогнозними значеннями та обчислено багатфакторну регресійну модель.

За t -статистикою маємо, що значимим залишається тільки один фактор впливу – ВВП, млн. грн. (x_1), а решта факторів не значимі. Отже, при зміні ВВП на 1 млн. грн. обсяг рівня тінізації у відповідному кварталі буде 0,8 млн. грн.

В умовах повоєнного відновлення необхідно створити сприятливі умови для детінізації економіки. В першу чергу мова йде про створення конкурентного середовища, налагодженню антимонопольної політики. На прикладі країн заходу посилити кримінальну відповідальність за податкові злочини. Слідувати рекомендаціям FATF, що протидіє відмиванню грошей. Важливим моментом у подоланні тіньового сектору є й боротьба з корупційною складовою, до якої варто залучити іноземних експертів. Як ефективний метод виведення грошових потоків з тіні – застосувати перехід на безготівкову платіжну систему, диджиталізація та цифровізація документообігу. Зважаючи на те, що в повоєнний період економіка країни буде виснаженою, доцільно розглянути декриміналізацію чи повну легалізацію деяких видів діяльності, що наразі заборонені законом. Останнє дозволило б збільшити надходження до державного оподаткування, за рахунок сплати податків, а також зменшило б можливості до створення корупційних схем. Застосування зазначених вище дій дозволило б створити сприятливе інвестиційне середовище, що є надзвичайно важливим в умовах повоєнного відновлення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. World Economics – The Global Authority on Geographic Investability: вебсайт. URL: <https://www.worldeconomics.com/Informal-Economy/> (дата звернення: жовтень 2022).
2. Smith, J. D. (1985): Market motives in the informal economy, in: Gaertner, W. and Wenig, A. (eds.): The economics of the shadow economy, Heidelberg:Springer Publishing Company, pp. 161-177.
3. Про затвердження Методичних рекомендацій розрахунку рівня тіньової економіки: Наказ №123 від 18.02.2009 / Верховна Рада України. Законодавство України.
URL:<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0123665-09#Text> (дата звернення: жовтень 2022).
4. Quality of Life Index by Country 2022 Mid-Year: вебсайт. URL: https://www.numbeo.com/quality-of-life/rankings_by_country.jsp (дата звернення: жовтень 2022).
5. Валовий внутрішній продукт (ВВП) в Україні 2022: вебсайт. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/gdp/> (дата звернення: жовтень 2022).
6. Мазур І. І. Тінізація економіки України в сучасних умовах. *Економіка і право*. 2012. № 20. С. 33-44.
7. Мазур І. І. Корупція як інститут тіньової економіки. *Економіка України*. 2005. № 8. С. 68-75.
8. Шнайдер Ф., Енсте Д. Зростання тіньової економіки в усьому світі: вигадка чи реальність? Огляд глобальних доказів їх розміру та впливу з 1970-1995pp.
URL:www.economics.unilinz.ac.at/Members/Schneider/EnstSchn98.html (дата звернення: жовтень 2022).
9. Henry S. Can the Hidden Economy Be Revolutionary? Toward a Dialectical Analysis of the Relations between Formal and Informal Economies. *Social*

- Justice*. 1988. №. 15. С. 29 – 54.
10. Економічна енциклопедія: у трьох томах. Т. 3 / Ред. С. В. Мочерний. Київ. Видавничий центр «Академія», 2002. С. 952.
 11. Біла С. Тіньова економіка та її вплив на структурне трансформування українського виробництва *Економіка України*. 2000. № 10. С. 54-61.
 12. Корецька С. О. «Тіньова» економіка: наслідки та методи подолання. *Інвестиції: практика та досвід*. 2011. № 20. С.15-18.
 13. Єщенко П. Економіка перехідного періоду: теоретико-методологічні та методичні підходи *Економіка України*. 2000. № 5. С. 52-54.
 14. Шелудько Н. Проблема тіньової економіки в Україні. *Фінанси України*. 2002. № 9. С. 80-86.
 - 15.Харазішвілі Ю. М. Проблеми тіньової економіки, детінізації, середньої та мінімальної заробітної плати. *Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Економічні науки*. - 2017. № 12(2). С. 164-172.
 16. Ернандо де Сото. Інший шлях: Невидима революція в третьому світі: Дослідження нелегальної економіки в Перу. Київ: Catallaxy, 1995.
 17. Ангелко І. В. Тіньова діяльність у господарській системі України: монографія. Львів: Нац. ун-т «Львів, політехніка», 2013. 56 с.
 - 18.Тенденції тіньової економіки: вебсайт. URL: <https://www.me.gov.ua/Documents/List?lang=uk-UA&id=e384c5a7-6533-4ab6-b56f-50e5243eb15a&tag=TendentsiiTinovoiEkonomiki> (дата звернення: жовтень 2022).
 19. Скрипник А., Дудко В. Оцінка тіньового сектора економіки України. *Вісник НБУ*. 2000. №4. С. 16-19.
 20. Бородюк В. Оцінка стану тіньової економіки України та методи розрахунків її обсягів. Київ. 1997.
 21. Базилевич В., Мазур І. Методичні аспекти оцінки масштабів тіньової економіки. *Економіка України*. 2004. № 8. с. 41.

22. Варналій З. С. Шляхи детінізації економіки України та її особливості. *Банківська справа*. 2007. №2. С.56–57.
23. Баранов С. О. Тіньова економіка: сутність, причини, соціально економічні наслідки та шляхи подолання в Україні. *Вісник Національної академії державного управління при Президентові України*. 2015. № 3. С. 47 – 55.
24. Дяченко Я.Я. Детінізація економіки у системі макроекономічного регулювання. *Фінанси України*. 2006. №2. С.68–77.
25. Коваленко С.О. Основи легалізації тіньової економіки в Україні. Київ: Знання, 1999.
26. Lotka A.J. Elements of Physical Biology. Baltimore: Williams&Wilkins Company. 1925. 495 с.
27. Бродський Ю. Б. Особливості моделювання процесів взаємодії в системах на прикладі моделі «хижак – жертва». *Наукові читання*. 2017. № 3. С. 16–20.
28. Халимоник К.В., Фартушний І.Д. Вплив воєнного стану на проблему тіньової економіки в Україні *Ефективна економіка* № 10(2022). С. 680-688 DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2022.10.45>.
29. Халимоник К.В., Фартушний І.Д. Вплив кризових станів на рівень тіньової економіки в Україні, *Моделювання та прогнозування економічних процесів*: матеріали XVI Всеукраїнської науково–практичної конференції з міжнародною участю. 17 листопада 2022 р. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2022. С.27-29.
30. Бокун Н., Кулибаба И. Проблемы статистической оценки теневой экономики. *Вопросы статистики*. 1997. № 7. С. 11 – 19.
31. Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України. «Тенденції тіньової економіки в Україні»: вебсайт. URL: <https://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=cd8ebadc-fddb-4235-8c19-d0bdf3570290&title=ZagalniTendentsiiTinovoiEkonomikiVUkrainiU2021->

- Rotsi (дата звернення: жовтень 2022).
32. Кирило Буданов: Коли повернемо Крим, Кримський міст перестане існувати: вебсайт. URL: <https://www.pravda.com.ua/articles/2022/10/24/7373160/> (дата звернення: листопад 2022).
33. Коляда Ю.В. Адаптивна парадигма моделювання економічної динаміки: монографія. Київ: КНЕУ, 2011. 297с.
34. Коляда Ю.В., Семашко К.А. Комп'ютерні сценарії взаємодії легальної й тіньової економіки суспільства. *Тенденції забезпечення сталого розвитку економічної системи України* : матеріали економічної наукової інтернет-конференції, 12 грудня 2012 року. Тернопіль, 2012. С. 94-97.
35. О.Черевко, Є.Романів Механізм запобігання розвитку тіньової економічної діяльності у сфері фінансово-грошових відносин. *Вісник Національного банку України*. №3. 2004. С. 21.
36. Кравченко М. В. Тіньова економіка як самоорганізоване явище в системі соціально-економічних відносин суспільства: підходи до вивчення. *Управління проектами та Розвиток виробництва: Збірник наукових праць*. № 2 (42). 2012. С. 36 – 41.
37. Кравчук С. Й. Економічна злочинність в Україні, курс лекцій: Навчальний посібник. Київ: «Кондор», 2009. 282 с.
38. Сколотяний Ю. Прихований ресурс: як оцінити обсяги тіньового сектора?. *Дзеркало тижня. Україна*. №28. 2012. С. 15-20.
39. Гончарова В. О. Взаємозв'язок офіційної та тіньової економіки в умовах ринкової трансформації: дис. ... канд. екон. наук: 08.01.01. Харків, 2001. 207 с.
40. Засанський В. В. Механізми управління детінізацією економіки України у трансформаційний період (фінансово-кредитний аспект): дис... д-ра екон. наук: 08.02.03. К., 2003. 407 с.

41. Мішина І. Г. Економічна безпека в умовах ринкових трансформацій: дис. ... канд. екон. наук : спец. 08.00.01. Донецьк, 2007. 235 с.
42. Горбайчук Л. В., Габрелян А. Ю. Проблемні питання використання коштів, що надходять у порядку відшкодування втрат сільськогосподарського та лісгосподарського виробництва. *Правові системи*. 2018. № 1/2. С. 279 – 291.
43. Про запобігання та протидію легалізації (відмиванню) доходів, одержаних злочинним шляхом, фінансуванню тероризму та фінансуванню розповсюдження зброї масового знищення: Закону України від 24.11.18. Відомості Верховної Ради. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1702-18> (дата звернення: листопад 2022).
44. Савченко І.Г. Тіньовий сектор економіки України: аналіз стану та напрями детінізації. *Зовнішня торгівля: право, економіка, фінанси*. 2012. № 3. С. 108.
45. Приварникова І.Ю., Степанюк К. В. Тіньова економіка України: причини, обсяги та шляхи їх зменшення. *Вісник ЗІДМУ*. 2010. № 9. С. 166-168.
46. Погорецький М. А. Особливості розслідування легалізації (відмивання) грошових коштів, отриманих злочинним шляхом, з використанням кредитно-банківської системи. Розслідування окремих видів злочинів: навч. посіб. Київ : Алерта, 2015. С. 279– 300.
47. Дивесєв-Кириленко О. Р. Тіньова економіка та її вплив на розвиток малого і середнього підприємництва в Україні. *Інноваційна економіка*. 2013. № 3 (41). С. 16 – 20.
48. Кіржецький Ю. І. Причини становлення та зростання тінізації економіки в Україні. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2006. № 575. С. 76 – 81.

49. Пономарьов В. П. Формування механізму забезпечення економічної безпеки підприємства :автореф. дис. ... канд. економ. Наук. Луганськ, 2000. 27 с.
- 50.Огреба С. Статистичне відображення обсягів тіньової економіки у системі національних рахунків. *Вісник Київського національного ун-ту ім. Т. Шевченка*. 2001. № 129. С. 51-52.
51. Озерський І. В. Тіньовий сектор економіки. *Економіка. Фінанси. Право*. 2005. № 1. С. 28–31.
52. Павлова А. М. Пріоритети протидії прихованому виведенню капіталів з України. *Науковий вісник*. 2015. № 13. С. 55-61.
53. Засанський В. В. Механізми управління детінізацією економіки України у трансформаційний період (фінансово-кредитний аспект): автореф...д-ра екон. наук: 08.02.03. Київ, 2003. 37 с.
- 54.Ковальчук А. Протидія відмиванню тіньового капіталу як фінансово-правовий імператив. *Банківська справа*. 2015. № 6. С. 3-11.
55. Патюта І. М. Державне регулювання системи факторів оцінки та мінімізації ризиків легалізації коштів, одержаних злочинним шляхом в процесі фінансового моніторингу комерційних банків України. *Культура народів Причорномор'я*. 2012. № 220. С. 77-81.
56. Тіньова економіка в Україні: стан, тенденції, шляхи подолання: вебсайт. URL:https://www.naiu.kiev.ua/files/naukovadiyalnist/naukovi-zaxodi/zbirniki/2017/tin_ekon.pdf (дата звернення: листопад 2022).
57. Stankevičius E, Vasiliauskaitė A. Tax burden level leverage on size of the shadow economy, cases of EU countries 2003-2013. *Procedia – Social and Behavioral. Sciences*. 2014. №156. С. 548 – 552.
58. Smith P. Assessing the Size of the Underground Economy: the Statistics Canada Perspective. *Income and Expenditure Accounts technical series*. 2006. № 28. С. 25.

59. Palda F. Evasive Ability and the Efficiency Cost of the Underground Economy. *The Canadian Journal of Economics*. 1998. №31. С.1118–1138.
60. Mazhar U., Méon P.-G. Taxing the unobservable: The impact of the shadow economy on inflation and taxation. *World Development*. 2012. С. 1–34.
61. Jensen C., Wöhlbier D. Shadow Economies All over the World. New Estimates for 162 Countries from 1999 to 2007. Policy Research Working Paper 5356, 2012. URL:
http://www.wds.worldbank.org/external/default/WDSCContentServer/WDSP/IB/2010/10/14/000158349_20101014160704/Rendered/PDF/WPS5356.pdf
(дата звернення: листопад 2022).

ДОДАТОК А

Програмна реалізація розрахунків

Simple Regression - y vs. t

Dependent variable: y

Independent variable: t

Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	3,462	0,192126	18,0195	0,0000
Slope	0,0927794	0,0198691	4,66952	0,0004

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	2,92673	1	2,92673	21,80	0,0004
Residual	1,87917	14	0,134226		
Total (Corr.)	4,80589	15			

Correlation Coefficient = 0,780376

R-squared = 60,8987 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 58,1057 percent

Standard Error of Est. = 0,366369

Mean absolute error = 0,260235

Durbin-Watson statistic = 1,11168 (P=0,0123)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,221793

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between y and t. The equation of the fitted model is

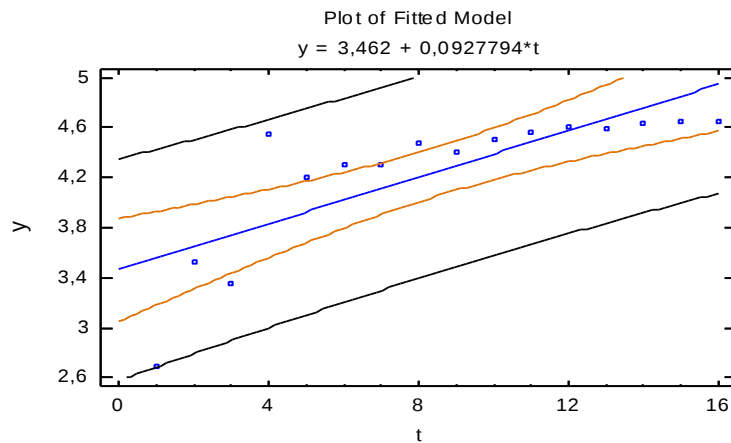
$$y = 3,462 + 0,0927794 \cdot t$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between y and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 60,8987% of the variability in y. The correlation coefficient equals 0,780376, indicating a moderately strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,366369. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 0,260235 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is less than 0,05, there is an indication of possible serial correlation at the 95,0% confidence level. Plot the residuals versus row order to see if there is any pattern that can be seen.

Продовження додатку А



Predicted Values

		95,00%		95,00%	
	Predicted	Prediction	Limits	Confidence	Limits
X	Y	Lower	Upper	Lower	Upper
1,0	3,55478	2,68403	4,42553	3,17962	3,92994
16,0	4,94647	4,07572	5,81722	4,57131	5,32163

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for y using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% prediction intervals for new observations
- (2) 95,0% confidence intervals for the mean of many observations

The prediction and confidence intervals correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.

Comparison of Alternative Models

Model	Correlation	R-Squared
Double reciprocal	0,9597	92,10%
S-curve model	-0,9481	89,90%
Reciprocal-X	-0,9326	86,98%
Squared-Y logarithmic-X	0,9233	85,25%
Logarithmic-X	0,9177	84,22%
Squared-Y reciprocal-X	-0,9145	83,63%
Square root-Y logarithmic-X	0,9134	83,44%
Multiplicative	0,9081	82,47%
Squared-Y square root-X	0,8708	75,83%
Square root-X	0,8548	73,08%
Double square root	0,8454	71,47%
Logarithmic-Y square root-X	0,8350	69,72%
Squared-Y	0,8034	64,55%
Linear	0,7804	60,90%
Square root-Y	0,7675	58,91%
Exponential	0,7538	56,83%
Reciprocal-Y	-0,7240	52,42%
Double squared	0,6822	46,54%
Squared-X	0,6526	42,59%
Square root-Y squared-X	0,6368	40,55%
Logarithmic-Y squared-X	0,6205	38,50%
Reciprocal-Y squared-X	-0,5863	34,38%
Reciprocal-Y square root-X	<no fit>	
Reciprocal-Y logarithmic-X	<no fit>	
Square root-Y reciprocal-X	<no fit>	
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

Продовження додатку А

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the double reciprocal model yields the highest R-Squared value with 92,1043%. This is 31,2056% higher than the currently selected linear model. To change models, select the Analysis Options dialog box.

Simple Regression - y vs. t

Dependent variable: y

Independent variable: t

Double reciprocal model: $Y = 1/(a + b/X)$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	0,204664	0,00417838	48,9818	0,0000
Slope	0,169688	0,0132783	12,7794	0,0000

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	0,0250512	1	0,0250512	163,31	0,0000
Residual	0,00214753	14	0,000153395		
Total (Corr.)	0,0271988	15			

Correlation Coefficient = 0,95971

R-squared = 92,1043 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 91,5403 percent

Standard Error of Est. = 0,0123853

Mean absolute error = 0,00550535

Durbin-Watson statistic = 3,09877 (P=0,9860)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,550974

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a double reciprocal model to describe the relationship between y and t. The equation of the fitted model is

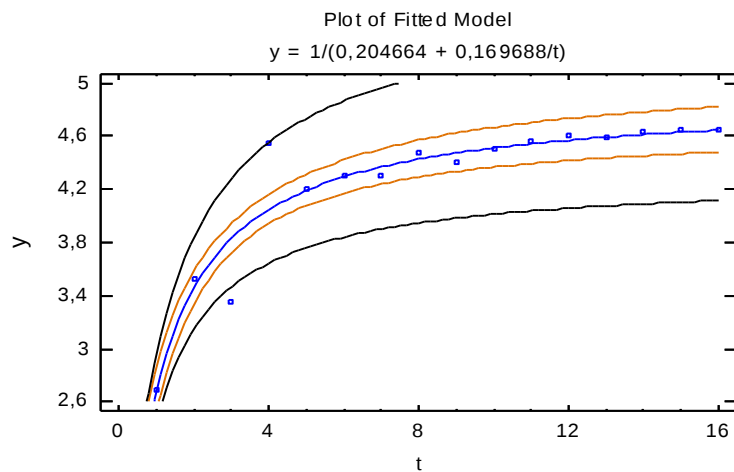
$$y = 1/(0,204664 + 0,169688/t)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between y and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 92,1043% of the variability in y. The correlation coefficient equals 0,95971, indicating a relatively strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,0123853. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 0,00550535 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

Продовження додатку А



Predicted Values

		95,00%		95,00%	
	Predicted	Prediction	Limits	Confidence	Limits
X	Y	Lower	Upper	Lower	Upper
1,0	2,67128	2,4404	2,9504	2,51398	2,84957
16,0	4,64533	4,11561	5,33156	4,48134	4,82179

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for y using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% prediction intervals for new observations
- (2) 95,0% confidence intervals for the mean of many observations

The prediction and confidence intervals correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.

Comparison of Alternative Models

Model	Correlation	R-Squared
Double reciprocal	0,9597	92,10%
S-curve model	-0,9481	89,90%
Reciprocal-X	-0,9326	86,98%
Squared-Y logarithmic-X	0,9233	85,25%
Logarithmic-X	0,9177	84,22%
Squared-Y reciprocal-X	-0,9145	83,63%
Square root-Y logarithmic-X	0,9134	83,44%
Multiplicative	0,9081	82,47%
Squared-Y square root-X	0,8708	75,83%
Square root-X	0,8548	73,08%
Double square root	0,8454	71,47%
Logarithmic-Y square root-X	0,8350	69,72%
Squared-Y	0,8034	64,55%
Linear	0,7804	60,90%
Square root-Y	0,7675	58,91%
Exponential	0,7538	56,83%
Reciprocal-Y	-0,7240	52,42%
Double squared	0,6822	46,54%
Squared-X	0,6526	42,59%
Square root-Y squared-X	0,6368	40,55%
Logarithmic-Y squared-X	0,6205	38,50%
Reciprocal-Y squared-X	-0,5863	34,38%
Reciprocal-Y square root-X	<no fit>	
Reciprocal-Y logarithmic-X	<no fit>	
Square root-Y reciprocal-X	<no fit>	
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

Продовження додатку А

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the double reciprocal model yields the highest R-Squared value with 92,1043%. This is the currently selected model.

Simple Regression - y vs. t

Dependent variable: y

Independent variable: t

S-curve model: $Y = \exp(a + b/X)$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	1,56449	0,0170047	92,0032	0,0000
Slope	-0,603091	0,0540387	-11,1604	0,0000

NOTE: intercept = $\ln(a)$

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	0,31644	1	0,31644	124,55	0,0000
Residual	0,0355683	14	0,0025406		
Total (Corr.)	0,352009	15			

Correlation Coefficient = -0,948133

R-squared = 89,8956 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 89,1739 percent

Standard Error of Est. = 0,0504043

Mean absolute error = 0,0254277

Durbin-Watson statistic = 2,84584 (P=0,9408)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,435477

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a S-curve model model to describe the relationship between y and t. The equation of the fitted model is

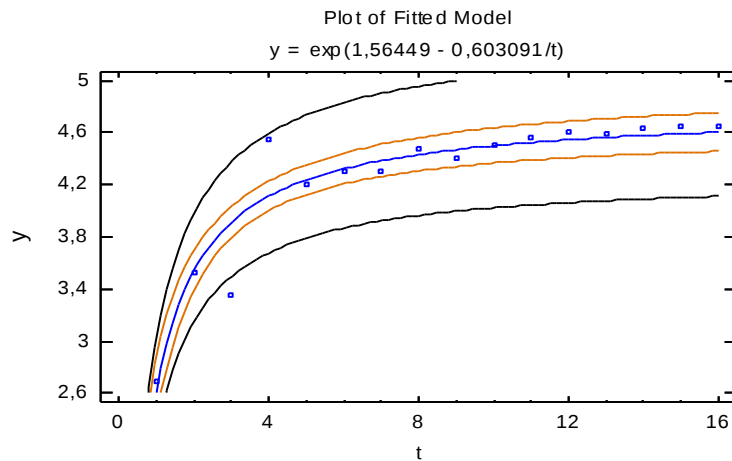
$$y = \exp(1,56449 - 0,603091/t)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between y and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 89,8956% of the variability in y. The correlation coefficient equals -0,948133, indicating a relatively strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,0504043. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 0,0254277 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

Продовження додатку А



Predicted Values

		95,00%		95,00%	
	<i>Predicted</i>	<i>Prediction</i>	<i>Limits</i>	<i>Confidence</i>	<i>Limits</i>
<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
1,0	2,61535	2,26431	3,02083	2,37756	2,87693
16,0	4,60341	4,11252	5,15289	4,45816	4,75339

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for y using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% prediction intervals for new observations
- (2) 95,0% confidence intervals for the mean of many observations

The prediction and confidence intervals correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.

Comparison of Alternative Models

<i>Model</i>	<i>Correlation</i>	<i>R-Squared</i>
Double reciprocal	0,9597	92,10%
S-curve model	-0,9481	89,90%
Reciprocal-X	-0,9326	86,98%
Squared-Y logarithmic-X	0,9233	85,25%
Logarithmic-X	0,9177	84,22%
Squared-Y reciprocal-X	-0,9145	83,63%
Square root-Y logarithmic-X	0,9134	83,44%
Multiplicative	0,9081	82,47%
Squared-Y square root-X	0,8708	75,83%
Square root-X	0,8548	73,08%
Double square root	0,8454	71,47%
Logarithmic-Y square root-X	0,8350	69,72%
Squared-Y	0,8034	64,55%
Linear	0,7804	60,90%
Square root-Y	0,7675	58,91%
Exponential	0,7538	56,83%
Reciprocal-Y	-0,7240	52,42%
Double squared	0,6822	46,54%
Squared-X	0,6526	42,59%
Square root-Y squared-X	0,6368	40,55%
Logarithmic-Y squared-X	0,6205	38,50%
Reciprocal-Y squared-X	-0,5863	34,38%
Reciprocal-Y square root-X	<no fit>	
Reciprocal-Y logarithmic-X	<no fit>	
Square root-Y reciprocal-X	<no fit>	
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

Продовження додатку А

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the double reciprocal model yields the highest R-Squared value with 92,1043%. This is 2,20872% higher than the currently selected S-curve model model. To change models, select the Analysis Options dialog box.

Simple Regression - y vs. t

Dependent variable: y

Independent variable: t

Reciprocal-X model: $Y = a + b/X$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	4,71379	0,0713144	66,0986	0,0000
Slope	-2,19201	0,226627	-9,67229	0,0000

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	4,18032	1	4,18032	93,55	0,0000
Residual	0,625574	14	0,0446838		
Total (Corr.)	4,80589	15			

Correlation Coefficient = -0,932648

R-squared = 86,9832 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 86,0534 percent

Standard Error of Est. = 0,211386

Mean absolute error = 0,125701

Durbin-Watson statistic = 2,5919 (P=0,8378)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,322853

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a reciprocal-X model to describe the relationship between y and t. The equation of the fitted model is

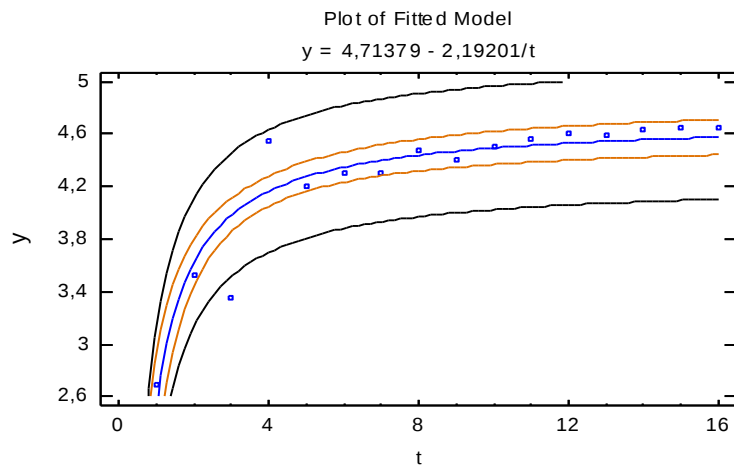
$$y = 4,71379 - 2,19201/t$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between y and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 86,9832% of the variability in y. The correlation coefficient equals -0,932648, indicating a relatively strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,211386. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 0,125701 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

Продовження додатку А



Predicted Values

		95,00%		95,00%	
	Predicted	Prediction	Limits	Confidence	Limits
X	Y	Lower	Upper	Lower	Upper
1,0	2,52178	1,91732	3,12624	2,12201	2,92155
16,0	4,57679	4,10389	5,04968	4,44233	4,71124

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for y using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% prediction intervals for new observations
- (2) 95,0% confidence intervals for the mean of many observations

The prediction and confidence intervals correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.

Comparison of Alternative Models

Model	Correlation	R-Squared
Double reciprocal	0,9597	92,10%
S-curve model	-0,9481	89,90%
Reciprocal-X	-0,9326	86,98%
Squared-Y logarithmic-X	0,9233	85,25%
Logarithmic-X	0,9177	84,22%
Squared-Y reciprocal-X	-0,9145	83,63%
Square root-Y logarithmic-X	0,9134	83,44%
Multiplicative	0,9081	82,47%
Squared-Y square root-X	0,8708	75,83%
Square root-X	0,8548	73,08%
Double square root	0,8454	71,47%
Logarithmic-Y square root-X	0,8350	69,72%
Squared-Y	0,8034	64,55%
Linear	0,7804	60,90%
Square root-Y	0,7675	58,91%
Exponential	0,7538	56,83%
Reciprocal-Y	-0,7240	52,42%
Double squared	0,6822	46,54%
Squared-X	0,6526	42,59%
Square root-Y squared-X	0,6368	40,55%
Logarithmic-Y squared-X	0,6205	38,50%
Reciprocal-Y squared-X	-0,5863	34,38%
Reciprocal-Y square root-X	<no fit>	
Reciprocal-Y logarithmic-X	<no fit>	
Square root-Y reciprocal-X	<no fit>	
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

Продовження додатку А

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the double reciprocal model yields the highest R-Squared value with 92,1043%. This is 5,12113% higher than the currently selected reciprocal-X model. To change models, select the Analysis Options dialog box.

Simple Regression – y vs. T

Dependent variable: y

Independent variable: t

Squared-Y logarithmic-X model: $Y = \sqrt{a + b \cdot \ln(X)}$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	8,75313	1,15051	7,60803	0,0000
Slope	5,0157	0,55751	8,9966	0,0000

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	235,008	1	235,008	80,94	0,0000
Residual	40,6494	14	2,90353		
Total (Corr.)	275,658	15			

Correlation Coefficient = 0,923329

R-squared = 85,2537 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 84,2004 percent

Standard Error of Est. = 1,70397

Mean absolute error = 0,972666

Durbin-Watson statistic = 2,40068 (P=0,7066)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,24188

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a squared-Y logarithmic-X model to describe the relationship between y and t. The equation of the fitted model is

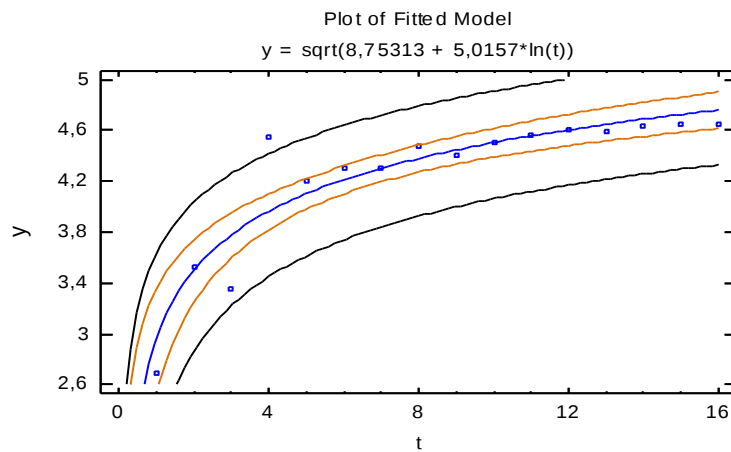
$$y = \sqrt{8,75313 + 5,0157 \cdot \ln(t)}$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between y and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 85,2537% of the variability in y. The correlation coefficient equals 0,923329, indicating a relatively strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 1,70397. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 0,972666 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

Продовження додатку А



Predicted Values

		95,00%		95,00%	
	<i>Predicted</i>	<i>Prediction</i>	<i>Limits</i>	<i>Confidence</i>	<i>Limits</i>
<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
1,0	2,95857	2,08408	3,62807	2,50709	3,34974
16,0	4,76021	4,33082	5,15395	4,61388	4,90217

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for y using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% prediction intervals for new observations
- (2) 95,0% confidence intervals for the mean of many observations

The prediction and confidence intervals correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.

Comparison of Alternative Models

<i>Model</i>	<i>Correlation</i>	<i>R-Squared</i>
Double reciprocal	0,9597	92,10%
S-curve model	-0,9481	89,90%
Reciprocal-X	-0,9326	86,98%
Squared-Y logarithmic-X	0,9233	85,25%
Logarithmic-X	0,9177	84,22%
Squared-Y reciprocal-X	-0,9145	83,63%
Square root-Y logarithmic-X	0,9134	83,44%
Multiplicative	0,9081	82,47%
Squared-Y square root-X	0,8708	75,83%
Square root-X	0,8548	73,08%
Double square root	0,8454	71,47%
Logarithmic-Y square root-X	0,8350	69,72%
Squared-Y	0,8034	64,55%
Linear	0,7804	60,90%
Square root-Y	0,7675	58,91%
Exponential	0,7538	56,83%
Reciprocal-Y	-0,7240	52,42%
Double squared	0,6822	46,54%
Squared-X	0,6526	42,59%
Square root-Y squared-X	0,6368	40,55%
Logarithmic-Y squared-X	0,6205	38,50%
Reciprocal-Y squared-X	-0,5863	34,38%
Reciprocal-Y square root-X	<no fit>	
Reciprocal-Y logarithmic-X	<no fit>	
Square root-Y reciprocal-X	<no fit>	
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

Продовження додатку А

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the double reciprocal model yields the highest R-Squared value with 92,1043%. This is 6,85065% higher than the currently selected squared-Y logarithmic-X model. To change models, select the Analysis Options dialog box.

Simple Regression – y vs. T

Dependent variable: y

Independent variable: t

Logarithmic-X model: $Y = a + b \cdot \ln(X)$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	2,98881	0,157161	19,0175	0,0000
Slope	0,658229	0,0761561	8,64315	0,0000

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	4,04739	1	4,04739	74,70	0,0000
Residual	0,758505	14	0,0541789		
Total (Corr.)	4,80589	15			

Correlation Coefficient = 0,917699

R-squared = 84,2172 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 83,0898 percent

Standard Error of Est. = 0,232764

Mean absolute error = 0,146952

Durbin-Watson statistic = 2,14315 (P=0,5017)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,14812

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a logarithmic-X model to describe the relationship between y and t. The equation of the fitted model is

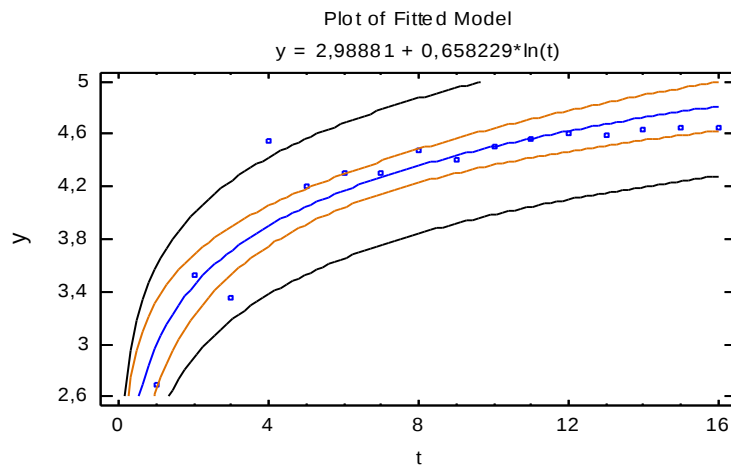
$$y = 2,98881 + 0,658229 \cdot \ln(t)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between y and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 84,2172% of the variability in y after transforming to a $Y/(1-Y)$ scale to linearize the model. The correlation coefficient equals 0,917699, indicating a relatively strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,232764. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 0,146952 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

Продовження додатку А



Predicted Values

		95,00%		95,00%	
	<i>Predicted</i>	<i>Prediction</i>	<i>Limits</i>	<i>Confidence</i>	<i>Limits</i>
<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
1,0	2,98881	2,38643	3,59118	2,65173	3,32588
16,0	4,8138	4,28057	5,34704	4,62643	5,00117

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for y using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% prediction intervals for new observations
- (2) 95,0% confidence intervals for the mean of many observations

The prediction and confidence intervals correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.

Comparison of Alternative Models

<i>Model</i>	<i>Correlation</i>	<i>R-Squared</i>
Double reciprocal	0,9597	92,10%
S-curve model	-0,9481	89,90%
Reciprocal-X	-0,9326	86,98%
Squared-Y logarithmic-X	0,9233	85,25%
Logarithmic-X	0,9177	84,22%
Squared-Y reciprocal-X	-0,9145	83,63%
Square root-Y logarithmic-X	0,9134	83,44%
Multiplicative	0,9081	82,47%
Squared-Y square root-X	0,8708	75,83%
Square root-X	0,8548	73,08%
Double square root	0,8454	71,47%
Logarithmic-Y square root-X	0,8350	69,72%
Squared-Y	0,8034	64,55%
Linear	0,7804	60,90%
Square root-Y	0,7675	58,91%
Exponential	0,7538	56,83%
Reciprocal-Y	-0,7240	52,42%
Double squared	0,6822	46,54%
Squared-X	0,6526	42,59%
Square root-Y squared-X	0,6368	40,55%
Logarithmic-Y squared-X	0,6205	38,50%
Reciprocal-Y squared-X	-0,5863	34,38%
Reciprocal-Y square root-X	<no fit>	
Reciprocal-Y logarithmic-X	<no fit>	
Square root-Y reciprocal-X	<no fit>	
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

Продовження додатку А

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the double reciprocal model yields the highest R-Squared value with 92,1043%. This is 7,88713% higher than the currently selected logarithmic-X model. To change models, select the Analysis Options dialog box.

Simple Regression - y vs. t

Dependent variable: y

Independent variable: t

Squared-Y reciprocal-X model: $Y = \sqrt{a + b/X}$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	21,8077	0,605658	36,0066	0,0000
Slope	-16,2782	1,9247	-8,45755	0,0000

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	230,537	1	230,537	71,53	0,0000
Residual	45,1211	14	3,22293		
Total (Corr.)	275,658	15			

Correlation Coefficient = -0,914503

R-squared = 83,6315 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 82,4623 percent

Standard Error of Est. = 1,79525

Mean absolute error = 1,17901

Durbin-Watson statistic = 2,37866 (P=0,7014)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,229281

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a squared-Y reciprocal-X model to describe the relationship between y and t. The equation of the fitted model is

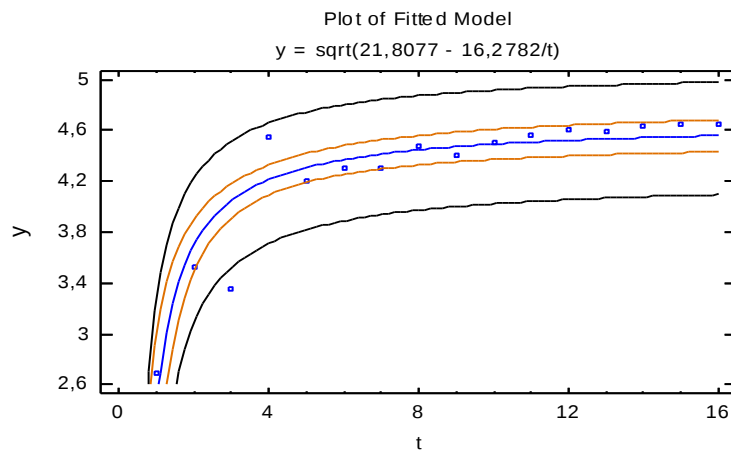
$$y = \sqrt{21,8077 - 16,2782/t}$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between y and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 83,6315% of the variability in y. The correlation coefficient equals -0,914503, indicating a relatively strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 1,79525. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 1,17901 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

Продовження додатку А



Predicted Values

		95,00%		95,00%	
	<i>Predicted</i>	<i>Prediction</i>	<i>Limits</i>	<i>Confidence</i>	<i>Limits</i>
<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
1,0	2,35148	0,629249	3,26542	1,46093	2,98741
16,0	4,55964	4,09562	4,98061	4,43265	4,68318

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for y using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% prediction intervals for new observations
- (2) 95,0% confidence intervals for the mean of many observations

The prediction and confidence intervals correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.

Comparison of Alternative Models

<i>Model</i>	<i>Correlation</i>	<i>R-Squared</i>
Double reciprocal	0,9597	92,10%
S-curve model	-0,9481	89,90%
Reciprocal-X	-0,9326	86,98%
Squared-Y logarithmic-X	0,9233	85,25%
Logarithmic-X	0,9177	84,22%
Squared-Y reciprocal-X	-0,9145	83,63%
Square root-Y logarithmic-X	0,9134	83,44%
Multiplicative	0,9081	82,47%
Squared-Y square root-X	0,8708	75,83%
Square root-X	0,8548	73,08%
Double square root	0,8454	71,47%
Logarithmic-Y square root-X	0,8350	69,72%
Squared-Y	0,8034	64,55%
Linear	0,7804	60,90%
Square root-Y	0,7675	58,91%
Exponential	0,7538	56,83%
Reciprocal-Y	-0,7240	52,42%
Double squared	0,6822	46,54%
Squared-X	0,6526	42,59%
Square root-Y squared-X	0,6368	40,55%
Logarithmic-Y squared-X	0,6205	38,50%
Reciprocal-Y squared-X	-0,5863	34,38%
Reciprocal-Y square root-X	<no fit>	
Reciprocal-Y logarithmic-X	<no fit>	
Square root-Y reciprocal-X	<no fit>	
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

Продовження додатку А

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the double reciprocal model yields the highest R-Squared value with 92,1043%. This is 8,47282% higher than the currently selected squared-Y reciprocal-X model. To change models, select the Analysis Options dialog box.

Simple Regression - y vs. t

Dependent variable: y

Independent variable: t

Square root-Y logarithmic-X model: $Y = (a + b \cdot \ln(X))^2$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	1,73116	0,0417418	41,4729	0,0000
Slope	0,169873	0,0202271	8,39833	0,0000

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	0,26957	1	0,26957	70,53	0,0000
Residual	0,0535075	14	0,00382196		
Total (Corr.)	0,323078	15			

Correlation Coefficient = 0,913445

R-squared = 83,4382 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 82,2552 percent

Standard Error of Est. = 0,061822

Mean absolute error = 0,0405689

Durbin-Watson statistic = 2,01451 (P=0,3968)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,104259

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a square root-Y logarithmic-X model to describe the relationship between y and t. The equation of the fitted model is

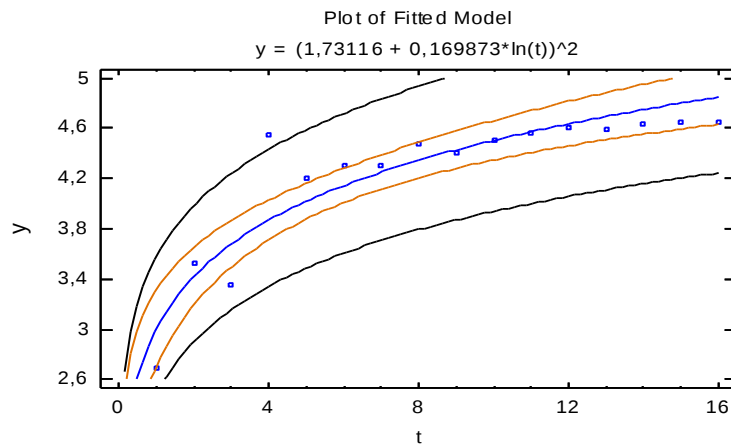
$$y = (1,73116 + 0,169873 \cdot \ln(t))^2$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between y and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 83,4382% of the variability in y after transforming to an inverse normal scale to linearize the model. The correlation coefficient equals 0,913445, indicating a relatively strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,061822. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 0,0405689 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

Продовження додатку А



Predicted Values

		95,00%		95,00%	
	<i>Predicted</i>	<i>Prediction</i>	<i>Limits</i>	<i>Confidence</i>	<i>Limits</i>
<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
1,0	2,9969	2,46856	3,57643	2,69494	3,31489
16,0	4,84944	4,24573	5,49327	4,63274	5,0711

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for y using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% prediction intervals for new observations
- (2) 95,0% confidence intervals for the mean of many observations

The prediction and confidence intervals correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.

Comparison of Alternative Models

<i>Model</i>	<i>Correlation</i>	<i>R-Squared</i>
Double reciprocal	0,9597	92,10%
S-curve model	-0,9481	89,90%
Reciprocal-X	-0,9326	86,98%
Squared-Y logarithmic-X	0,9233	85,25%
Logarithmic-X	0,9177	84,22%
Squared-Y reciprocal-X	-0,9145	83,63%
Square root-Y logarithmic-X	0,9134	83,44%
Multiplicative	0,9081	82,47%
Squared-Y square root-X	0,8708	75,83%
Square root-X	0,8548	73,08%
Double square root	0,8454	71,47%
Logarithmic-Y square root-X	0,8350	69,72%
Squared-Y	0,8034	64,55%
Linear	0,7804	60,90%
Square root-Y	0,7675	58,91%
Exponential	0,7538	56,83%
Reciprocal-Y	-0,7240	52,42%
Double squared	0,6822	46,54%
Squared-X	0,6526	42,59%
Square root-Y squared-X	0,6368	40,55%
Logarithmic-Y squared-X	0,6205	38,50%
Reciprocal-Y squared-X	-0,5863	34,38%
Reciprocal-Y square root-X	<no fit>	
Reciprocal-Y logarithmic-X	<no fit>	
Square root-Y reciprocal-X	<no fit>	
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

Продовження додатку А

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the double reciprocal model yields the highest R-Squared value with 92,1043%. This is 8,66611% higher than the currently selected square root-Y logarithmic-X model. To change models, select the Analysis Options dialog box.

Simple Regression - y vs. t

Dependent variable: y

Independent variable: t

Multiplicative model: $Y = a \cdot X^b$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	1,09912	0,044825	24,5203	0,0000
Slope	0,176285	0,0217211	8,11587	0,0000

NOTE: intercept = $\ln(a)$

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	0,290305	1	0,290305	65,87	0,0000
Residual	0,0617039	14	0,00440742		
Total (Corr.)	0,352009	15			

Correlation Coefficient = 0,908135

R-squared = 82,4709 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 81,2188 percent

Standard Error of Est. = 0,0663884

Mean absolute error = 0,0448265

Durbin-Watson statistic = 1,89302 (P=0,3040)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,0649063

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiplicative model to describe the relationship between y and t. The equation of the fitted model is

$$y = \exp(1,09912 + 0,176285 \cdot \ln(t))$$

or

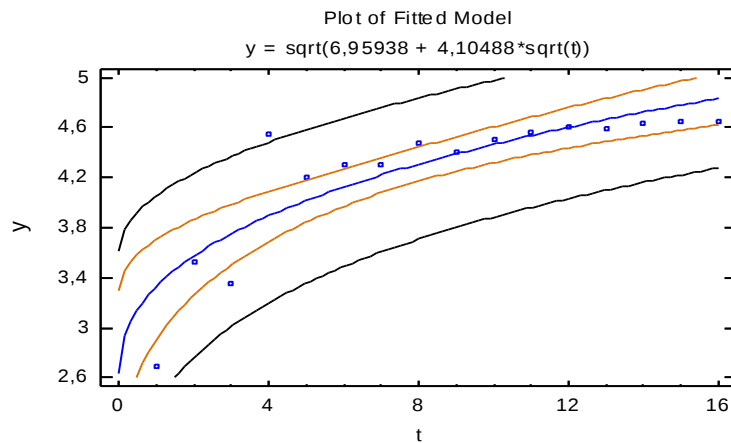
$$\ln(y) = 1,09912 + 0,176285 \cdot \ln(t)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between y and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 82,4709% of the variability in y. The correlation coefficient equals 0,908135, indicating a relatively strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,0663884. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 0,0448265 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

Продовження додатку А



Predicted Values

		95,00%		95,00%	
	Predicted	Prediction	Limits	Confidence	Limits
X	Y	Lower	Upper	Lower	Upper
1,0	3,3263	2,3861	4,05402	2,90294	3,70155
16,0	4,83517	4,27678	5,33544	4,6238	5,03769

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for y using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% prediction intervals for new observations
- (2) 95,0% confidence intervals for the mean of many observations

The prediction and confidence intervals correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.

Comparison of Alternative Models

Model	Correlation	R-Squared
Double reciprocal	0,9597	92,10%
S-curve model	-0,9481	89,90%
Reciprocal-X	-0,9326	86,98%
Squared-Y logarithmic-X	0,9233	85,25%
Logarithmic-X	0,9177	84,22%
Squared-Y reciprocal-X	-0,9145	83,63%
Square root-Y logarithmic-X	0,9134	83,44%
Multiplicative	0,9081	82,47%
Squared-Y square root-X	0,8708	75,83%
Square root-X	0,8548	73,08%
Double square root	0,8454	71,47%
Logarithmic-Y square root-X	0,8350	69,72%
Squared-Y	0,8034	64,55%
Linear	0,7804	60,90%
Square root-Y	0,7675	58,91%
Exponential	0,7538	56,83%
Reciprocal-Y	-0,7240	52,42%
Double squared	0,6822	46,54%
Squared-X	0,6526	42,59%
Square root-Y squared-X	0,6368	40,55%
Logarithmic-Y squared-X	0,6205	38,50%
Reciprocal-Y squared-X	-0,5863	34,38%
Reciprocal-Y square root-X	<no fit>	
Reciprocal-Y logarithmic-X	<no fit>	
Square root-Y reciprocal-X	<no fit>	
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

Продовження додатку А

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the double reciprocal model yields the highest R-Squared value with 92,1043%. This is 16,2727% higher than the currently selected squared-Y square root-X model. To change models, select the Analysis Options dialog box.

Simple Regression - y vs. t

Dependent variable: y

Independent variable: t

Square root-X model: $Y = a + b \cdot \sqrt{X}$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	2,77184	0,251646	11,0149	0,0000
Slope	0,532066	0,0863138	6,16432	0,0000

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	3,51197	1	3,51197	38,00	0,0000
Residual	1,29392	14	0,092423		
Total (Corr.)	4,80589	15			

Correlation Coefficient = 0,854847

R-squared = 73,0763 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 71,1532 percent

Standard Error of Est. = 0,304012

Mean absolute error = 0,202761

Durbin-Watson statistic = 1,44687 (P=0,0710)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,106758

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a square root-X model to describe the relationship between y and t. The equation of the fitted model is

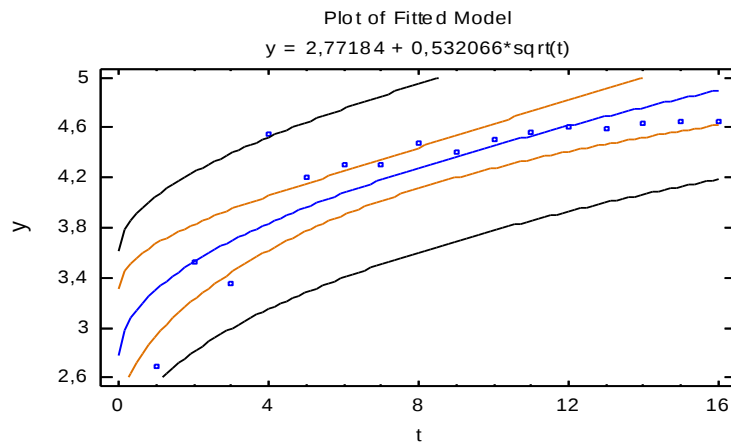
$$y = 2,77184 + 0,532066 \cdot \sqrt{t}$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between y and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 73,0763% of the variability in y. The correlation coefficient equals 0,854847, indicating a moderately strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,304012. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 0,202761 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

Продовження додатку А



Predicted Values

		95,00%		95,00%	
	Predicted	Prediction	Limits	Confidence	Limits
X	Y	Lower	Upper	Lower	Upper
1,0	3,30391	2,55542	4,05239	2,93638	3,67143
16,0	4,9001	4,19102	5,60919	4,62147	5,17874

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for y using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% prediction intervals for new observations
- (2) 95,0% confidence intervals for the mean of many observations

The prediction and confidence intervals correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.

Comparison of Alternative Models

Model	Correlation	R-Squared
Double reciprocal	0,9597	92,10%
S-curve model	-0,9481	89,90%
Reciprocal-X	-0,9326	86,98%
Squared-Y logarithmic-X	0,9233	85,25%
Logarithmic-X	0,9177	84,22%
Squared-Y reciprocal-X	-0,9145	83,63%
Square root-Y logarithmic-X	0,9134	83,44%
Multiplicative	0,9081	82,47%
Squared-Y square root-X	0,8708	75,83%
Square root-X	0,8548	73,08%
Double square root	0,8454	71,47%
Logarithmic-Y square root-X	0,8350	69,72%
Squared-Y	0,8034	64,55%
Linear	0,7804	60,90%
Square root-Y	0,7675	58,91%
Exponential	0,7538	56,83%
Reciprocal-Y	-0,7240	52,42%
Double squared	0,6822	46,54%
Squared-X	0,6526	42,59%
Square root-Y squared-X	0,6368	40,55%
Logarithmic-Y squared-X	0,6205	38,50%
Reciprocal-Y squared-X	-0,5863	34,38%
Reciprocal-Y square root-X	<no fit>	
Reciprocal-Y logarithmic-X	<no fit>	
Square root-Y reciprocal-X	<no fit>	
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

Продовження додатку А

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the double reciprocal model yields the highest R-Squared value with 92,1043%. This is 19,028% higher than the currently selected square root-X model. To change models, select the Analysis Options dialog box.

Simple Regression - y vs. t

Dependent variable: y

Independent variable: t

Double square root model: $Y = (a + b*\sqrt{X})^2$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	1,67761	0,0671596	24,9795	0,0000
Slope	0,136433	0,0230355	5,9227	0,0000

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	0,230917	1	0,230917	35,08	0,0000
Residual	0,0921604	14	0,00658289		
Total (Corr.)	0,323078	15			

Correlation Coefficient = 0,845424

R-squared = 71,4742 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 69,4367 percent

Standard Error of Est. = 0,081135

Mean absolute error = 0,0547472

Durbin-Watson statistic = 1,3765 (P=0,0521)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,123318

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a double square root model to describe the relationship between y and t. The equation of the fitted model is

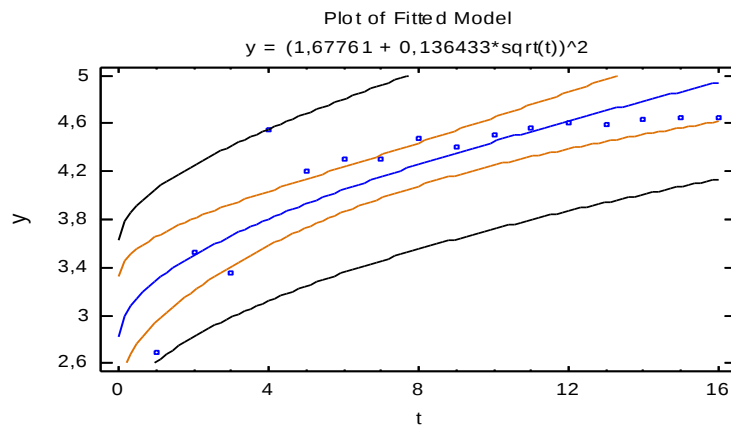
$$y = (1,67761 + 0,136433*\sqrt{t})^2$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between y and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 71,4742% of the variability in y after transforming to a logarithmic scale to linearize the model. The correlation coefficient equals 0,845424, indicating a moderately strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,081135. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 0,0547472 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

Продовження додатку А



Predicted Values

		95,00%		95,00%	
	<i>Predicted</i>	<i>Prediction</i>	<i>Limits</i>	<i>Confidence</i>	<i>Limits</i>
<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
1,0	3,29075	2,60592	4,05539	2,94451	3,65624
16,0	4,94325	4,13757	5,82055	4,61811	5,27945

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for y using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% prediction intervals for new observations
- (2) 95,0% confidence intervals for the mean of many observations

The prediction and confidence intervals correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.

Comparison of Alternative Models

<i>Model</i>	<i>Correlation</i>	<i>R-Squared</i>
Double reciprocal	0,9597	92,10%
S-curve model	-0,9481	89,90%
Reciprocal-X	-0,9326	86,98%
Squared-Y logarithmic-X	0,9233	85,25%
Logarithmic-X	0,9177	84,22%
Squared-Y reciprocal-X	-0,9145	83,63%
Square root-Y logarithmic-X	0,9134	83,44%
Multiplicative	0,9081	82,47%
Squared-Y square root-X	0,8708	75,83%
Square root-X	0,8548	73,08%
Double square root	0,8454	71,47%
Logarithmic-Y square root-X	0,8350	69,72%
Squared-Y	0,8034	64,55%
Linear	0,7804	60,90%
Square root-Y	0,7675	58,91%
Exponential	0,7538	56,83%
Reciprocal-Y	-0,7240	52,42%
Double squared	0,6822	46,54%
Squared-X	0,6526	42,59%
Square root-Y squared-X	0,6368	40,55%
Logarithmic-Y squared-X	0,6205	38,50%
Reciprocal-Y squared-X	-0,5863	34,38%
Reciprocal-Y square root-X	<no fit>	
Reciprocal-Y logarithmic-X	<no fit>	
Square root-Y reciprocal-X	<no fit>	
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

Продовження додатку А

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the double reciprocal model yields the highest R-Squared value with 92,1043%. This is 20,6301% higher than the currently selected double square root model. To change models, select the Analysis Options dialog box.

Simple Regression - y vs. t

Dependent variable: y

Independent variable: t

Logarithmic-Y square root-X model: $Y = \exp(a + b \cdot \sqrt{X})$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	1,04613	0,0722215	14,4851	0,0000
Slope	0,140655	0,0247718	5,67804	0,0001

NOTE: intercept = $\ln(a)$

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	0,245432	1	0,245432	32,24	0,0001
Residual	0,106577	14	0,00761262		
Total (Corr.)	0,352009	15			

Correlation Coefficient = 0,835005

R-squared = 69,7233 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 67,5607 percent

Standard Error of Est. = 0,0872503

Mean absolute error = 0,0594214

Durbin-Watson statistic = 1,31707 (P=0,0393)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,134693

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a logarithmic-Y square root-X model to describe the relationship between y and t. The equation of the fitted model is

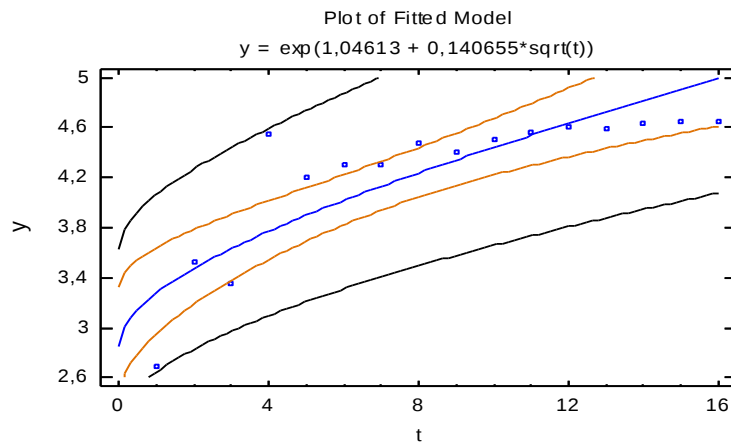
$$y = \exp(1,04613 + 0,140655 \cdot \sqrt{t})$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between y and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 69,7233% of the variability in y. The correlation coefficient equals 0,835005, indicating a moderately strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,0872503. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 0,0594214 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is less than 0,05, there is an indication of possible serial correlation at the 95,0% confidence level. Plot the residuals versus row order to see if there is any pattern that can be seen.

Продовження додатку А



Predicted Values

		95,00%		95,00%	
	<i>Predicted</i>	<i>Prediction</i>	<i>Limits</i>	<i>Confidence</i>	<i>Limits</i>
<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
1,0	3,27654	2,64316	4,0617	2,94854	3,64103
16,0	4,99658	4,07655	6,12426	4,61257	5,41256

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for y using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% prediction intervals for new observations
- (2) 95,0% confidence intervals for the mean of many observations

The prediction and confidence intervals correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.

Comparison of Alternative Models

<i>Model</i>	<i>Correlation</i>	<i>R-Squared</i>
Double reciprocal	0,9597	92,10%
S-curve model	-0,9481	89,90%
Reciprocal-X	-0,9326	86,98%
Squared-Y logarithmic-X	0,9233	85,25%
Logarithmic-X	0,9177	84,22%
Squared-Y reciprocal-X	-0,9145	83,63%
Square root-Y logarithmic-X	0,9134	83,44%
Multiplicative	0,9081	82,47%
Squared-Y square root-X	0,8708	75,83%
Square root-X	0,8548	73,08%
Double square root	0,8454	71,47%
Logarithmic-Y square root-X	0,8350	69,72%
Squared-Y	0,8034	64,55%
Linear	0,7804	60,90%
Square root-Y	0,7675	58,91%
Exponential	0,7538	56,83%
Reciprocal-Y	-0,7240	52,42%
Double squared	0,6822	46,54%
Squared-X	0,6526	42,59%
Square root-Y squared-X	0,6368	40,55%
Logarithmic-Y squared-X	0,6205	38,50%
Reciprocal-Y squared-X	-0,5863	34,38%
Reciprocal-Y square root-X	<no fit>	
Reciprocal-Y logarithmic-X	<no fit>	
Square root-Y reciprocal-X	<no fit>	
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

Продовження додатку А

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the double reciprocal model yields the highest R-Squared value with 92,1043%. This is 22,381% higher than the currently selected logarithmic-Y square root-X model. To change models, select the Analysis Options dialog box.

Simple Regression - y vs. t

Dependent variable: y

Independent variable: t

Squared-Y model: $Y = \sqrt{a + b \cdot X}$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	12,219	1,38543	8,81962	0,0000
Slope	0,723435	0,143278	5,04918	0,0002

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	177,942	1	177,942	25,49	0,0002
Residual	97,7159	14	6,97971		
Total (Corr.)	275,658	15			

Correlation Coefficient = 0,803441

R-squared = 64,5517 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 62,0197 percent

Standard Error of Est. = 2,64191

Mean absolute error = 1,89583

Durbin-Watson statistic = 1,21026 (P=0,0222)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,204125

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a squared-Y model to describe the relationship between y and t. The equation of the fitted model is

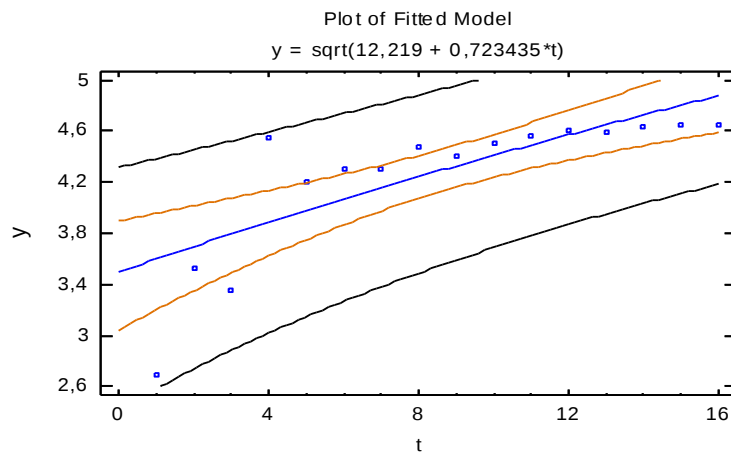
$$y = \sqrt{12,219 + 0,723435 \cdot t}$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between y and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 64,5517% of the variability in y after transforming to a reciprocal scale to linearize the model. The correlation coefficient equals 0,803441, indicating a moderately strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 2,64191. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 1,89583 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is less than 0,05, there is an indication of possible serial correlation at the 95,0% confidence level. Plot the residuals versus row order to see if there is any pattern that can be seen.

Продовження додатку А



Predicted Values

		95,00%		95,00%	
	Predicted	Prediction	Limits	Confidence	Limits
X	Y	Lower	Upper	Lower	Upper
1,0	3,59756	2,58135	4,38423	3,19955	3,95572
16,0	4,8779	4,18508	5,48388	4,59224	5,14774

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for y using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% prediction intervals for new observations
- (2) 95,0% confidence intervals for the mean of many observations

The prediction and confidence intervals correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.

Comparison of Alternative Models

Model	Correlation	R-Squared
Double reciprocal	0,9597	92,10%
S-curve model	-0,9481	89,90%
Reciprocal-X	-0,9326	86,98%
Squared-Y logarithmic-X	0,9233	85,25%
Logarithmic-X	0,9177	84,22%
Squared-Y reciprocal-X	-0,9145	83,63%
Square root-Y logarithmic-X	0,9134	83,44%
Multiplicative	0,9081	82,47%
Squared-Y square root-X	0,8708	75,83%
Square root-X	0,8548	73,08%
Double square root	0,8454	71,47%
Logarithmic-Y square root-X	0,8350	69,72%
Squared-Y	0,8034	64,55%
Linear	0,7804	60,90%
Square root-Y	0,7675	58,91%
Exponential	0,7538	56,83%
Reciprocal-Y	-0,7240	52,42%
Double squared	0,6822	46,54%
Squared-X	0,6526	42,59%
Square root-Y squared-X	0,6368	40,55%
Logarithmic-Y squared-X	0,6205	38,50%
Reciprocal-Y squared-X	-0,5863	34,38%
Reciprocal-Y square root-X	<no fit>	
Reciprocal-Y logarithmic-X	<no fit>	
Square root-Y reciprocal-X	<no fit>	
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

Продовження додатку А

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the double reciprocal model yields the highest R-Squared value with 92,1043%. This is 27,5526% higher than the currently selected squared-Y model. To change models, select the Analysis Options dialog box.

Simple Regression - y vs. t

Dependent variable: y

Independent variable: t

Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	3,462	0,192126	18,0195	0,0000
Slope	0,0927794	0,0198691	4,66952	0,0004

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	2,92673	1	2,92673	21,80	0,0004
Residual	1,87917	14	0,134226		
Total (Corr.)	4,80589	15			

Correlation Coefficient = 0,780376

R-squared = 60,8987 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 58,1057 percent

Standard Error of Est. = 0,366369

Mean absolute error = 0,260235

Durbin-Watson statistic = 1,11168 (P=0,0123)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,221793

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between y and t. The equation of the fitted model is

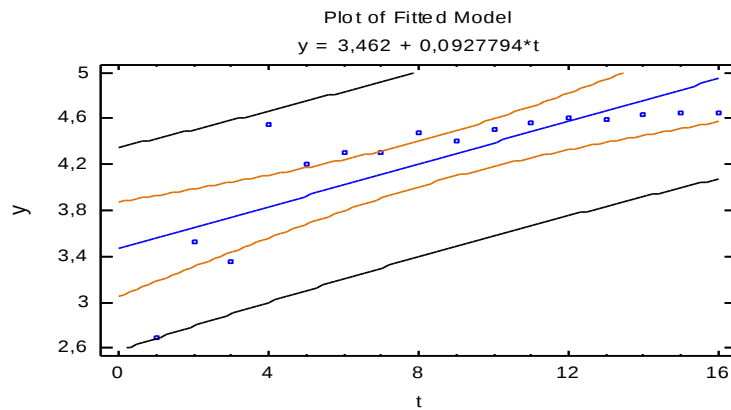
$$y = 3,462 + 0,0927794 \cdot t$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between y and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 60,8987% of the variability in y. The correlation coefficient equals 0,780376, indicating a moderately strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,366369. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 0,260235 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is less than 0,05, there is an indication of possible serial correlation at the 95,0% confidence level. Plot the residuals versus row order to see if there is any pattern that can be seen.

Продовження додатку А



Predicted Values

		95,00%		95,00%	
	Predicted	Prediction	Limits	Confidence	Limits
X	Y	Lower	Upper	Lower	Upper
1,0	3,55478	2,68403	4,42553	3,17962	3,92994
16,0	4,94647	4,07572	5,81722	4,57131	5,32163

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for y using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% prediction intervals for new observations
- (2) 95,0% confidence intervals for the mean of many observations

The prediction and confidence intervals correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.

Comparison of Alternative Models

Model	Correlation	R-Squared
Double reciprocal	0,9597	92,10%
S-curve model	-0,9481	89,90%
Reciprocal-X	-0,9326	86,98%
Squared-Y logarithmic-X	0,9233	85,25%
Logarithmic-X	0,9177	84,22%
Squared-Y reciprocal-X	-0,9145	83,63%
Square root-Y logarithmic-X	0,9134	83,44%
Multiplicative	0,9081	82,47%
Squared-Y square root-X	0,8708	75,83%
Square root-X	0,8548	73,08%
Double square root	0,8454	71,47%
Logarithmic-Y square root-X	0,8350	69,72%
Squared-Y	0,8034	64,55%
Linear	0,7804	60,90%
Square root-Y	0,7675	58,91%
Exponential	0,7538	56,83%
Reciprocal-Y	-0,7240	52,42%
Double squared	0,6822	46,54%
Squared-X	0,6526	42,59%
Square root-Y squared-X	0,6368	40,55%
Logarithmic-Y squared-X	0,6205	38,50%
Reciprocal-Y squared-X	-0,5863	34,38%
Reciprocal-Y square root-X	<no fit>	
Reciprocal-Y logarithmic-X	<no fit>	
Square root-Y reciprocal-X	<no fit>	
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

Продовження додатку А

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the double reciprocal model yields the highest R-Squared value with 92,1043%. This is 31,2056% higher than the currently selected linear model. To change models, select the Analysis Options dialog box.

Simple Regression - y vs. t

Dependent variable: y

Independent variable: t

Square root-Y model: $Y = (a + b \cdot X)^2$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	1,85569	0,0510645	36,3402	0,0000
Slope	0,0236598	0,00528097	4,48021	0,0005

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	0,190328	1	0,190328	20,07	0,0005
Residual	0,13275	14	0,00948213		
Total (Corr.)	0,323078	15			

Correlation Coefficient = 0,767534

R-squared = 58,9109 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 55,9759 percent

Standard Error of Est. = 0,0973762

Mean absolute error = 0,0684772

Durbin-Watson statistic = 1,07404 (P=0,0096)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,224582

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a square root-Y model to describe the relationship between y and t. The equation of the fitted model is

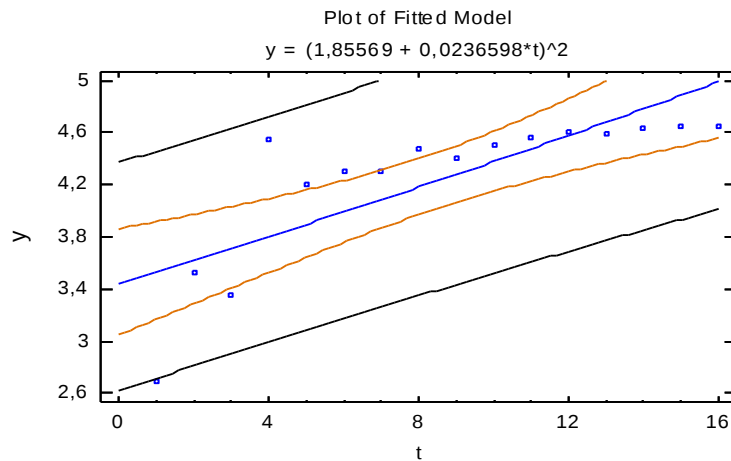
$$y = (1,85569 + 0,0236598 \cdot t)^2$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between y and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 58,9109% of the variability in y after transforming to a logarithmic scale to linearize the model. The correlation coefficient equals 0,767534, indicating a moderately strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,0973762. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 0,0684772 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is less than 0,05, there is an indication of possible serial correlation at the 95,0% confidence level. Plot the residuals versus row order to see if there is any pattern that can be seen.

Продовження додатку А



Predicted Values

		95,00%		95,00%	
	<i>Predicted</i>	<i>Prediction</i>	<i>Limits</i>	<i>Confidence</i>	<i>Limits</i>
<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
1,0	3,53197	2,71564	4,45542	3,16712	3,9167
16,0	4,99187	4,01127	6,0796	4,55625	5,44738

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for y using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% prediction intervals for new observations
- (2) 95,0% confidence intervals for the mean of many observations

The prediction and confidence intervals correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.

Comparison of Alternative Models

<i>Model</i>	<i>Correlation</i>	<i>R-Squared</i>
Double reciprocal	0,9597	92,10%
S-curve model	-0,9481	89,90%
Reciprocal-X	-0,9326	86,98%
Squared-Y logarithmic-X	0,9233	85,25%
Logarithmic-X	0,9177	84,22%
Squared-Y reciprocal-X	-0,9145	83,63%
Square root-Y logarithmic-X	0,9134	83,44%
Multiplicative	0,9081	82,47%
Squared-Y square root-X	0,8708	75,83%
Square root-X	0,8548	73,08%
Double square root	0,8454	71,47%
Logarithmic-Y square root-X	0,8350	69,72%
Squared-Y	0,8034	64,55%
Linear	0,7804	60,90%
Square root-Y	0,7675	58,91%
Exponential	0,7538	56,83%
Reciprocal-Y	-0,7240	52,42%
Double squared	0,6822	46,54%
Squared-X	0,6526	42,59%
Square root-Y squared-X	0,6368	40,55%
Logarithmic-Y squared-X	0,6205	38,50%
Reciprocal-Y squared-X	-0,5863	34,38%
Reciprocal-Y square root-X	<no fit>	
Reciprocal-Y logarithmic-X	<no fit>	
Square root-Y reciprocal-X	<no fit>	
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

Продовження додатку А

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the double reciprocal model yields the highest R-Squared value with 92,1043%. This is 33,1935% higher than the currently selected square root-Y model. To change models, select the Analysis Options dialog box.

Simple Regression - y vs. t

Dependent variable: y

Independent variable: t

Exponential model: $Y = \exp(a + b \cdot X)$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	1,23089	0,0546378	22,5282	0,0000
Slope	0,0242554	0,0056505	4,29261	0,0007

NOTE: intercept = $\ln(a)$

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	0,20003	1	0,20003	18,43	0,0007
Residual	0,151978	14	0,0108556		
Total (Corr.)	0,352009	15			

Correlation Coefficient = 0,753826

R-squared = 56,8254 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 53,7415 percent

Standard Error of Est. = 0,10419

Mean absolute error = 0,0723065

Durbin-Watson statistic = 1,04441 (P=0,0078)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,223526

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting an exponential model to describe the relationship between y and t. The equation of the fitted model is

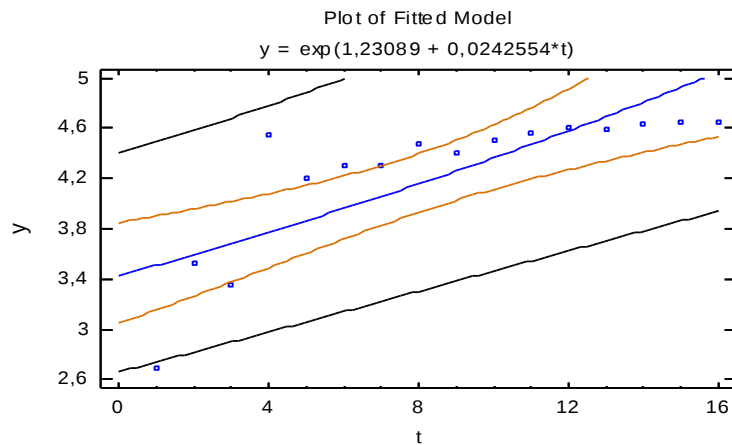
$$y = \exp(1,23089 + 0,0242554 \cdot t)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between y and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 56,8254% of the variability in y after transforming to a reciprocal scale to linearize the model. The correlation coefficient equals 0,753826, indicating a moderately strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,10419. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 0,0723065 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is less than 0,05, there is an indication of possible serial correlation at the 95,0% confidence level. Plot the residuals versus row order to see if there is any pattern that can be seen.

Продовження додатку А



Predicted Values

		95,00%		95,00%	
	<i>Predicted</i>	<i>Prediction</i>	<i>Limits</i>	<i>Confidence</i>	<i>Limits</i>
<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
1,0	3,50834	2,73879	4,49413	3,15331	3,90335
16,0	5,04791	3,94065	6,4663	4,53709	5,61625

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for y using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% prediction intervals for new observations
- (2) 95,0% confidence intervals for the mean of many observations

The prediction and confidence intervals correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.

Comparison of Alternative Models

<i>Model</i>	<i>Correlation</i>	<i>R-Squared</i>
Double reciprocal	0,9597	92,10%
S-curve model	-0,9481	89,90%
Reciprocal-X	-0,9326	86,98%
Squared-Y logarithmic-X	0,9233	85,25%
Logarithmic-X	0,9177	84,22%
Squared-Y reciprocal-X	-0,9145	83,63%
Square root-Y logarithmic-X	0,9134	83,44%
Multiplicative	0,9081	82,47%
Squared-Y square root-X	0,8708	75,83%
Square root-X	0,8548	73,08%
Double square root	0,8454	71,47%
Logarithmic-Y square root-X	0,8350	69,72%
Squared-Y	0,8034	64,55%
Linear	0,7804	60,90%
Square root-Y	0,7675	58,91%
Exponential	0,7538	56,83%
Reciprocal-Y	-0,7240	52,42%
Double squared	0,6822	46,54%
Squared-X	0,6526	42,59%
Square root-Y squared-X	0,6368	40,55%
Logarithmic-Y squared-X	0,6205	38,50%
Reciprocal-Y squared-X	-0,5863	34,38%
Reciprocal-Y square root-X	<no fit>	
Reciprocal-Y logarithmic-X	<no fit>	
Square root-Y reciprocal-X	<no fit>	
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

Продовження додатку А

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the double reciprocal model yields the highest R-Squared value with 92,1043%. This is 35,2789% higher than the currently selected exponential model. To change models, select the Analysis Options dialog box.

Simple Regression - y vs. t

Dependent variable: y

Independent variable: t

Reciprocal-Y model: $Y = 1/(a + b \cdot X)$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	0,295561	0,015944	18,5375	0,0000
Slope	-0,00647556	0,00164889	-3,92723	0,0015

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	0,0142572	1	0,0142572	15,42	0,0015
Residual	0,0129416	14	0,0009244		
Total (Corr.)	0,0271988	15			

Correlation Coefficient = -0,724006

R-squared = 52,4184 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 49,0197 percent

Standard Error of Est. = 0,030404

Mean absolute error = 0,0203652

Durbin-Watson statistic = 1,00831 (P=0,0061)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,211232

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a reciprocal-Y model to describe the relationship between y and t. The equation of the fitted model is

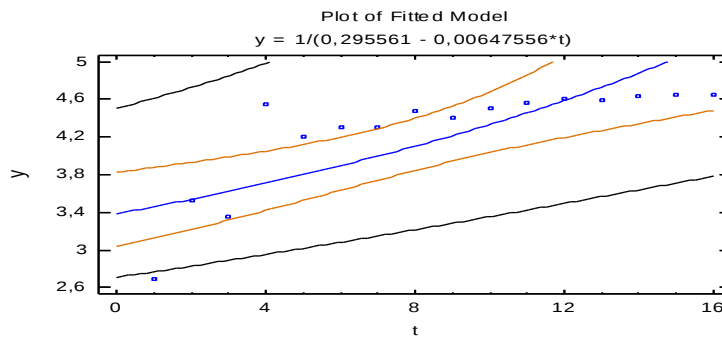
$$y = 1/(0,295561 - 0,00647556 \cdot t)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between y and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 52,4184% of the variability in y. The correlation coefficient equals -0,724006, indicating a moderately strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,030404. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 0,0203652 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is less than 0,05, there is an indication of possible serial correlation at the 95,0% confidence level. Plot the residuals versus row order to see if there is any pattern that can be seen.

Продовження додатку А



Predicted Values

		95,00%		95,00%	
	<i>Predicted</i>	<i>Prediction</i>	<i>Limits</i>	<i>Confidence</i>	<i>Limits</i>
<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
1,0	3,45919	2,76743	4,61203	3,12287	3,87669
16,0	5,20964	3,78483	8,35485	4,48259	6,21819

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for y using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% prediction intervals for new observations
- (2) 95,0% confidence intervals for the mean of many observations

The prediction and confidence intervals correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.

Comparison of Alternative Models

<i>Model</i>	<i>Correlation</i>	<i>R-Squared</i>
Double reciprocal	0,9597	92,10%
S-curve model	-0,9481	89,90%
Reciprocal-X	-0,9326	86,98%
Squared-Y logarithmic-X	0,9233	85,25%
Logarithmic-X	0,9177	84,22%
Squared-Y reciprocal-X	-0,9145	83,63%
Square root-Y logarithmic-X	0,9134	83,44%
Multiplicative	0,9081	82,47%
Squared-Y square root-X	0,8708	75,83%
Square root-X	0,8548	73,08%
Double square root	0,8454	71,47%
Logarithmic-Y square root-X	0,8350	69,72%
Squared-Y	0,8034	64,55%
Linear	0,7804	60,90%
Square root-Y	0,7675	58,91%
Exponential	0,7538	56,83%
Reciprocal-Y	-0,7240	52,42%
Double squared	0,6822	46,54%
Squared-X	0,6526	42,59%
Square root-Y squared-X	0,6368	40,55%
Logarithmic-Y squared-X	0,6205	38,50%
Reciprocal-Y squared-X	-0,5863	34,38%
Reciprocal-Y square root-X	<no fit>	
Reciprocal-Y logarithmic-X	<no fit>	
Square root-Y reciprocal-X	<no fit>	
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the double reciprocal model yields the highest R-Squared value with 92,1043%. This is 39,6859% higher than the currently selected reciprocal-Y model. To change models, select the Analysis Options dialog box.

ДОДАТОК Б

Програмна реалізація розрахунків

Simple Regression - x1 vs. t

Dependent variable: x1

Independent variable: t

Multiplicative model: $Y = a \cdot X^b$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	7,34059	0,0827404	88,7184	0,0000
Slope	0,200047	0,040094	4,98944	0,0002

NOTE: intercept = $\ln(a)$

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	0,373838	1	0,373838	24,89	0,0002
Residual	0,210236	14	0,0150168		
Total (Corr.)	0,584073	15			

Correlation Coefficient = 0,800033

R-squared = 64,0052 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 61,4342 percent

Standard Error of Est. = 0,122543

Mean absolute error = 0,097552

Durbin-Watson statistic = 2,29263 (P=0,6238)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,152386

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiplicative model to describe the relationship between x1 and t. The equation of the fitted model is

$$x1 = \exp(7,34059 + 0,200047 \cdot \ln(t))$$

or

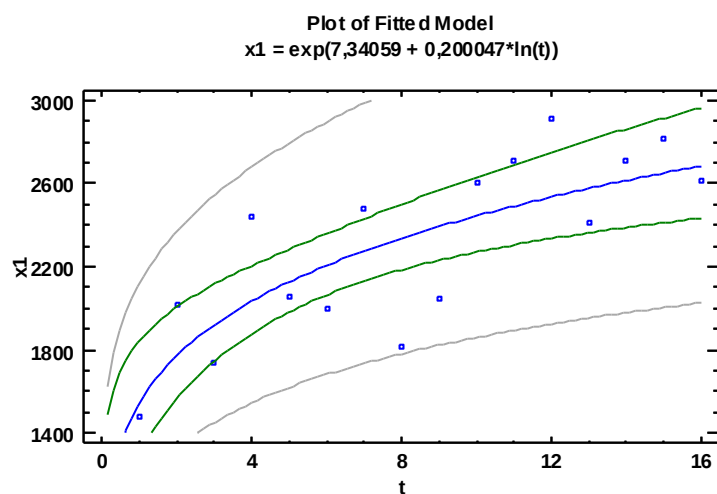
$$\ln(x1) = 7,34059 + 0,200047 \cdot \ln(t)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between x1 and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 64,0052% of the variability in x1. The correlation coefficient equals 0,800033, indicating a moderately strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,122543. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 0,097552 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

Продовження додатку Б



Predicted Values

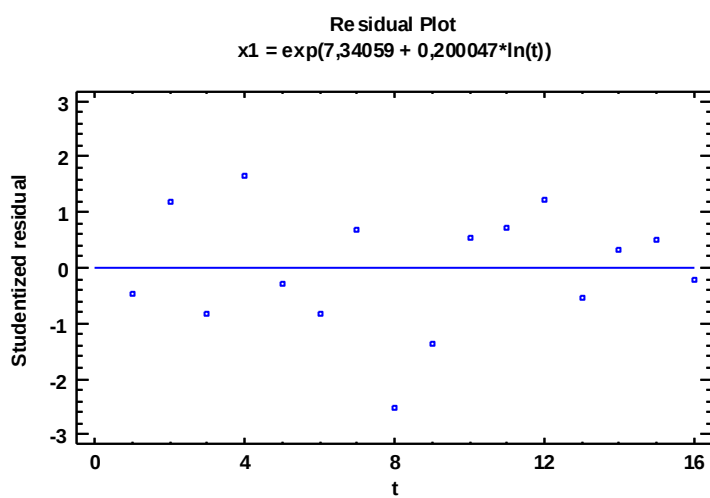
		95,00%	95,00%
	<i>Predicted</i>	<i>Lower Prediction</i>	<i>Lower Confidence</i>
<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Bounds</i>	<i>Bounds</i>
17,0	2717,23	2155,27	2497,68
18,0	2748,48	2177,53	2518,49
19,0	2778,37	2198,67	2538,17

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for x_1 using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% one-sided prediction limits for new observations
- (2) 95,0% one-sided confidence limits for the mean of many observations

The prediction and confidence limits correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.



Продовження додатку Б

Comparison of Alternative Models

<i>Model</i>	<i>Correlation</i>	<i>R-Squared</i>
Multiplicative	0,8000	64,01%
Logarithmic-Y square root-X	0,7968	63,49%
Double square root	0,7961	63,37%
Square root-X	0,7940	63,04%
Square root-Y logarithmic-X	0,7926	62,82%
Squared-Y square root-X	0,7865	61,86%
Squared-Y	0,7844	61,53%
Logarithmic-X	0,7843	61,51%
Linear	0,7836	61,41%
Square root-Y	0,7811	61,01%
Double reciprocal	0,7787	60,64%
Exponential	0,7770	60,37%
Squared-Y logarithmic-X	0,7658	58,65%
Reciprocal-Y	-0,7634	58,28%
Double squared	0,7466	55,75%
Squared-X	0,7374	54,37%
S-curve model	-0,7373	54,36%
Square root-Y squared-X	0,7302	53,31%
Logarithmic-Y squared-X	0,7211	51,99%
Reciprocal-Y squared-X	-0,6971	48,59%
Reciprocal-X	-0,6952	48,33%
Squared-Y reciprocal-X	-0,6549	42,89%
Reciprocal-Y square root-X	<no fit>	
Reciprocal-Y logarithmic-X	<no fit>	
Square root-Y reciprocal-X	<no fit>	
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the multiplicative model yields the highest R-Squared value with 64,0052%. This is the currently selected model.

Unusual Residuals

			<i>Predicted</i>		<i>Studentized</i>
<i>Row</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Y</i>	<i>Residual</i>	<i>Residual</i>
8	8,0	1811,64	2336,9	-525,255	-2,53

The StatAdvisor

The table of unusual residuals lists all observations which have Studentized residuals greater than 2 in absolute value. Studentized residuals measure how many standard deviations each observed value of x1 deviates from a model fitted using all of the data except that observation. In this case, there is one Studentized residual greater than 2, but none greater than 3.

ДОДАТОК В

Програмна реалізація розрахунків

Simple Regression - x2 vs. t

Dependent variable: x2

Independent variable: t

Double-squared: $Y = \sqrt{a + b \cdot X^2}$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	604621,	125208,	4,82893	0,0003
Slope	6211,29	1014,22	6,12421	0,0000

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	4,01126E12	1	4,01126E12	37,51	0,0000
Residual	1,4973E12	14	1,0695E11		
Total (Corr.)	5,50856E12	15			

Correlation Coefficient = 0,853338

R-squared = 72,8186 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 70,8771 percent

Standard Error of Est. = 327032,

Mean absolute error = 259729,

Durbin-Watson statistic = 2,19816 (P=0,5444)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,114276

The StatAdvisor

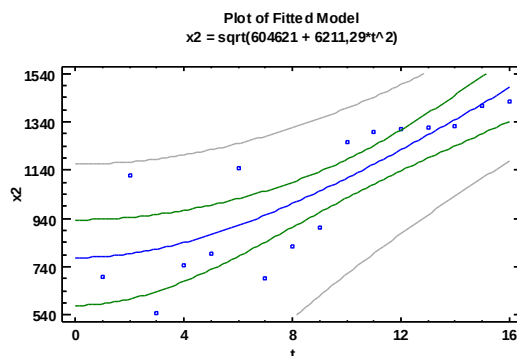
The output shows the results of fitting a double squared model to describe the relationship between x2 and t. The equation of the fitted model is

$$x2 = \sqrt{604621 + 6211,29 \cdot t^2}$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between x2 and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 72,8186% of the variability in x2. The correlation coefficient equals 0,853338, indicating a moderately strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 327032,. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 259729, is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.



Продовження додатку В

Predicted Values

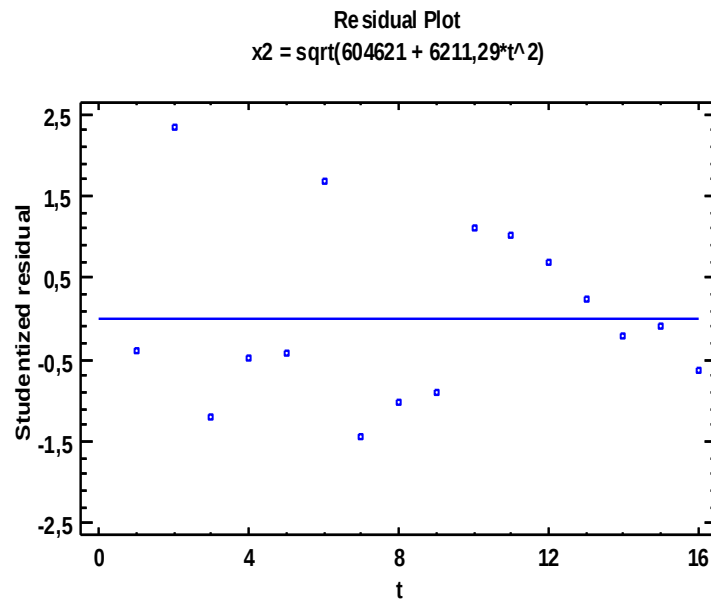
		95,00%	95,00%
	<i>Predicted</i>	<i>Lower Prediction</i>	<i>Lower Confidence</i>
<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Bounds</i>	<i>Bounds</i>
17,0	1549,09	1308,0	1421,94
18,0	1617,74	1376,42	1476,78
19,0	1687,28	1443,87	1532,26

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for x2 using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% one-sided prediction limits for new observations
- (2) 95,0% one-sided confidence limits for the mean of many observations

The prediction and confidence limits correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.



Продовження додатку В

Comparison of Alternative Models

<i>Model</i>	<i>Correlation</i>	<i>R-Squared</i>
Double squared	0,8533	72,82%
Squared-Y	0,8301	68,90%
Squared-X	0,8213	67,45%
Linear	0,8086	65,39%
Square root-Y squared-X	0,8028	64,45%
Square root-Y	0,7957	63,32%
Squared-Y square root-X	0,7837	61,42%
Logarithmic-Y squared-X	0,7825	61,22%
Exponential	0,7810	61,00%
Square root-X	0,7688	59,10%
Double square root	0,7594	57,66%
Logarithmic-Y square root-X	0,7483	55,99%
Reciprocal-Y	-0,7453	55,54%
Reciprocal-Y squared-X	-0,7354	54,08%
Squared-Y logarithmic-X	0,7053	49,74%
Logarithmic-X	0,6969	48,57%
Square root-Y logarithmic-X	0,6910	47,75%
Multiplicative	0,6835	46,72%
Reciprocal-X	-0,5017	25,17%
Squared-Y reciprocal-X	-0,5009	25,09%
S-curve model	-0,4976	24,76%
Double reciprocal	0,4855	23,57%
Reciprocal-Y square root-X	<no fit>	
Reciprocal-Y logarithmic-X	<no fit>	
Square root-Y reciprocal-X	<no fit>	
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the double squared model yields the highest R-Squared value with 72,8186%. This is the currently selected model.

Unusual Residuals

			<i>Predicted</i>		<i>Studentized</i>
<i>Row</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Y</i>	<i>Residual</i>	<i>Residual</i>
2	2,0	1116,83	793,389	323,441	2,34

The StatAdvisor

The table of unusual residuals lists all observations which have Studentized residuals greater than 2 in absolute value. Studentized residuals measure how many standard deviations each observed value of x2 deviates from a model fitted using all of the data except that observation. In this case, there is one Studentized residual greater than 2, but none greater than 3.

ДОДАТОК Г

Програмна реалізація розрахунків

Simple Regression - x3 vs. t

Dependent variable: x3

Independent variable: t

Double-squared: $Y = \sqrt{a + b \cdot X^2}$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	0,958725	0,0177448	54,0285	0,0000
Slope	0,00040942	0,000143738	2,84838	0,0129

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	0,0174283	1	0,0174283	8,11	0,0129
Residual	0,0300737	14	0,00214812		
Total (Corr.)	0,047502	15			

Correlation Coefficient = 0,605719

R-squared = 36,6896 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 32,1674 percent

Standard Error of Est. = 0,0463479

Mean absolute error = 0,0378998

Durbin-Watson statistic = 1,55598 (P=0,1092)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,185347

The StatAdvisor

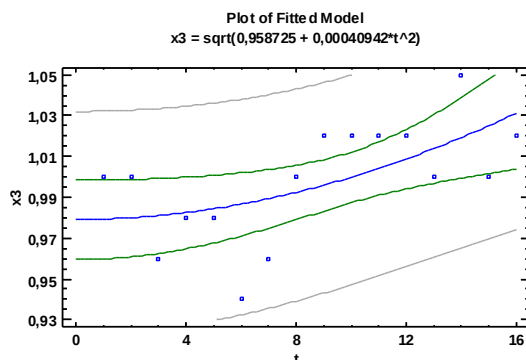
The output shows the results of fitting a double squared model to describe the relationship between x3 and t. The equation of the fitted model is

$$x3 = \sqrt{0,958725 + 0,00040942 \cdot t^2}$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between x3 and t at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 36,6896% of the variability in x3. The correlation coefficient equals 0,605719, indicating a moderately strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,0463479. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

The mean absolute error (MAE) of 0,0378998 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.



Продовження додатку Г

Predicted Values

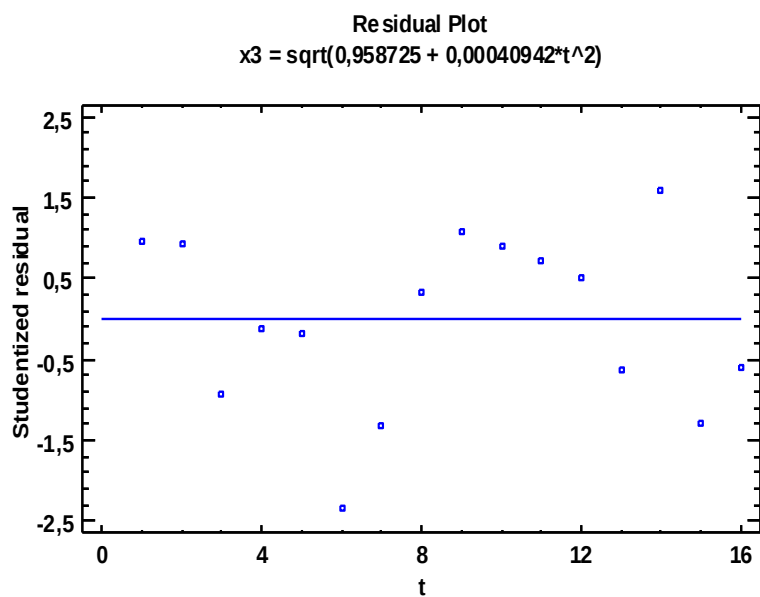
		95,00%	95,00%
	<i>Predicted</i>	<i>Lower Prediction</i>	<i>Lower Confidence</i>
<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Bounds</i>	<i>Bounds</i>
17,0	1,03781	0,989659	1,01169
18,0	1,04469	0,994473	1,01467
19,0	1,05192	0,999256	1,01774

The StatAdvisor

This table shows the predicted values for x3 using the fitted model. In addition to the best predictions, the table shows:

- (1) 95,0% one-sided prediction limits for new observations
- (2) 95,0% one-sided confidence limits for the mean of many observations

The prediction and confidence limits correspond to the inner and outer bounds on the graph of the fitted model.



Продовження додатку Г

Comparison of Alternative Models

<i>Model</i>	<i>Correlation</i>	<i>R-Squared</i>
Double squared	0,6057	36,69%
Squared-X	0,6032	36,38%
Square root-Y squared-X	0,6019	36,22%
Logarithmic-Y squared-X	0,6005	36,05%
Reciprocal-Y squared-X	-0,5975	35,70%
Squared-Y	0,5839	34,09%
Linear	0,5807	33,72%
Square root-Y	0,5790	33,52%
Exponential	0,5772	33,32%
Reciprocal-Y	-0,5735	32,89%
Squared-Y square root-X	0,5277	27,84%
Square root-X	0,5239	27,45%
Double square root	0,5220	27,25%
Logarithmic-Y square root-X	0,5200	27,04%
Reciprocal-Y square root-X	-0,5159	26,61%
Squared-Y logarithmic-X	0,4316	18,63%
Logarithmic-X	0,4274	18,27%
Square root-Y logarithmic-X	0,4253	18,08%
Multiplicative	0,4231	17,90%
Reciprocal-Y logarithmic-X	-0,4185	17,52%
Squared-Y reciprocal-X	-0,1919	3,68%
Reciprocal-X	-0,1874	3,51%
Square root-Y reciprocal-X	-0,1851	3,43%
S-curve model	-0,1828	3,34%
Double reciprocal	0,1781	3,17%
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

The StatAdvisor

This table shows the results of fitting several curvilinear models to the data. Of the models fitted, the double squared model yields the highest R-Squared value with 36,6896%. This is the currently selected model.

Unusual Residuals

			<i>Predicted</i>		<i>Studentized</i>
<i>Row</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Y</i>	<i>Residual</i>	<i>Residual</i>
6	6,0	0,94	0,986643	-0,0466431	-2,34

The StatAdvisor

The table of unusual residuals lists all observations which have Studentized residuals greater than 2 in absolute value. Studentized residuals measure how many standard deviations each observed value of x3 deviates from a model fitted using all of the data except that observation. In this case, there is one Studentized residual greater than 2, but none greater than 3.

ДОДАТОК Г

Модель з прогнозними значеннями показників

Multiple Regression - y

Dependent variable: y

Independent variables:

x1
x2
x3
x4

		<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
CONSTANT	4,51314	3,70224	1,21903	0,2430
x1	0,000987537	0,000306862	3,21818	0,0062
x2	-0,0000856317	0,000542775	-0,157766	0,8769
x3	-2,643	3,92279	-0,673754	0,5114
x4	0,622347	0,763342	0,815293	0,4286

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	3,47877	4	0,869692	6,87	0,0028
Residual	1,77277	14	0,126626		
Total (Corr.)	5,25154	18			

R-squared = 66,2429 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 56,598 percent

Standard Error of Est. = 0,355846

Mean absolute error = 0,239117

Durbin-Watson statistic = 1,20601 (P=0,0073)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,270768

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between y and 4 independent variables. The equation of the fitted model is

$$y = 4,51314 + 0,000987537 \cdot x_1 - 0,0000856317 \cdot x_2 - 2,643 \cdot x_3 + 0,622347 \cdot x_4$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 66,2429% of the variability in y. The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 56,598%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,355846. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu. The mean absolute error (MAE) of 0,239117 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is less than 0,05, there is an indication of possible serial correlation at the 95,0% confidence level. Plot the residuals versus row order to see if there is any pattern that can be seen.

In determining whether the model can be simplified, notice that the highest P-value on the independent variables is 0,8769, belonging to x2. Since the P-value is greater or equal to 0,05, that term is not statistically significant at the 95,0% or higher confidence level. Consequently, you should consider removing x2 from the model.

ДОДАТОК Д

Програмна реалізація дендограми

Cluster Analysis

Data variables:

rr

Number of complete cases: 40

Clustering Method: Ward's

Distance Metric: Squared Euclidean

Clustering: observations

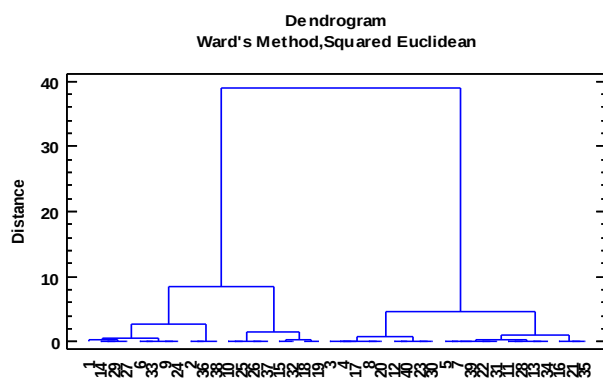
Standardized: yes

Cluster Summary

Cluster	Members	Percent
1	40	100,00

Centroids

Cluster	Rr
1	74,1117



Cluster Analysis

Data variables:

rr

Number of complete cases: 40

Clustering Method: Ward's

Distance Metric: Squared Euclidean

Clustering: observations

Standardized: yes

Cluster Summary

Cluster	Members	Percent
1	11	27,50
2	9	22,50
3	12	30,00
4	8	20,00

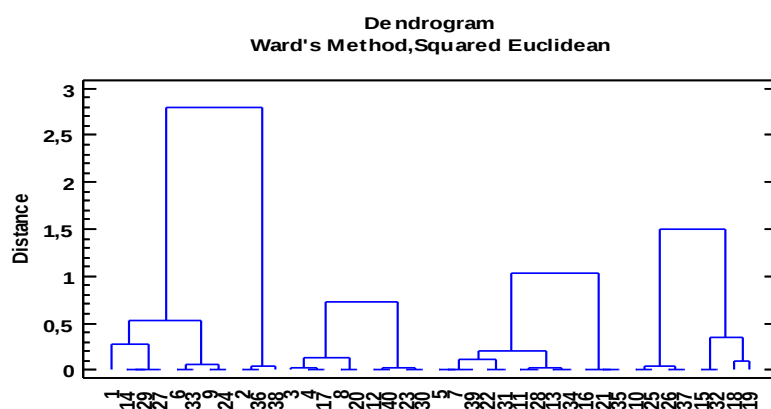
Centroids

Cluster	Rr
1	86,4138
2	69,3991
3	63,8916
4	77,8279

Membership Table

Clustering Method: Ward's

Продовження додатку Д



Distance Metric: Squared Euclidean

Row	Cluster
1	1
2	1
3	2
4	2
5	3
6	1
7	3
8	2
9	1
10	4
11	3
12	2
13	3
14	1
15	4
16	3
17	2
18	4
19	4
20	2
21	3
22	3
23	2
24	1
25	4
26	4
27	1
28	3
29	1
30	2
31	3
32	4
33	1
34	3
35	3
36	1
37	4
38	1
39	3
40	2

group was further combined with another cluster was stage 8.

Продовження додатку Д

One-Variable Analysis - rr (Cluster=1)

Data variable: rr

Selection variable: Cluster=1

11 values ranging from 82,351 to 92,3645

Summary Statistics for rr

Count	11
Average	86,4138
Median	85,2256
Variance	14,1019
Standard deviation	3,75525
Coeff. of variation	4,34566%
Minimum	82,351
Maximum	92,3645
Range	10,0135
Std. skewness	0,895914
Std. kurtosis	-0,81359

One-Variable Analysis - rr (Cluster=2)

Data variable: rr

Selection variable: Cluster=2

9 values ranging from 67,2328 to 71,3484

Summary Statistics for rr

Count	9
Average	69,3991
Median	69,2021
Variance	2,56902
Standard deviation	1,60282
Coeff. of variation	2,30956%
Minimum	67,2328
Maximum	71,3484
Range	4,11564
Std. skewness	-0,117227
Std. kurtosis	-1,06614

Продовження додатку Д

One-Variable Analysis - rr (Cluster=3)

Data variable: rr

Selection variable: Cluster=3

12 values ranging from 61,2563 to 66,047

Summary Statistics for rr

Count	12
Average	63,8916
Median	64,352
Variance	3,21222
Standard deviation	1,79227
Coeff. of variation	2,80517%
Minimum	61,2563
Maximum	66,047
Range	4,79076
Std. skewness	-0,681772
Std. kurtosis	-0,879896

One-Variable Analysis - rr (Cluster=4)

Data variable: rr

Selection variable: Cluster=4

8 values ranging from 73,9012 to 80,9001

Summary Statistics for rr

Count	8
Average	77,8279
Median	78,6423
Variance	7,58679
Standard deviation	2,75441
Coeff. of variation	3,53911%
Minimum	73,9012
Maximum	80,9001
Range	6,99895
Std. skewness	-0,510754
Std. kurtosis	-0,988696