

Тернопільський національний економічний університет
Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ДУМА ЛЮДМИЛА ВАСИЛІВНА

УДК 519.866

ДИСЕРТАЦІЯ

**МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ГАЛУЗЕВОЇ
СТРУКТУРИ РЕГІОНУ**

Спеціальність 08.00.11- Математичні методи, моделі та інформаційні
технології в економіці.

Подається на здобуття наукового ступеня
кандидата економічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____ Л.В. Дума

Науковий керівник:
Буяк Леся Михайлівна,
доктор економічних наук, доцент

АНОТАЦІЯ

Дума Л.В. Моделі формування оптимальної галузевої структури економіки регіону. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата наук (доктора філософії) за спеціальністю 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. – Тернопільський національний економічний університет – ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», Івано-Франківськ, 2019.

У дисертаційній роботі запропоновано вирішення актуального науково-практичного завдання моделювання оптимальної галузевої структури економіки регіону та розроблено моделі оцінки, прогнозування і вибору оптимальної структури економіки регіону.

На сучасному етапі соціально-економічних перетворень в масштабах країни та регіону, удосконалення структури економіки на всіх рівнях є одним з найважливіших пріоритетів стратегії розвитку економіки України. Відомо, що галузева структура є не тільки чинником економічного зростання, але і безпосередньо визначає характер економічного розвитку регіонів. Від того, які сектори переважають у структурі економіки регіонів, які джерела і чинники використовуються у виробництві, залежить конкурентоспроможність національної економіки в сучасному глобалізованому світі.

Особливе місце в національній економіці належить структурі економіки регіонів, що виступає як результат структурної та регіональної політик, що реалізуються на національному рівні і визначає структуру економіки країни загалом. Відповідно, забезпечення довготривалих раціональних співвідношень та взаємозв'язків між усіма елементами регіональної економічної системи, встановлення оптимальних пропорцій між ними як основи забезпечення сталого розвитку регіонів розглядаються як одні з пріоритетних завдань державної регіональної політики в цілому і регіональної структурної політики, зокрема. З іншого боку, відсутність ефективних форм і методів проведення регіональної та структурної політик привело до диференціації регіонів за

рівнями економічного та соціального розвитку, що створило низку проблем для подальшого економічного розвитку України.

Саме тому дослідження особливостей, виявлення та моделювання тенденцій економічного розвитку регіону, визначення чинників впливу на рівень розвитку економіки регіону є основою для забезпечення ефективного функціонування та успішного розвитку економіки країни в цілому. За таких умов важливим напрямом наукових досліджень є аналіз процесів та особливостей структури економіки регіону на основі математичних методів та інформаційних технологій, за допомогою яких моделюються альтернативні сценарії розвитку регіону.

До того ж, для проведення комплексної оцінки сучасного соціально-економічного стану регіону потрібен адекватний економіко-математичний інструментарій, який дозволяє об'єктивно аналізувати процеси, що протікають у його структурі.

Основною метою дисертаційної роботи є обґрунтування теоретичних положень і розробка практичних рекомендацій щодо формування оптимальної галузевої структури розвитку економіки регіону.

У процесі дослідження використано такі загальнонаукові та спеціальні методи: узагальнення історизму, систематизації, індукції, дедукції та аналогії у вивченні теоретико-практичних засад формування галузевої структури економіки регіону; структурно-динамічного аналізу - для аналізу структурних зрушень економіки регіону; статистичні та економетричні - для оцінювання структури економіки регіону; канонічних кореляцій, факторного аналізу методом головних компонент, дискримінантного аналізу, регресійного адаптивного сплайнового моделювання для - розробки моделі оптимальної галузевої структури економіки регіону; теоретично-ймовірнісне моделювання на основі положень теорій ігор та прийняття рішень до розробки моделі вибору оптимальної структури економіки регіону.

Інформаційно базою дослідження є: закони України, нормативні документи Кабінету Міністрів України, Міністерства економічного розвитку і

торгівлі України; аналітичні дані Державної служби статистики України, наукові праці провідних зарубіжних та вітчизняних учених, особисті розрахунки.

У дисертації удосконалено багатofакторні економетричні моделі для оцінювання галузевої структури регіону з використанням технології інтелектуального аналізу даних, що дають змогу прогнозувати оптимальні стани економічної системи регіону, які на відміну від існуючих, використовують багаторозмірні масиви вхідних змінних та дозволяють ідентифікувати латентні чинники структурного взаємозв'язку між складовими економіки регіону та їх вплив на економічний результат його діяльності.

Сучасний досвід моделювання оптимальної структури економіки регіону свідчить про переважання комплексних підходів на базі поєднання різних методів математичного, статистичного та комп'ютерного моделювання економічних процесів, що зумовлене необхідністю врахування багаторозмірності масивів вхідних змінних та багатofакторністю, що характерна процесам формування економіки регіону, необхідністю проведення прогнозних розрахунків з достатньою точністю для оцінки реальних міжгалузевих зв'язків в структурі економіки та генерування сценаріїв стану цієї структури та оцінки результатів її формування у аспекті забезпечення економічного розвитку.

Розроблено моделі вибору оптимальної структури економіки регіону в умовах невизначеності та ризиковості залежно від прогнозованих економічних станів, що дає змогу згенерувати альтернативні сценарії формування галузевої структури за критеріями максимізації ВРП та валового випуску регіону і мінімізації ризиків, приймати управлінські рішення в умовах невизначеності та ризиковості, які на відміну від існуючих моделей базується на теоретико-ігровому підході до прийняття рішень за принципами Гіббса-Джейнса і Бернуллі.

Обґрунтовано практичні підходи до аналізу структури економіки регіону у частині використання апарату структурно-динамічного аналізу в комплексі з

економетричним оцінюванням взаємозв'язків галузей економіки регіону, що дає змогу отримати кількісні оцінки впливу кожної з галузей на ВРП та спрогнозувати можливі економічні стани економіки регіону та удосконалено методичний підхід ідентифікації латентних чинників впливу на галузеву структуру економіки регіону одночасно з визначенням детермінант економічного розвитку регіону, що дає змогу ідентифікувати структурні зв'язки в економіці регіону.

У дисертаційному дослідженні розроблено ймовірно-ігрову модель вибору оптимальної галузевої структури економіки регіону в умовах невизначеності на основі баєсівського підходу в умовах невизначеності і ризику, змодельовані ймовірності настання реальних економічних станів і відповідні їм оптимальні галузеві структури економіки регіону. Проведене моделювання показало однозначність критеріїв оптимальності галузевої структури економіки регіону, та дало змогу отримати кількісні оцінки ризику економічних станів та неоптимальних галузевих структур.

Визначено механізм систематизація методів прогнозування економіки регіону шляхом включення критеріїв прогнозної якості математичного апарату і придатності до використання в процесі прийняття управлінських рішень та розробки структурної політики і сценаріїв розвитку регіону, а також запропонований принцип еволюційної циклічності, що характеризує динамічність та еволюційність зміни структури регіональної економіки під впливом внутрішніх і зовнішніх трансформацій, циклічність процесу відновлення її цілісності, виходячи з безперервності відтворювального процесу.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що теоретичні положення дослідження доведено до рівня практичного використання. Результати наукових досліджень були використані в роботі Тернопільської міської ради при підготовці програми соціально-економічного розвитку бюджету області. Теоретико-методологічні та практичні результати дисертаційної роботи були враховані у практичній діяльності управління

регіонального розвитку, інфраструктури та дорожнього господарства Тернопільської обласної державної адміністрації.

Ключові слова: моделювання, оптимізація, регіональна економіка, структура економіки, галузева структура, експериментальні оцінки, інструментарій моделювання.

ANNOTATION

Duma L.V. Models of formation of the optimal branch structure of the region's economy. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of Candidate of Sciences (Doctor of Philosophy) in specialty 08.00.11 - mathematical methods, models and information technologies in economics. - Ternopil National Economic University - State Pedagogical University "Vasyl Stefanyk Precarpathian National University", Ivano-Frankivsk, 2019.

In the dissertation the solution of the actual scientific and practical task of modeling the optimal sectoral structure of the region's economy is proposed and models of estimation, forecasting and choice of optimal structure of the region's economy are developed.

At the present stage of socio-economic transformations on a country-wide scale, the improvement of the economic structure at all levels is one of the most important priorities of the Ukrainian economic development strategy. It is known that the sectoral structure is not only a factor of economic growth, but also directly determines the nature of economic development of the regions. From what sectors are predominant in the structure of the regional economy, which sources and factors are used in production, the competitiveness of the national economy depends on the modern globalized world.

A special place in the national economy belongs to the structure of the regional economy, which serves as a result of structural and regional policies, implemented at the national level and defines the structure of the economy as a whole. Accordingly, ensuring long-term rational relations and interconnections between all elements of the regional economic system, establishing the optimal proportions among them as the

basis for ensuring the sustainable development of the regions is considered as one of the priorities of the state regional policy in general and regional structural policy, in particular. On the other hand, the lack of effective forms and methods of regional and structural policies led to the differentiation of regions in terms of economic and social development, which created a number of problems for the further economic development of Ukraine.

That is why studying the features, identifying and modeling trends in the economic development of the region, determining the factors influencing the level of development of the region's economy is the basis for ensuring the effective functioning and successful development of the country's economy as a whole. Under such conditions an important direction of scientific research is the analysis of processes and features of the structure of the region's economy based on mathematical methods and information technologies through which alternative scenarios of the region's development are modeled.

In addition, for a comprehensive assessment of the current socio-economic status of the region, an adequate economic and mathematical toolkit is required that allows an objective analysis of the processes occurring in its structure.

The main purpose of the dissertation work is to substantiate the theoretical positions and develop practical recommendations for the formation of the optimal sectoral structure of the region's economic development.

In the process of research, the following general scientific and special methods were used: generalization of historicism, systematization, induction, deduction and analogy in the study of theoretical and practical principles of the formation of the sectoral structure of the region's economy; structural-dynamic analysis - for analysis of structural shifts in the economy of the region; statistical and econometric - for assessing the structure of the region's economy; canonical correlations, factor analysis by main component method, discriminant analysis, regressive adaptive spline modeling for - development of the model of optimal branch structure of the region's economy; Theoretically-probabilistic modeling based on theories of games and

decision making to develop a model for choosing the optimal structure of the region's economy.

The information base for the study is: laws of Ukraine, normative documents of the Cabinet of Ministers of Ukraine, Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine; analytical data of the State Statistics Service of Ukraine, scientific papers by leading foreign and domestic scientists, personal calculations.

The dissertation has improved multifactorial econometric models for assessing the sectoral structure of the region using the technology of intelligent data analysis, which enables to predict the optimal states of the economic system of the region, which, unlike existing ones, use multidimensional arrays of input variables and allow identifying latent factors of structural interconnection between components the economies of the region and their impact on the economic result of its activities.

The current experience of modeling the optimal structure of the region's economy indicates the prevalence of complex approaches based on a combination of different methods of mathematical, statistical and computer simulation of economic processes, which is conditioned by the need to take into account the multidimensionality of input variables and the multifactor characteristic of the processes of formation of the region's economy, the need for predictive calculations with sufficient accuracy to evaluate real interbud connections in the structure of the economy and generation tsenariyiv condition of the structure and evaluation of its formation in the aspect of economic development.

Models of choosing the optimal structure of the region's economy under conditions of uncertainty and riskiness depending on the forecasted economic conditions are developed, which enables to generate alternative scenarios for the formation of the branch structure according to the criteria of maximizing GRP and gross output of the region and minimizing the risks, to make management decisions in conditions of uncertainty and riskiness, which on Unlike existing models, it is based on the theory-game approach to decision making based on the principles of Gibbs-Jaynes and Bernoulli.

The practical approaches to the analysis of the structure of the region's economy in terms of using the structure of the structural-dynamic analysis in conjunction with the econometric estimation of the interconnections of the branches of the region's economy are substantiated, which enables to obtain quantitative estimates of the impact of each of the branches on the GRP and to predict possible economic conditions of the region's economy and to improve the methodological the approach of identifying latent factors of influence on the sectoral structure of the region's economy simultaneously with the definition of determinants of economic development of the region, which gives the ability to identify structural connections in the economy of the region.

In the dissertation research the probabilistic-game model of the choice of the optimal branch structure of the region's economy in conditions of uncertainty on the basis of the Bayesian approach in the conditions of uncertainty and risk is simulated, the probability of occurrence of real economic states and their corresponding optimal branch structures of the region's economy are modeled. The conducted simulation showed the uniqueness of the criteria of optimality of the branch structure of the region's economy, and gave an opportunity to obtain quantitative estimates of the economic situation and non-optimal sectoral structures.

The mechanism of systematization of forecasting methods of the region's economy by means of inclusion of the criteria of predictive quality of the mathematical apparatus and its applicability in the process of making managerial decisions and development of structural policy and scenarios of the region's development, as well as the proposed principle of evolutionary cyclicity, characterizing the dynamism and evolution of the change in the structure of the regional economy under influence internal and external transformations, cyclicity of the process of restoration of its integrity, proceeding from without interruption the zeal of the reproductive process.

The practical value of the results obtained is that the theoretical positions of the study have been brought to a level of practical use. The results of scientific research were used in the work of the Ternopil City Council in preparing the program of

socio-economic development of the regional budget. Theoretical, methodological and practical results of the dissertation work were taken into account in the practical activity of the Regional Development, Infrastructure and Road Administration of the Ternopil Regional State Administration.

Key words: modeling, optimization, regional economy, structure of economy, branch structure, experimental estimations, modeling tools.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Дума Л. В. Використання аналізу диспропорцій між областями Подільського регіону для комплексної оцінки рівня соціально-економічного розвитку регіонів України / Л. В. Дума, І. В. Данилюк. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2017. – С. 203–207.
2. Дума Л. В. Імітаційне моделювання прогнозування соціально-економічного розвитку регіонів України в умовах нестандартності / Л. В. Дума. // Науковий Вісник ЛЛУ. – 2017. – №2. – С. 174–177.
3. Дума Л. В. Вдосконалення соціально-економічного розвитку регіону на основі методів прогнозування / Л. В. Дума. // Науковий вісник Ужгородського національного університету - Ужгород. – 2018. – №20. – С. 150–154.
4. Дума Л.В. Оптимізація міжгалузевих процесів в економіці західного регіону / «Scientific discussion», - Praha, Czech republic. – Vol. 1, №28, (2019). – с. 38-43
5. Дума Л.В. Багатофакторне моделювання структури економіки регіону/Л.В. Дума// Моделювання регіональної економіки: зб. наук. праць – Івано-Франківськ : Плай, 2017 1(29). – с.30-38
6. Дума Л. В. Концептуальні проблеми визначення регіональних диспропорцій /Л. В. Дума // II Міжнародна наук.-практ. конференція «Сучасні тенденції розвитку фінансових та інноваційних інвестиційних процесів України» - Збірник матеріалів. – Чернівці. – 2013. – С. 21–23.
7. Дума Л. В. Деякі аспекти вдосконалення прогнозування соціально-економічного розвитку українських регіонів / Л. В. Дума. // Двадцяті

економіко-правові дискусії: матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Випуск Львів. – 2017. – С. 38–40.

8. Дума Л. В. Modern methods and models of forecasting social-economic development of the region / Л. В. Дума, І. В. Данилюк, Л. М. Буяк. // International scientific conference The Formation of a Modern Competitive Environment: Integration and Globalization, Part II, May 25, 2018. Greenwich, UK: Baltija Publishing. 160 pages.. – 2018. – С. 128–132.

9. Дума Л. В. The role development in the social-economic forecasting of the region / Л. В. Дума. // "Світ економічної науки. Випуск 6": матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції економічного спрямування. - Тернопіль. – 2018. – С. 31–34.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	14
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ГАЛУЗЕВОЇ СТРУКТУРИ ЕКОНОМІКИ.....	22
1.1 Теоретичний базис функціонування економічного регіону.....	22
1.2 Особливості формування структури економіки регіону.....	38
1.3 Сучасний досвід моделювання оптимальної структури економіки регіону.....	53
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ОЦІНЮВАННЯ СТРУКТУРИ ЕКОНОМІКИ РЕГІОНІВ.....	69
2.1 Структурно-динамічний аналіз економіки регіону.....	69
2.2 Багатофакторне оцінювання структури економіки регіону.....	86
2.3 Моделі прогнозування оптимальної структури економіки регіону.....	99
РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛЕЙ ФОРМУВАННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ СТРУКТУРИ ЕКОНОМІКИ РЕГІОНУ.....	114
3.1. Моделювання вибору оптимальної галузевої структури економіки регіону на основі Баєсівського підходу.....	114
3.2. Реалізація однокритеріального вибору оптимальної структури економіки регіону з урахуванням ризиковості.....	124
3.3. Вектори формування структурної регіональної політики.....	148
ВИСНОВКИ.....	161
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	164
ДОДАТКИ.....	180

ВСТУП

Актуальність теми. На сучасному етапі соціально-економічних перетворень в масштабах країни та регіону удосконалення структури економіки на всіх рівнях є одним з найважливіших пріоритетів стратегії розвитку економіки України. Відомо, що галузева структура є не тільки чинником економічного зростання, але і безпосередньо визначає характер економічного розвитку регіонів. Від того, які сектори переважають у структурі економіки регіонів, які джерела і чинники використовуються у виробництві, залежить конкурентоспроможність національної економіки в сучасному глобалізованому світі.

Особливе місце в національній економіці належить структурі економіки регіонів, що виступає як результат структурної та регіональної політик, що реалізуються на національному рівні та визначає структуру економіки країни загалом. Відповідно, забезпечення довготривалих раціональних співвідношень та взаємозв'язків між усіма елементами регіональної економічної системи, встановлення оптимальних пропорцій між ними як основи забезпечення сталого розвитку регіонів розглядаються як одні з пріоритетних завдань державної регіональної політики в цілому і регіональної структурної політики зокрема. З іншого боку, відсутність ефективних форм і методів проведення регіональної та структурної політик привело до диференціації регіонів за рівнями економічного та соціального розвитку, що створило низку проблем для подальшого економічного розвитку України.

Саме тому дослідження особливостей, виявлення та моделювання тенденцій економічного розвитку регіону, визначення чинників впливу на рівень розвитку економіки регіону є основою для забезпечення ефективного функціонування та успішного розвитку економіки країни в цілому. За таких умов важливим напрямом наукових досліджень є аналіз процесів та особливостей структури економіки регіону на основі математичних методів та інформаційних технологій, за допомогою яких моделюються альтернативні сценарії розвитку регіону. До того ж, для проведення комплексної оцінки

сучасного соціально-економічного стану регіону потрібен адекватний економіко-математичний інструментарій, який дозволяє об'єктивно аналізувати процеси, що протікають у його структурі.

Дослідженнями в означеному напрямі займалися як вітчизняні, так і зарубіжні вчені. Так проблематика соціально-економічного розвитку регіонів та моделювання процесів регіонального розвитку досліджена у роботах: І. Благуна, І. Буднікевич, З. Варналія, В. Василенко, І. Вахович, А. Голікова, В. Гейця, Б. Данилишина, Л. Дмитришин, В. Долішнього, Т. Клебанова, Б. Кишакевича, О. Ляшенко, А. Пікуса, М. Портера, В. Плюти, М. Степанова, Д. Стеченка, Н. Судук, Л. Федулової, О. Черняка, Л. Шинкарук, О. Шубравської та ін[1, 20, 24, 27,30,33,36,52,66,80,99,117].

До числа найбільш відомих зарубіжних авторів, які розглядали економічний розвиток регіонів та розробляли моделі ефективної регіональної економіки, можна віднести: Л. Вальраса, Е. Домара, Ф. Кене, Дж. Кларка, У. Льюїса, Д. Рікардо, А. Сміта, Р. Солоу, Р. Стоу, Р. Харрода, Х. Удзаву У. Айзарда, А. Вебера, О. Гелмера, І. Гілбоа, Т. Гордона, Ф. Дентона, М. Кендела, К. Кернса, В. Леонтєва, А. Льюша, К. Льюїса, Д. Моррелла, А. Райтс, Т. Сааті, Б. Спенсера, Г. Тейл, Д. У. Уінчірса, Д. Е. Ханка, Е. Янча і ін[23,25,77, 131].

Разом з тим поза увагою науковців залишилися дослідження економіко-математичного інструментарію розробки оптимальної галузевої структури регіону для оцінювання сценаріїв розвитку регіональних економічних систем на основі новітніх математичних методів, моделей та інформаційних технологій. Тому розв'язок проблеми формування ефективної галузевої структури економіки регіону на основі всебічного врахування впливу регіональних чинників досі не достатньо опрацьовані.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Дисертаційне дослідження пов'язане з тематикою науково-дослідних робіт за 2014–2019 рр. кафедри економічної кібернетики та інформатики Тернопільського національного економічного університету та виконувалося згідно держбюджетної науково-дослідної теми: в межах теми «Моделі динаміки

економічних систем та процесів на різних рівнях ієрархії» (номер державної реєстрації 0114U006471). Особисто автором досліджено концептуальні та теоретичні положення оцінювання економічної складової розвитку регіонів, зокрема розроблено методичний підхід до побудови ефективної галузевої структури в процесі модернізації регіональної економіки засобами економіко-математичного моделювання, задля виявлення галузевих диспропорцій та розробки компенсаційних заходів.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є обґрунтування теоретичних положень і розробка практичних рекомендацій щодо формування оптимальної галузевої структури розвитку економіки регіону.

Для досягнення мети дослідження в роботі поставлені і вирішені наступні завдання:

- дослідити теоретичний базис функціонування економічного регіону;
- виявити особливості процесів формування структури економіки регіону;
- систематизувати сучасний досвід моделювання оптимальної структури економіки регіону;
- здійснити структурно-динамічний аналіз економіки регіону;
- розробити методи та моделі для багатofакторного оцінювання структури економіки регіону;
- сформувати моделі і підходи до прогнозування оптимальної структури економіки регіону;
- запропонувати інструментарій прогнозування оптимальної галузевої структури економіки регіону;
- розробити модель вибору оптимальної структури економіки регіону в умовах ризику і невизначеності;
- визначити пріоритетні напрямки удосконалення структури економіки регіону.

Об'єктом дослідження є галузева структура економіки регіону.

Предметом дослідження є теоретико-методичні підходи та науково-практичні рекомендації щодо розробки та реалізації математичних моделей формування оптимальної галузевої структури економіки регіону.

Методи дослідження. У процесі дослідження використано такі загальнонаукові та спеціальні методи: узагальнення історизму, систематизації, індукції, дедукції та аналогії у вивченні теоретико-практичних засад формування галузевої структури економіки регіону; структурно-динамічного аналізу - для аналізу структурних зрушень економіки регіону; статистичні та економетричні - для оцінювання структури економіки регіону; канонічних кореляцій, факторного аналізу методом головних компонент, дискримінантного аналізу, регресійного адаптивного сплайнового моделювання для - розробки моделі оптимальної галузевої структури економіки регіону; теоретично-ймовірнісне моделювання на основі положень теорій ігор та прийняття рішень до розробки моделі вибору оптимальної структури економіки регіону.

Інформаційно базою дослідження є: закони України, нормативні документи Кабінету Міністрів України, Міністерства економічного розвитку і торгівлі України; аналітичні дані Державної служби статистики України, наукові праці провідних зарубіжних та вітчизняних учених, особисті розрахунки.

Моделювання та розрахунки в роботі проведені за допомогою сучасних інформаційних технологій та програмного забезпечення, таких як: мова програмування Python, ПП - *STATISTICA 10.0* та ін.

Наукова новизна дослідження полягає у вирішенні актуального науково-практичного завдання поглиблення теоретико-методологічних засад формування оптимальної галузевої структури економіки регіону та розробки на їх основі економіко-математичних методів і моделей з використанням сучасних інформаційних технологій.

Основні наукові результати, що відображають особистий внесок здобувача та містять наукову новизну, полягають у наступному:

удосконалено:

- багатofакторні економетричні моделі для оцінювання галузевої структури регіону з використанням технології інтелектуального аналізу даних, що дають змогу прогнозувати оптимальні стани економічної системи регіону, які на відміну від існуючих, використовують багаторозмірні масиви вхідних змінних та дозволяють ідентифікувати латентні чинники структурного взаємозв'язку між складовими економіки регіону та їх вплив на економічний результат його діяльності;

- моделі вибору оптимальної структури економіки регіону в умовах невизначеності та/або ризику залежно від прогнозованих економічних станів, що дає змогу згенерувати альтернативні сценарії формування галузевої структури за критеріями максимізації ВРП та валового випуску регіону і мінімізації ризиків, приймати управлінські рішення в умовах невизначеності і ризиковості, які на відміну від існуючих моделей базується на теоретико-ігровому підході до прийняття рішень за принципами Гіббса-Джейнса і Бернуллі.

- практичні підходи до аналізу структури економіки регіону у частині використання апарату структурно-динамічного аналізу в комплексі з економетричним оцінюванням взаємозв'язків галузей економіки регіону, що дає змогу отримати кількісні оцінки впливу кожної з галузей на ВРП та спрогнозувати можливі економічні стани економіки регіону;

- методичний підхід ідентифікації латентних чинників впливу на галузеву структуру економіки регіону одночасно з визначенням детермінант економічного розвитку регіону, що дає змогу ідентифікувати структурні зв'язки в економіці регіону;

отримали подальший розвиток:

- теоретико-методичні підходи до моделювання структури економіки регіону у частині розробки моделей, на основі поєднання теоретико-ігрових та економетричних моделей, що дало змогу створити програмне забезпечення для сценарного моделювання управлінських альтернатив;

- систематизація методів прогнозування економіки регіону шляхом включення критеріїв прогнозної якості математичного апарату і придатності до використання в процесі прийняття управлінських рішень та розробки структурної політики і сценаріїв розвитку регіону;

- система принципів оптимізації структури економіки регіону, до складу якої увійшли традиційні принципи: цілісність, системність, структурність, ієрархічність та стійкість, а також запропонований принцип еволюційної циклічності, що характеризує динамічність та еволюційність зміни структури регіональної економіки під впливом внутрішніх і зовнішніх трансформацій, циклічність процесу відновлення її цілісності, виходячи з безперервності відтворювального процесу.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати можуть бути використанні, як інструментарій прийняття рішень при розробці стратегій формування оптимальної структури економіки регіону.

Результати наукових досліджень були використані в роботі Тернопільської міської ради (довідка № 67/2 від 11.02.2019 р.) при підготовці програми соціально-економічного розвитку бюджету області. Теоретико-методологічні та практичні результати дисертаційної роботи були враховані у практичній діяльності управління регіонального розвитку, інфраструктури та дорожнього господарства Тернопільської обласної державної адміністрації (довідка № 74/01.07 від 17.01.2019 р.).

Основні положення дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес Тернопільського національного економічного університету при викладанні дисциплін «Моделі економічної динаміки», «Моделі та технології прийняття управлінських рішень», та «Прогнозування соціально-економічних процесів» (Акт про впровадження результатів дисертаційної роботи Думи Людмили Василівни № 127/2 від 16.01.2019 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійним завершеним науковим дослідженням. Визначені та обґрунтовані в дисертації наукові положення, висновки та пропозиції, одержані практичні результати є

особистим внеском здобувача. З наукових праць, опублікованих у співавторстві, у дисертації використано лише ті ідеї та положення, одержані автором особисто.

Апробація результатів дисертації. Основні теоретичні положення та практичні результати дисертаційної роботи оприлюднено на 7 міжнародних науково-практичних конференціях: II Міжнародна науково-практична конференція «Концептуальні проблеми визначення регіональних диспропорцій» (м. Чернівці, 14-17 травня 2013 р.); Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція молодих учених та студентів «Дослідження диспропорцій економічного розвитку Тернопільської області» (м. Чернівці, 8–13 травня 2013 р.); Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Деякі аспекти вдосконалення прогнозування соціально-економічного розвитку українських регіонів» (м. Львів, 29 вересня 2017р.); Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Модернізація національної економіки країни»: шляхи виходу із кризи «Регулювання міжрегіональних диспропорцій з урахуванням податкових трансформацій» (м. Тернопіль, 26 травня 2017 р.); V Міжнародної науково-методичної конференції «Тенденції розвитку та реалізації регіональної політики регіону» (м. Чернівці, 18–19 травня 2017 р.); International scientific conference The Formation of a Modern Competitive Environment «Modern methods and models of forecasting social-economic development of the region» (Greenwich, 25 May 2018.); Міжнародна науково-практична інтернет-конференція економічного спрямування «The role development in the social-economic forecasting of the region» (м. Тернопіль, 17 липня 2018 р).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 12 наукових працях загальним обсягом 5,95 друк. арк., з яких особисто авторіві належить 4,35 друк. арк., зокрема розділи у 1 колективних монографіях, 4 статей у наукових фахових виданнях України та 1 статей у наукових виданнях інших держав (з яких 5 – у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз), 7 публікацій у збірниках матеріалів конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації – 230 стор., зокрема 168 стор. основного тексту, 17 табл., 53 рис., 9 додатків та список літератури з 150 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ГАЛУЗЕВОЇ СТРУКТУРИ ЕКОНОМІКИ

1.1. Теоретичний базис функціонування економічного регіону

Динаміка трансформаційних процесів економіки країни та соціально-економічний стан українських регіонів вимагає пильного та безперервного спостереження і вивчення. Очевидно, що цей стан визначається численними факторами, як об'єктивними (макроекономічними умовами, становищем регіону в суспільному поділі праці, галузевою структурою, географічним положенням, природними ресурсами), так і суб'єктивними факторами, в першу чергу, кадрами місцевих адміністрацій, в тому числі й методами регіонального управління. У сукупності всі ці фактори формують простір регіону, в широкому його розумінні.

У представленій роботі, яку присвячено моделюванню процесів розвитку на рівні регіону, під поняттям регіон будемо розуміти територію в межах певної агломерації, що характеризується комбінаціями соціально-економічних показників, простір якої зазнає керуючих впливів.

Термін «регіон» походить від латинського слова «region» і в перекладі означає область, район, місцевість. Основне використання даного терміну пов'язане з визначенням територіальних меж, що об'єднані за певними принципами: територіальними, економічними, соціальними та ін. (економічний район, вільна економічна зона тощо)[37].

У регіональній статистиці регіон є об'єктом дослідження, сутність якого постійно уточнюється у зв'язку з розвитком статистичної та економічної науки. Існує багато точок зору при визначенні поняття «регіон» (табл. 1.1).

Підходи до визначення поняття "регіон"

Автор визначення	Сутність визначення
Європейський парламент	Регіон – територіальна цілісність, яка розглядається із географічної точки зору, або чітко окреслена організація, де населення має специфічну ідентичність, яка направлена на стимулювання та розвиток культурної, економічної та соціальної сфери.
Асоціація європейських регіонів	Регіон – територіальне утворення, встановлене, згідно із законодавством, на рівні, який є безпосередньо нижчий після державного і наділене правом самоврядування. Регіон визнається міжнародною конституцією або законодавством, яке гарантує його автономію, самобутність, владні повноваження та організаційну структуру.
Французький дослідник Жан Лабасс	Регіон – це певна структурна цілісність, яка є сферою діяльності для центру (найчастіше це велике місто, яке служить джерелом інформації, місцем нагромадження товарів, організації праці та споживання, де пропонують послуги)
Представники польської школи	Регіон – це безпосередньо підпорядкована центральному рівню територіальна одиниця, яка має політичне представництво.
Малий економічний словник	область, район; частина країни, що відрізняється від інших областей сукупністю природних і (або) історично сформованих, відносно стійких економіко-географічних та інших особливостей, що нерідко сполучаються з особливостями національного складу населення
Словник з регіональної політики	територія, яка відрізняється від інших територій за рядом ознак і характеризується певною цілісністю та взаємопов'язаністю її складових елементів. Регіони виділяються з території відповідно до певних цілей і завдань, найголовнішою з яких є управління розвитком регіону. Регіони можуть бути будь-якого розміру – від міста (або району у великому місті) до величезних регіонів всередині континенту
Радянський енциклопедичний словник	територія (акваторія), інколи доволі значна за своїми розмірами, яка не обов'язково є таксономічною одиницею в якійсь системі
Великий тлумачний словник	певна територіальна одиниця (район, область, зона), що вирізняється з-поміж інших таких же одиниць специфічними рисами: географічними, геологічними, етнографічними, економічними та ін.
Північноамериканське розуміння	група штатів чи держав

Розроблено автором на основі [37,120]

Регіон у національній економіці С.А.Мельник визначає як «окрему самостійно господарюючу систему, що має чітко означені межі своєї території, власні органи управління, матеріальну та фінансову основу і, як правило, визначається законодавчими актами держави, виходячи з її стратегічних і тактичних цілей, завдань»[85].

Слід зазначити, що таке визначення повністю правомірне для випадків збігання понять регіону й адміністративно-територіальної одиниці. Якщо ці поняття не збігаються, то управління регіональними процесами, наприклад, Західного регіону України (до якого належать Волинська, Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Рівненська, Тернопільська, Хмельницька, Чернівецька області), може здійснюватись шляхом взаємної координації зусиль місцевих (обласних) органів самоврядування у погоджених напрямках, а також при розробленні регіональних цільових програм, створенні громадських органів, зокрема рад, комітетів з управління такими програмами та їх реалізації.

Регіонами у розумінні Концепції державної регіональної політики та в Законі України «Про стимулювання розвитку регіонів» є територіальні утворення з системою органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування[62].

Треба зауважити, що основні положення тих чи інших теорій регіонального розвитку фахівці, як правило, використовують за основу при проведенні аналізу соціально-економічної ситуації в регіоні; для обґрунтування рішень у сфері регіональної політики при плануванні видатків бюджетів регіонів тощо.

Можна узагальнити, що як і у фаховій так і у науково-популярній літературі поняття “регіон” часто вживають без уточнення сутності. Зокрема, зміст цього поняття залежить від тих критеріїв, які покладені в основу регіонального поділу національного господарства.

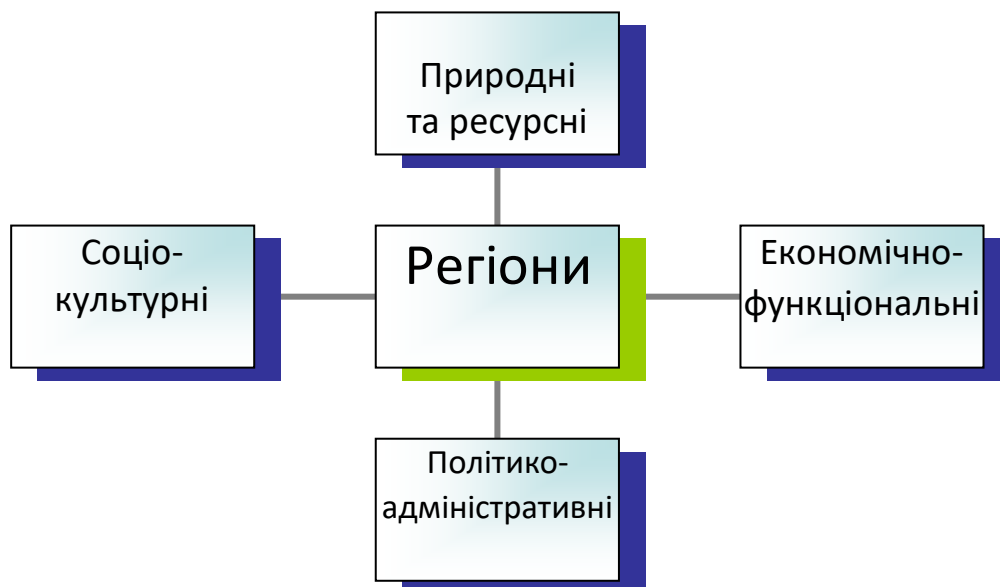


Рис. 1.1. Класифікація регіонів по Яухайнену.

Джерело: розроблено автором на основі [120].

Досліджуючи класифікацію регіонів по Яухайнену [120] рис.1.1, бачимо, що сутність цього поняття залежить від основних характеристик, що водночас є критеріями регіонування країни.

Багато вчених-регіоналістів (В. С. Більчак, М. П. Бубенко, В. Захарова М. Некрасов, О.М. Румянцев, С. Романюк, А. М. Пробст, А. Н. Тищенко, М. О. Кизим, П. М. Алампієв, В.Ф. Павленко, В.О. Поповкін, М. Г. Чумаченко, М.І. Долішній, В. Шилов та ін.) досліджували поняття «регіон», знаходили різні відтінки цього визначення, і загальним виявилось те, що за основу приймалися такі ознаки, як територія, спеціалізація, наявність економічних зв'язків. Наведемо кілька визначень регіону відомих вчених як підтвердження щодо сказаного про різне змістове наповнення[18, 90, 102, 119, 142].

Неординарний підхід до трактування категорії «регіон» представлено у статті В. В. Комірної, де акцентовано увагу на необхідності розрізняти три сутнісних значення досліджуваного поняття: «регіон – знаряддя дослідження»; «регіон – знаряддя діяльності»; «регіон – предмет пізнання»[120].

Крім того, М. С. Пашкевич пропонує розглядати регіон не тільки як адміністративно-територіальне утворення, але й віртуальне формування в

контексті глобальних інформаційних процесів, виокремлюючи категорію «електронний та віртуальний регіон» [37].

За визначенням П.М. Алампієва, регіон (економічний район) розглядається як географічно цілісна територіальна частина народного господарства країни, яка має свою виробничу спеціалізацію, міцні внутрішні економічні зв'язки та нерозривно пов'язана з іншими частинами за допомогою суспільного поділу праці.

О. М. Тищенко, М. О. Кизим розуміють під терміном «регіон» територіальне утворення, яке має чітко окреслені адміністративні кордони, в межах яких відтворюються соціальні та економічні процеси забезпечення життєдіяльності населення, обумовлені місцем регіону в системі територіального і суспільного поділу праці[53].

У сучасній економічній літературі найбільш поширеними є підходи до визначення регіону як відтворювальна система, квазікорпорація, квазідержавна, ринок, соціум.

Регіони як квазідержави виступають відособленими підсистемами держави і національної економіки. При розгляді регіону як квазікорпорації регіонально-просторові утворення розглядаються як великі суб'єкти власності (регіональної і муніципальної) та економічної діяльності. Підхід до регіону як до ринку, обмеженого певним ареалом, полягає у вивченні умов функціонування регіональних економічних систем, формуванні підприємницького клімату, тенденцій та особливостей розвитку регіональних ринків товарів і послуг, капіталу, праці, інформації, знань, технологій. При розгляді регіону як соціуму основними завданнями регіонального розвитку є відтворення соціального життя та розвиток системи розселення[32].

Відтворювальний підхід означає необхідність виділення відтворювальних циклів, які балансуються на рівні регіону даного рангу.

До регіональних відтворювальних циклів відносять:

- відтворення трудових ресурсів;
- відтворення фінансово-кредитних і грошових ресурсів;

- відтворення основного і оборотного капіталу;
- відтворення продовольчих ресурсів;
- відтворення природних ресурсів;
- відтворення виробничих, соціально-побутових послуг;
- відтворення послуг ринкової інфраструктури;
- відтворення інформації і знань.

Так, М. М. Некрасов розглядає регіон з позиції соціально-економічної, не беручи до уваги таку категорію, як «самоуправління», тобто адміністративно-територіальний поділ. В його розумінні «під регіоном слід вважати крупну територію країни з більш-менш однорідними природними умовами і характерною спрямованістю розвитку продуктивних сил, сформованою на основі поєднання комплексу природних ресурсів з наявною та перспективною матеріально-технічною базою, виробничою і соціальною інфраструктурою»[91].

В. С. Більчак та В. Ф. Захаров звертають увагу на цілісність і значення фактору управління регіональним розвитком. «Регіон — це соціально-економічна просторова цілісність, яка характеризується структурою виробництва всіх форм власності, концентрацією населення, робочих місць, духовним життям людини з розрахунку на одиницю простору і часу, і яка має місцеві органи управління своєю територією (область, край, республіка)» [120].

У монографії Е. Алаєва регіон визначається «як територія, що характеризується єдністю, взаємозалежністю складових елементів, цілісністю, причому ця цілісність — об'єктивна умова та закономірний результат цієї території»[2].

В. О. Долятовський вважає, що «регіон у сучасному розумінні — це складний територіально-економічний комплекс, який має обмежені внутрішні ресурси, свою структуру виробництва, певні потреби у зв'язку із зовнішнім середовищем» [37].

І. В. Арженовський термін «регіон» визначає як «частину території країни, яка виділилася спеціалізацією по виробництву тих чи інших товарів чи послуг; спільністю і специфікою по відношенню до інших територій, характеру відтворюючого процесу; комплексністю і цілісністю господарства; наявністю органів управління, які забезпечують вирішення завдань та проблем, що є в регіоні» [3].

Врахування спеціалізації виробництва певної території притримується і О. І. Добринін, який вважає, що під регіоном варто розуміти територіально-спеціалізовану частину народного господарства країни, що характеризується єдністю і цілісністю відтворювального процесу [35].

У рамках Європейського економічного співтовариства розроблене загальне для всіх країн поняття регіону. Ознакою, за якою ту або іншу територію можна подати як відносно самостійну одиницю, є її соціально-економічна єдність з усією національною економікою, тобто економічні процеси, що проходять на ній, повинні відображати певні закономірності суспільного відтворення, що формуються під впливом взаємозалежних економічних, соціальних і природних факторів. Цьому розумінню відповідає таке визначення регіону: «під регіоном варто розуміти територіально-спеціалізовану частину народного господарства країни, що характеризується єдністю й цілісністю відтворювального процесу».

Регіон і територія співвідносяться як частина й ціле, можна виділити визначення територіального й регіонального управління. Територіальне управління – це управління, яке визначається політичним та адміністративно-територіальним устроєм країни і спрямоване на успішне виконання функцій території. Територіальне управління означає регулювання процесів суспільного відтворення з метою підвищення його ефективності за рахунок удосконалювання територіального поділу праці й міжрайонних зв'язків. Уживається цей термін у тому випадку, коли мова йде про просторове розміщення продуктивних сил і територіальних пропорцій соціально-економічного розвитку всієї країни.

Територіальне управління є виключним правом уряду й покликано забезпечити реалізацію соціально-економічної стратегії суспільного відтворення з урахуванням особливостей територіального аспекту. Під терміном «регіональне управління» звичайно розуміють управління будь-якою територією незалежно від існуючих політичних та адміністративно-територіальних кордонів[120]. Регіональне управління має справу з відтворювальними процесами, локалізованими на конкретній території.

Регіональні процеси унікальні, їх ефективність залежить від структурної, інвестиційної, соціальної, природоохоронної, фінансової, зовнішньо-економічної регіональних політик. Від того, наскільки збалансовані ці політики, залежить комплексний пропорційний розвиток регіональної економіки.

Поняття «регіон» охоплює декілька складових. Перша із них — фізико-географічна структура регіону. Існує географічна єдність регіону: будь-який центр, навколо нього каркас. Під терміном «регіон» у сучасній економічній науці розуміється досить широке коло економічних об'єктів — від міжнародних систем до територіальних утворень окремих держав. Друга складова регіону як системи — економічна[70].

У регіональній економіці регіон розглядається як просторово обмежена частина єдиного народногосподарського комплексу, тобто як структурний елемент господарського комплексу країни. Основними ланками економічного районування визначаються значні економічні райони — макрорегіони. Таке районування стосується наступної, третьої підсистеми регіону, політико-адміністративного поділу території. Оскільки владно-силовими відносинами просякнуті всі господарські відносини, політико-адміністративна структура регіону збігається з його економічною структурою. Саме рівні адміністративного поділу забезпечують регіону необхідні умови соціально-економічного функціонування. Четверта, п'ята та шоста складові регіону — етнічна, соціокультурна, інституційно-правова [22].

Отже, регіон — це складна система, що враховує такі структурні елементи, як природне середовище, виробничу й соціальну сфери. Центральною ланкою й найважливішою структурною складовою цієї системи є населення регіону.

Аналіз різних підходів до розуміння поняття «регіон» дає змогу стверджувати, що регіоном є певне утворення, для якого характерні:

- територіальна приуроченість, тобто регіон повинен окреслюватись певною визначеною територією;
- взаємозв'язок виробництв і галузей, що проявляється в комплексності розвитку регіону та забезпечує його функціонування як системи;
- можливість відтворення потенціалу (природного, виробничого, демографічного, науково-технічного);
- своєрідність господарського комплексу, який вирізняє даний район серед інших;
- певна спеціалізація, що визначає місце регіону в територіальному поділі праці;
- динамічність, яка проявляється у певних змінах, розвитку регіону;
- наявність зовнішніх зв'язків[122].

Регіоном є територія, для якої характерна певна однорідність, що відрізняє її від інших територій, окремі галузі, виробництва, процеси та явища в межах регіону взаємопов'язані, що забезпечує його функціонування як системи.

Важливою характеристикою регіону є його соціально-економічний потенціал, який включає демографічний, природно-ресурсний, науково-технічний, виробничий потенціали і характеризується здатністю до відтворення, а також певна спеціалізація, динамічність та наявність зовнішніх зв'язків.

Питання дослідження галузевих структурних зрушень і визначення поняття «галузева структура» чи «галузеві структурні зрушення» є не новим і досить широко досліджуваним. Варто відзначити, що поняття «галузева структура» і «структура галузі» не є тотожними. Оскільки перше розкриває

співвідношення, які формуються між елементами економічної системи на мезорівні (галузевому рівні), а друге – між елементами на мікрорівні (рівні підприємницьких структур).

Єдиного визначення поняття «галузь» не існує. Її визначають і як сукупність підприємств, пов'язаних виконанням постійної функції в системі суспільного відтворення, і як певний вид господарської діяльності, а також як сукупність якісно-однорідних господарських одиниць.

Аналіз галузевої структури дозволяє виділити основні (провідні) галузі, галузі, що розвиваються (становлення) та ті, що не розвиваються (відмирають). Дослідження структури галузі, своєю чергою, надає змогу встановити лідерів та аутсайдерів серед підприємницьких структур, що випускають продукцію одного цільового призначення. У конкурентних умовах господарювання ці підприємницькі структури виступають як прямі та опосередковані конкуренти на ринку [98].

Так, у XVIII ст. – кінці XIX ст. галузеву структуру економіки досліджували Ф. Кене, А. Сміт, Д. Рікардо, Л. Вальрас. Вони розглядали роль окремих галузей в економічній системі та основні фактори, що визначають галузеву структуру виробництва. Ф. Кене виділяв сільське господарство як основну сферу в галузевій структурі економіки, на якій базується економічна система. У праці Ф. Кене «Загальні принципи економічної політики землеробської держави» уже містилися елементи структурної політики. Він вважав, що державна влада має забезпечувати економічний прогрес і сприяти процвітанню землеробства як головного джерела добробуту всієї нації [68].

Натомість А. Сміт стверджував, що структуру економіки визначає міжнародний поділ праці, тому галузевий розвиток доцільно стимулювати відповідно до тих абсолютних переваг, якими володіє країна (або регіон). Це може призвести до збільшення обсягів виробництва та споживання товарів. Д. Рікардо вважав, що головне – відносні, а не абсолютні переваги, які визначають структурну політику країни [68].

На думку Л. Вальраса, теорія економічного виробництва суспільного багатства, тобто організації промисловості в межах системи поділу праці, є прикладною наукою і становить основу економічної політики економіки [132]. Період з кінця XIX ст. до початку 30 рр. XX ст. ознаменувався роботами з економічної динаміки Дж. Б. Кларка і теорією динамічної рівноваги В. Парето. Праці Дж. Б. Кларка з економічної динаміки поклали початок розвитку теорії структурних змін. За Дж. Б. Кларком, економічна динаміка розкриває причини порушення рівноваги економіки, які зводяться до диспропорцій між галузями економіки, а структурні зміни пов'язані зі зміною граничної продуктивності капіталу.

Найбільш інтенсивна теорія структурних змін і структурних зрушень почала розвиватися з середини XX ст. Це пов'язано, переважно, з розвитком посткейнсіанського і неокласичного, а надалі й інституційного напрямів в економічній науці [136]. З середини 30-х до початку 90-х рр. XX ст. розвивається кейнсіанська (Р. Харрод, Е. Домар) і неокласична (Р. Солоу) теорії економічного зростання. Новим моментом в аналізі господарської структури економіки є розробка дво- і багатосекторних моделей економічного зростання (У. Льюїс, Р. Стоу, Х. Удзава), створення балансових моделей «витрати – випуск». Уперше для практичного аналізу макроекономічної рівноваги в продовження розвитку ідеї Л. Вальраса було побудовано баланс міжгалузевих зв'язків «витрати – випуск», творцем якого є В. В. Леонт'єв, який запропонував макроекономічну модель загальної ринкової рівноваги, побудовану на основі структурних взаємозалежностей усіх фаз відтворення – виробництва, розподілу, обміну та споживання [139].

Важливим дослідженням у теорії регіонального розміщення стала теорія дифузії інновацій Т. Хагерстранда, яка розкриває процес створення й поширення нововведень, що впливають на структуру економіки. Учений вважав, що економічний розвиток є результатом дифузії (поширення) між країнами та регіонами інновацій, під якими розумілися різні технічні вдосконалення, організаторські здібності та ін. [131].

Починаючи з середини 70 рр. до сьогодні, проблемам структурної модернізації економіки України, впливу галузевих структурних чинників на якісні процеси в регіонах і їх економічному розвитку присвячено роботи відомих вітчизняних дослідників, зокрема Я. Базилюка, І. Бережної, П. Беленького, І. Благуна, Є. Бойка, П. Бубенка, І. Буднікевич, З. Варналія, В. Василенко, І. Вахович, А. Голікова, В. Гейця, Б. Данилишина, В. Долішнього., Я. Жаліла, А. Пікуса, М. Портера, В. Плюти, М. Степанова, Д. Стеченка, Л. Федулової, Л. Шинкарук, О. Шубравської та ін[6, 10,11,15, 18, 21, 24, 36, 128].

Зміни в структурі потреб викликають відповідні структурні зміни. В. М. Геєць та Л. В. Шинкарук [117] стверджують, що структурні зміни можна розглядати у широкому й вузькому розумінні. У вузькому розумінні – це зміни у продуктово-галузевій структурі економіки. У широкому розумінні до цих змін слід додати й зміни у складі виробництва та споживання ресурсів: інвестицій й основного капіталу (галузева, технологічна, вікові та інші структури), трудових ресурсів, матеріальних та енергетичних ресурсів. Найбільш значущі, якісні зміни у структурі економіки класифікуються як економічні зрушення.

На думку І. В. Бережної, галузеву структуру слід розглядати через призму співвідношень, що виникають між різними видами економічної діяльності однієї економічної системи певного територіально-просторового утворення, що обумовлено введенням Класифікатору видів економічної діяльності в Україні[10, с. 21-23].

Такий підхід дозволяє встановити співвідношення, що склалися не тільки між галузями економіки, тобто міжгалузеві пропорції, а й співвідношення, що сформувалися між підгалузями (простими, не укрупненими галузями) та видами економічної діяльності, видами виробництв, тобто внутрішньогалузеві пропорції. О. П. Добровольська [34, с.85] галузеву структуру економіки регіону характеризує як співвідношення у відповідних пропорціях різних галузей і секторів господарства.

Основними підрозділами галузевої структури виступають виробнича та невиробнича сфери, кожна з яких має свій галузевий склад, що є дещо спрощеним підходом і потребує уточнення. Адже співвідношення основних сфер економіки регіону дозволить встановити його функціонально-виробничий тип, зокрема, регіон індустріальної чи, наприклад, рекреаційної направленості. Дослідження галузевих пропорцій надає можливість більш конкретно підійти до вивчення цього питання та визначити сільськогосподарську, агропромислову чи індустріальну направленість господарства регіону.

С. В. Мочерний галузеву структуру розглядає через призму співвідношень укрупнених галузей, що є комплексним підходом до визначення цього поняття, проте не враховує певні пропорції, що складаються між елементами економічної системи територіально-просторового утворення. Розвиток укрупнених галузей веде до формування галузевих комплексів на основі взаємозалежних виробництв, що у подальшому призводить до встановлення тісних взаємозв'язків між ними на більш високому рівні та, у результаті, виникнення міжгалузевих комплексів, роль яких у розвитку національного та регіонального господарства важко переоцінити[51].

В. Предборський бачить вирішення проблеми глибокої економічної диференціації розвитку країни в регіональному розрізі та формуванні конкурентоспроможної структури економіки шляхом проведення ефективної політики детінізації бізнес-сектору.

На думку В. Силкіна, галузеву структуру економіки регіону слід розглядати, по-перше, через призму співвідношення основних галузей, тобто галузей спеціалізації, та інших галузей другорядного значення для регіонального розвитку. Проте не всі галузі, що належать до категорії обслуговуючих, є другорядними, адже від їх повноцінного та ефективного функціонування залежить налагодженість виробничого процесу суб'єктів господарювання основних галузей та його результативність. Тому слід виділити так звані «базові галузі», що формують сировинно-виробничі та техніко-технологічні засади для функціонування головних галузей господарства

регіону. По-друге, галузеву структуру економіки регіону слід визначати з позиції перспективності функціонування тих чи інших галузей, а також доцільності стимулювання чи обмеження їхнього розвитку з урахуванням як національних, так і регіональних соціально-економічних інтересів розвитку[109].

Зміни, що відбуваються у галузевій структурі економіки регіону, є структурними зрушеннями та проявляються у ролі змін у взаємному розміщенні структурних елементів, у співвідношенні їхніх часток, рівнів вагомості, у змінах різних пропорцій і кількісних характеристик економічної системи регіону, що, як правило, має відкритий характер.

Зміни у співвідношенні різних укрупнених галузей економіки, як правило, сільського господарства, промисловості, транспорту і зв'язку, оптової та роздрібної торгівлі, розглядають як структурні зрушення, що оцінюють за основними макроекономічними показниками, такими як: валова додана вартість, кількість зайнятого населення, інвестиції в основний капітал та інші. Це підтверджує теоретичний підхід щодо визначення регіональних галузевих зрушень Е. Р. Вансович, під якими розуміють «зміни галузевих пропорцій, що приводять до посилення чи послаблення виробничої спеціалізації регіону», тобто зміни у співвідношенні традиційних і нових виробництв у галузевій структурі економіки регіону[143].

У перехідний період соціально-економічного розвитку національної економіки України структурні галузеві зрушення проявляються найбільш чітко. Такі зрушення слід розглядати як трансформаційні, оскільки вони полягають у формуванні не тільки видозміненої галузевої структури національної економіки та економіки її регіонів, а й у виникненні нових інститутів, інституцій, тобто формуванні видозміненого інституційного середовища. Трансформаційні галузеві зрушення, як зміни у галузевій структурі господарства регіону, по-перше, напряму пов'язані з періодичністю протікання галузевих циклів, їх глибиною та масштабністю, по-друге, зі змінами у відповідній функціональній структурі та у структурі за формами власності, що найбільш чітко проявлялись

у різні періоди приватизаційного процесу в Україні, зокрема при здійсненні масової приватизації, а також у період стрімкого масового розвитку малої роздрібної торгівлі.

На думку О. В. Коломицевої, структурні галузеві зрушення – це «зміна ролі окремих традиційних галузей економіки, яка сполучена з виникненням нових і вростанням у ринкове середовище таких інститутів, як приватна та акціонерна форми власності, мале підприємництво, іноземний та спільний бізнес, корпоративні структури[72].

Це приводить до формування нового розуміння структурних зрушень в економіці країни та її регіонів, а саме сприйняття їх як структурно-інституційних. Структурні зрушення є необхідним поштовхом для перебудови та оновлення галузевої структури господарства регіону, що призведе до виникнення позитивних економічних ефектів. Тому структурні зрушення, що відбуваються на галузевому рівні, безпосередньо пов'язують з процесами структурної перебудови економіки України загалом/

І. Д. Пивоварчук вважає, що структурні зрушення в економіці регіону «повинні включати як перетворення в матеріальній сфері, так і зміни в системі законодавчих, економічних, адміністративних рішень, які забезпечують сталий розвиток держави, її конкурентоспроможність»[96]. Такий підхід щодо розкриття сутності структурних зрушень не тільки з позиції галузевих змін, а й інституціональних, підкреслює вагомість саме ринкового фактору. Це пояснюється тим, що посилення конкуренції вимагає формування конкурентоспроможної економіки, у тому числі в результаті ринкових перетворень і галузевих зрушень в економіці на національному та регіональному рівні.

У контексті аналізу впливу галузевих структурних зрушень на економічне зростання регіонів, на рівні галузі конкурентоспроможність можна визначити як здатність галузі забезпечити зростання обсягу виробництва через підвищення продуктивності використання факторів виробництва або розширення обсягу залученої у галузеве виробництво робочої сили. Під

зростанням обсягу виробництва тут розуміється зростання внеску галузі у ВРП. При цьому вплив кожної галузі на зростання ВРП проявляється двояко. По-перше, через зростання власне обсягу виробництва у кожній галузі. По-друге, через структурні зрушення – зростання у структурі ВРП частки галузей з вищою за середню по економіці продуктивністю або нижчою [15].

Конкурентоспроможні галузі складаються з підприємств, що постійно підвищують свою продуктивність через організаційні та технологічні інновації. Як результат, такі галузі здатні постійно підвищувати якість або знижувати ціну своїх товарів і послуг, стимулюючи таким чином зростання попиту на свою продукцію. Цей підхід дозволяє розкрити сутність впливу галузевих структурних зрушень на економічне зростання регіону. Для поглиблення аналізу динаміки продуктивності окремих галузей їх також доцільно класифікувати на ті, що виробляють блага споживчого призначення, і ті, що виробляють блага виробничого призначення.

Основними завданнями галузевих структурних зрушень є: – розроблення структурно-галузевої стратегії розвитку економіки регіонів, аналіз місця і ролі провідних галузей у її структурі; – обґрунтування пріоритетів у розвитку окремих галузей; – вияв проблем розвитку та розміщення великих багатогалузевих комплексів; – проведення заходів з підтримки державою науково-технологічного прогресу в окремих галузях економіки; – комплексний розвиток регіонів країни.

На сучасному етапі соціально-економічного розвитку країни та її регіонів якісні зміни у галузевій структурі національної економіки та економіки регіонів обумовлені результатами трансформаційних галузевих зрушень, що є необхідними у зв'язку з поступовим переходом на новий рівень науково-технологічного розвитку – до постіндустріального типу суспільства.

Слід зазначити, що сучасні трансформаційні галузеві зрушення пов'язані більше зі змінами не у структурі господарства регіону за формою власності, що було характерно у періоди активної приватизації, а у технологічній структурі господарства.

У цьому контексті така зміна орієнтирів у розвитку регіональної економіки, формуванні її галузевої структури обумовлена активізацією інноваційної та інвестиційної діяльності, стимулюванням розвитку наукоємних галузей господарства. Ці процеси призводять до необхідності розробки та функціонування нових форм організації продуктивних сил регіону, що є конкурентоспроможними у конкурентних умовах господарювання.

Отже, формування галузевої структури економіки регіону базується на встановленні оптимальних співвідношень між традиційно головними галузями, що визначають профіль спеціалізації економіки регіону, та тими, що виконують функції допоміжних, супутніх і галузей обслуговування.

Галузеві структурні зрушення відрізняються від будь-яких динамічних процесів тим, що мають більш глибинний характер, у результаті чого спостерігаємо більшою мірою якісні, а не кількісні зміни у галузевій структурі економіки регіону, що є незворотними.

Тому галузеву структуру економіки регіону слід розглядати, по-перше, через призму співвідношення основних галузей, тобто галузей спеціалізації, та інших галузей другорядного значення для регіонального розвитку, а по-друге, з позиції перспективності функціонування тих чи інших галузей, а також доцільності стимулювання чи обмеження їхнього розвитку з урахуванням національних і регіональних інтересів розвитку.

1.2. Особливості формування структури економіки регіону

Сучасний економічний розвиток регіону передбачає оновлення техніко-технологічних, організаційно-управлінських, соціально-економічних і інституційних відносин економічної системи регіону. Він протікає по-різному залежно від конкретних історично сформованих технологічних укладів, відносин власності, виробництва, обміну, розподілу і споживання. Економічна система становить собою взаємодію сукупності елементів і зв'язків між ними.

Структура – це спосіб взаємодії між елементами економічної системи через певні форми і зв'язки.

Економічна система регіону має властивість стійкості, яка забезпечується традиціями і властивістю динамічності, тобто інноваціями. Стійкість її розвитку залежить від досконалості, якості і динамічності структур та механізмів їх взаємодії. Традиції конкретної економічної системи виступають фундаментальними інноваціями, їх генетичним середовищем, оновлення якої залежить від динаміки «творчих руйнувань» (Й. А. Шумпетер), тобто власне інновацій, забезпечених інвестиціями[127].

Теоретичним і прикладним аспектам дослідження структури економіки та структурних зрушень присвячені наукові праці як вітчизняних, так і зарубіжних учених. Із зарубіжних учених дослідженням цих питань займалися А. Картер, П. Кларк, Р. Стоун, В. Фішер, Р. Фріш, К. Ченері та багато інших[71]. Серед вітчизняних учених, які займаються дослідженням проблематики структурної трансформації економіки регіонів, оцінки впливу структурних зрушень на економічний розвиток, слід відзначити: Я. Б. Базилюка, С. О. Біла, З. С. Варналія, О. С. Власюка, А. С. Гальчинського, В. М. Гейця, Я. А. Жаліла, С. В. Мочерного, А. Ф. Мельник, Л. І. Федулову, С. Л. Шульц та ін.[6, 12, 84, 128]. Низка досліджень, пов'язаних з економіко-математичним моделюванням економічних процесів, належить таким авторам, як А. В. Череп, Т. В. Гринько, О. А. Гаврилова, Є. І. Войнова, М. С. Яворський[125].

Однак і досі невирішеним залишається питання щодо обґрунтування цілісної системи показників-факторів, які слід включити до економіко-математичної моделі структурних змін в економіці регіону. Така модель може бути інформаційною основою для прийняття зважених управлінських рішень щодо напрямів структурних змін в економіці.

Дослідження соціально-економічних показників розвитку регіонів має на меті:

- по-перше, – виявлення переваг кожного регіону, що вимагають подальшого розвитку на основі виваженої державної регіональної політики, децентралізації та посилення самодостатності регіонів;
- по-друге, – ідентифікацію проблем використання потенціалу соціально-економічного розвитку, які мають бути вирішені в процесі реалізації економічних реформ.

Основними матеріалами, що містять статистичну інформацію про соціально-економічний розвиток регіонів та оцінки експертів, є:

- публікації статистичної інформації Державної служби статистики України [95], в т.ч. моніторинг соціально-економічного розвитку регіонів України;
- дані Міністерства фінансів України [95];
- дані Державної казначейської служби України [95];
- публікації Міністерства економічного розвитку і торгівлі України [89];
- публікації Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України [8];
- звіт про конкурентоспроможність регіонів України, виконаний Фондом «Ефективне управління» при співробітництві з Всесвітнім Економічним Форумом[112];
- рейтинг інвестиційної привабливості регіонів, що проводиться Київським міжнародним інститутом соціології у партнерстві з Інститутом економічних досліджень та політичних консультацій на замовлення Державного агентства з інвестицій та управління національними проектами України [123];
- рейтинг регіонів України за оперативним щомісячним моніторингом соціально-економічного розвитку регіонів України, що проводиться Науково-дослідним центром індустріальних проблем розвитку НАН України та ін.

Успішний соціально-економічний розвиток країна вибирає в залежності від характеру, напрямів і темпів структурних зрушень в економіці та їх приєднання до вимог ринку. Державне регулювання структурних зрушень в національній економіці спрямовується на формування та підтримку соціально-економічного розвитку і здійснюється за допомогою структурної політики держави.

Структурна політика держави – цільовий план та характер структурних перетворень в економіці країни, визначення цілей щодо розвитку тих структурних елементів, які забезпечують формування та підтримку ринкової економіки, а також економічної ситуації[71].

Головною метою структурної політики є формування та підтримка, яка забезпечує ефективну раціональну структуру економіки регіону, що знає конкретну інформацію (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Головна мета структурної політики економіки регіону

Розроблено автором на основі [44,71, 110]

Всі напрямки у свою чергу можуть бути деталізовані за принципом побудови «дерева цілей» на ще більш конкретні ланки, які показують засоби досягнення цілей вищого порядку.

Слід зазначити, що перелік основних напрямків державної політики буде постійно змінюватися залежно від поточної діяльності та умов розвитку національної економіки.

Є два типи державної структурної політики: пасивний та активний (табл.1.2).

Таблиця 1.2

Типи державної структурної політики

<i>Пасивна структурна політика (американська модель)</i>	<i>Активна структурна політика (японська модель)</i>
Пасивна роль держави, яка застосовує використання традиційних економічних і правових методів у перевірених структурних політиках	Активна роль держави у формуванні прогресивної структури економіки
Опора на ринковий механізм, через який структура економіки змінюється у відповідь на норми прибутку в окремих галузях	Прискорені процеси структурних змін (зрушень) в економіці
Тривалість реалізації	Використання прогнозних оцінок окремих елементів структури економіки, виникнення перспективних і неперспективних галузей, виробництв, депресивних регіонів тощо
.	Визначення пріоритетних галузей і виробництв
	Розробка державної програми та планів структурної перебудови (структурних зрушень) економіки
	Селективна державна підтримка окремих галузей, регіонів, виробників, організаційно-правових форм бізнесу тощо

Розроблено автором на основі [98]

Пасивна державна структурна політика полягає в тому, що вона створила свою сприятливу правову базу для конкуренції та вільного переселення капіталу, ресурсів з окремих галузей, видів діяльності, регіонів, інших регіонів, що їх модифікують, без безпосереднього втручання держави.

Перехід капіталу та ресурсів, відповідно, структурного зрушення (зміна структури) у цьому випадку відбувається за рахунок змін у нормативному порядку. Ринковий механізм через взаємодію попиту та пропозиції, переведення капіталу і ресурсів, що забезпечують норму прибутку на різних ринках (у різних галузях) до середнього рівня в економіці в цілому, забезпечують формування оптимальної структури останньої та її ефективності. Цей сценарій реалізує державну структурну політику доволі повільно і супроводжується великими соціальними втратами.

Активна державна структурна політика (японська модель) полягає в застосуванні державної широкої спектральної політики (як прямого, так і опосередкованого впливу) для прискорення структурних зрушень в економіці.

Здійснення активної структурної політики забезпечується за допомогою засобів прямого і опосередкованого регулювання.

Методами прямого регулювання є: надання фінансової допомоги у вигляді інвестиційних субсидій, дотацій, надбавок, позик на розвиток окремих галузей, виробництв, регіонів; використання системи державних замовлень, контрактів та закупівель; індикативне планування; державні плани і програми; централізовано встановлені ціни; цінове дотування окремих видів продукції, окремих видів галузей і виробництв; цільове фінансування сфер і суб'єктів діяльності тощо.

До методів (засобів) непрямого (опосередкованого) регулювання належать: надання податкових і кредитних пільг з диференціацією за певними (пріоритетними) галузями й виробництвами; здійснення політики прискореної амортизації; митна політика (встановлення різних імпорتنих та експортних тарифів); правове регулювання; створення спеціальних економічних зон тощо.

Формування та реалізація активної структурної політики економічного середовища відображено на рис. 1.3.



Рис. 1.3. Передумови формування активної структурної політики національної економіки

Розроблено автором на основі [98]

Основними напрямками удосконалення відтворювальної структури національної економіки є:



Рис.1.4. Основні напрямками удосконалення відтворювальної структури національної економіки
розробка автора на основі [105]

Враховуючи той факт, що структурно-галузева політика спрямовується на здійснення державою прогресивних змін у структурі економіки, удосконалення

міжгалузевих та внутрішньогалузевих пропорцій, стимулювання розвитку галузей, які визначають науково-технічний прогрес, забезпечують конкурентоспроможність вітчизняної продукції та зростання рівня життя населення.

Основними напрямками оптимізації галузевої структури національної економіки Західного регіону України сьогодні є:

- усунення диспропорцій між реальним та фінансовим секторами економіки та всередині цих секторів;
- переважний розвиток галузей, що працюють на задоволення потреб людей;
- широкий розвиток сфери послуг;
- створення та розвиток наукомістких та високотехнологічних галузей та виробництв;
- розвиток переробних галузей економіки на інноваційній, технічній та технологічній базі;
- розвиток експортних та імпорту замінних виробництв;
- розвиток пріоритетних галузей національної економіки.

Основними напрямками оптимізації територіальної структури національної економіки в умовах існування великої різниці у рівні соціально-економічного розвитку регіону є:

- забезпечення комплексного і збалансованого розвитку усіх районів та регіонів країни на основі раціонального використання конкретних умов і наявних трудових, земельних, водних, енергетичних та інших природних ресурсів;
- усунення диспропорцій у розвитку окремих територій та забезпечення вирівнювання рівнів їх соціально-економічного розвитку;
- гармонізація загальнодержавних і регіональних інтересів[96].

Щодо напрямків оптимізації зовнішньоекономічної структури української економіки в умовах її глобалізації та виходячи з необхідності гарантування

національної безпеки, а також бажання до рівноправної інтеграції України у світову господарську систему, ними є:

- збільшення експортного потенціалу країни;
- зменшення в експорті частки сировини, матеріалів, проміжної продукції і збільшення частки продукції переробних галузей з високими рівнями кінцевої готовності і складності;
- збільшення в імпорті частки прогресивного обладнання та машин і зменшення продукції сільськогосподарського виробництва, продуктів харчування, продукції, що може вироблятися на вітчизняних підприємствах;
- диверсифікація джерел імпорту енергоресурсів (нафти, газу, ядерного пального) з метою гарантування енергетичної безпеки країни.

До напрямків оптимізації соціальної структури української економіки в умовах проведення ринкових реформ та з метою сприяння зайнятості, самозайнятості населення і боротьби з бідністю відносять:

- подальші прогресивні зміни у системі власності й організаційно-правових формах ведення бізнесу (роздержавлення, приватизація, корпоратизація, вдосконалення функціонування державного сектора, розвиток малого і середнього підприємництва, створення фінансово-промислових груп та інших інтегрованих форм корпоративного бізнесу тощо) і формування ефективних власника й організаційно-економічних форм ведення бізнесу;
- усунення великої диференціації доходів населення, створення мотиваційного механізму високопродуктивної праці, соціального захисту населення;
- оптимізація функціональної структури національної економіки, що включає формування розвиненого цільового та місткого національного ринку, як системних, так і динамічних взаємодіючих сегментів ринків (ринків ресурсів, продуктів, грошей і валют, інвестицій, цінних паперів), через взаємодію (компенсацію, узгодження) попиту і пропозиції, цінності

і витрат, доходів і виплат, заохочень і інвестицій, які є ефективними функціями і стійким розвитком;

- вибір пріоритетних напрямків розвитку окремих галузей, галузей виробництва, територіальної одиниці як активної структурної політики держави з визначеними галузями (виробничими, територіальними господарськими системами) з сильними зворотними зв'язками, здатними забезпечити відповідний ланцюжок реакції економічного розвитку та забезпечити реалізацію цілей економічного розвитку регіону.

Пріоритетними галузями (виробниками, територіально-господарськими системами) вважаються галузі, які забезпечують важливу роль для економіки країни або регіону.

Основні критерії визначення пріоритетності галузі є:

- перспективи випуску продукції на внутрішньому ринку;
- зниження ресурсомісткості виробництва;
- експортний потенціал галузі;
- мінімізація галузі від імпорту;
- швидка віддача інвестицій в галузь;
- сприяння соціально-економічному розвитку країни (регіону);
- розв'язання проблем зайнятості, екологічних проблем та інших позитивних зовнішніх ефектів.

До пріоритетних галузей за видами діяльності та територіальними господарськими комплексами (тобто пріоритетами державної структурної політики) в Україні, що володіють конкурентними перевагами української економіки, сьогодні можна віднести[97]:

1-й рівень пріоритетності - наукомісткі та технологічні галузі (ракетно-космічна, літако- та моторобудівна, електрозварювальна, порошкова металургія, біотехнологія, мікроелектроніка, робототехніка, машинобудування, деякі виробничі ВПК);

2-й рівень пріоритетності - галузі і підгалузі (переробні) АПК (харчова, борошномельно-крупна, кондитерська, овочево-консервна, комбікормова, галузь легкої промисловості, що спеціалізується на переробці сільськогосподарської сировини тощо);

3-й рівень пріоритетності - транзитні перевезення вантажів, транспортування нафти, газу, електроенергії, надання міжнародних послуг у сфері транспорту, зв'язку, телекомунікацій;

4-й рівень пріоритетності - рекреаційно-туристичний та оздоровчо-лікувальний комплекси регіонів;

5-й рівень пріоритетності - види діяльності, що відповідають за охорону здоров'я та навколишнє середовище.

Реалізація активної структурної політики полягає у проведенні комплексної розробки заходів у межах визначеної структурної політики, спрямованої на реалізацію бажаних загальних структурних змін в економіку та забезпечення пріоритетних напрямів розвитку окремих галузей, виробництв та регіонів.

При проведенні порівняльного аналізу структури економіки України з країнами Європейського Союзу, зокрема Польщі за показниками ВВП, засвідчують їх подібність. Однак, ці дві країни за останні роки демонструють протилежні тенденції соціально-економічного розвитку. Польща є однією з найбільш динамічно зростаючих країн, а Україна залишається в стані економічної кризи. Незаперечним об'єктивним чинником такої ситуації в Україні є військова агресія з боку Російської Федерації, що супроводжується відволіканням значного фінансового та людського ресурсу.

Крім того, існують і інші чинники, що впливають на соціально-економічний розвиток країни, зокрема:

- нестабільність макроекономічного середовища;
- високий рівень інфляції;
- корумпованість органів влади;

- невисокий рівень оплати праці;
- несприятливий інвестиційний клімат;
- низька продуктивність праці;
- низький рівень виробництва в багатьох секторах економіки.

Предметом багатьох дискусій вчених і політиків на сучасному етапі розвитку суспільства стала тема економічного росту. Враховуючи результати оцінки соціально-економічного розвитку, можна поставити таке запитання: «Як за короткий період забезпечити економічний ріст за рахунок прискореної модернізації та утримувати результати вразі позитивної динаміки?». Відповідь на поставлене завдання передбачає перш за все оцінку факторів, які викликають і підтримують економічний прорив, період їхнього впливу, а також наскільки сильною є дія цих факторів на галузеву структуру економіки і структурні компоненти ВРП.

За останні роки проблема регіональної нерівності виросла в одну із головних проблем загального розвитку України та її регіонів. У своїй основі проблема регіональних диспропорцій має глибокий характер. Перехід до демократичних принципів суспільства і до регіонального поділу представляє підвищені вимоги до регіональної державної політики, вимагає активізації діяльності держави, яка направлена на узгодження регіональних та національних інтересів.

Регіони, формування яких проходило в неринковому просторі, перестали відповідати потребам економічних і соціальних процесів на відкритому ринку. Частина суб'єктів України та окремих регіонів не в змозі забезпечувати конкурентоздатність власного господарства не тільки на глобальному рівні, але і на рівні держави.

Через неефективну просторову організацію державою стратегії ринкової оптимізації господарської діяльності і чисельності населення в регіонах призвела до росту витрат на підтримання інфраструктурного господарства на територіях з недостатньо розвинутою економікою.

Найбільш виразно проявляється відсутність цільової регіональної політики – поява великих кризових зон в регіоні, де спостерігається глибокий спад промисловості та сільськогосподарського виробництва, з масовим безробіттям і бідністю населення.

В період індустріалізації політика вирівнювання соціально-економічного розвитку регіонів була розрахована на розміщення в регіонах основних фондів, призначених для випуску типової масової продукції, а також передбачення концентрації робочої сили, була замінена на політику вирівнювання наслідків відкриття внутрішнього ринку. Бюджетне вирівнювання відстаючих регіонів в адаптації до ринкових відносин призвело до того, що регіони-лідери стали втрачати мотивацію до розвитку, а інші території почали проявляти утриманську поведінку.

Для управління регіональним розвитком використовувався обмежений набір інструментів з бюджетних трансфертів і регіональних цільових програм. Сучасні інструменти в систему державного управління регіональним розвитком впроваджуються надзвичайно повільно.

Проведення адміністративної реформи і впровадження орієнтованої на результат бюджетної системи зосереджене в основному на регіональному рівні державної влади. Тому важко виявити якість регіонального управління, виділити показники розвитку регіонів, зафіксувати їх зв'язність з діями органів державної влади. Крім цього, відсутня признана типологія регіонів, яка дозволяє диференціювати названі показники для кожного типу територій, і на основі цього визначити відношення до них параметрів державної політики.

При цьому відсутні механізми узгодження стратегій регіонального розвитку суб'єктів Західноукраїнського району, стратегій розвитку муніципальних утворень і регіональних галузевих стратегій. В результаті цього міжрегіональні взаємодії практично відсутні, бюджетні кошти використовуються недостатньо ефективно. Відсутня затверджена загальна схема просторового розвитку регіональної політики, в якій були б зазначені регіональні пріоритети у відношенні розвитку конкретних регіонів країни. Такі

пріоритети були покликані забезпечувати і підтримувати рішення загальнонаціональних завдань, які сприяють скороченню рівня бідності і збереження цілісності країни, по відношенні старопромислових регіонів до сировинних зон.

Основні напрямки регіональної політики повинні ґрунтуватися на:

- забезпечення рівних конкурентних умов в господарській діяльності, визначення умов надання державної допомоги;
- створення рівних можливостей для розвитку підприємницької діяльності із забезпеченням доступу до інфраструктури;
- підвищення ефективності програмно-цілевих методів прямої державної підтримки;
- посилення процесу міжрегіональної інтеграції і покращення якості економічного простору;
- забезпечення геостратегічних інтересів країни[108].

Однією із стратегічних цілей регіональної політики розвитку країни є забезпечення глобальної конкурентоздатності її регіонів. Досягнення даної цілі направлено:

- на забезпечення ефективної інтеграції регіонів на світовий ринок, прискорення соціально-економічного розвитку України за рахунок правильного розподілу виробничих сил по території, розвиток системи розселення і підвищення зв'язаності країни, що повинне відкрити доступ територій та їх населення до джерел соціально-економічного росту;
- на розвиток інфраструктурної бази соціально-економічного росту територій;
- на формування конкурентоздатних в глобальному масштабі територіальних виробничих кластерів;
- на забезпечення переходу до поляризованого розвитку і створення нового просторового каркасу країни з «опорних регіонів»[117, с.112-118].

Для аналізу диспропорцій на рівні соціально-економічного розвитку Західноукраїнського району часто використовують прості характеристики диференціації, які вимірюють варіацію різних соціально-економічних показників. До них відносяться:

- дисперсія та середнє квадратичне відхилення;
- коефіцієнт варіації та його модифікації;
- коефіцієнт концентрації;
- асиметрія і куртозис[118].

Перші дві групи являють собою показники диференціації, які характеризують розкид спостережень навколо середнього, третя група описує концентрацію спостережень, а остання визначає ступінь відхилення вибіркового розподілення від нормального.

Для вимірювання та аналізу нерівності в розвитку регіонів, крім простих індикаторів, використовуються також інтегральні показники. Рівень соціально-економічного розвитку регіонів характеризується широким набором показників. Якщо для кожного з показників розрахувати одну зі статистичних характеристик диференціації, то соціально-економічні диспропорції будуть описуватися векторною величиною.

Але визначення соціально-економічної нерівності як вектора малоприматні для прикладних задач. Звісно, сенс дослідження соціально-економічних диспропорцій часто переходять від набору показників, які характеризують розвиток регіонів, до однієї узагальненої інтегральної оцінки.

Така інтегральна оцінка повинна охоплювати різні аспекти територіального розвитку, включаючи стан економіки, соціальної сфери і природного середовища.

Переходячи до подальшого розгляду досвіду побудови інтегральних соціально-економічних індикаторів, передусім, потрібно відмітити, що спроб їх побудови і використання в аналітичній роботі було зроблено багато разів.

Одним із розділів регіональної цільової програми є «Комплексна оцінка рівня соціально-економічного розвитку регіонів України»[123].

Основною ціллю комплексної оцінки рівня соціально-економічного розвитку регіонів є виявлення можливості вирішення поточних та довгострокових задач соціального і господарського розвитку на основі використання резервів та джерел економічного росту й ефективності мір в реалізації соціально-економічної політики.

Європейський досвід, зокрема польський, дозволяє виокремити п'ять факторів зростання високотехнологічної промисловості:

- кластеризація і консолідація;
- інверсифікація міжнародного співробітництва;
- підтримка науково-дослідницької діяльності;
- придбання іноземних технологій;
- просування високотехнологічної вітчизняної продукції на зовнішній ринок[48]

Щодо досліджень і розробок нових технологій, як основи зростання високотехнологічної промисловості та модернізації економіки, існує два шляхи:

- розробка і впровадження технологій з самого початку;
- купівля готових технологій та їх інтегрування у виробничі процеси і продукти.

Також потрібно розуміти, що розробка сучасної технології чи продукту з нуля є надзвичайно вартісним і тривалим процесом. До методів швидкого виходу на зовнішні ринки та охоплення ринкової ніші слід віднести і придбання іноземних компаній.

1.3 . Сучасні методи моделювання оптимальної структури економіки регіону

Економічні реформи останнього часу орієнтуються на підвищення рівня місцевого самоврядування та децентралізації регіонів. Саме вони несуть все

більшу відповідальність за результати регіонального економічного розвитку. Аналіз економічних реформ показав, що регіони, які застосовують прогресивні методи управління своїм розвитком, меншою мірою схильні до кризових тенденцій. В складних умовах виходу з кризи відносно перевагу мали насамперед ті регіони, які гнучко використовували математичні методи та інструменти управління своїм розвитком.

Варто відмітити, що в своїх наукових роботах багато авторів в більшій мірі ставлять акцент на методологічні основи проведення прогностичних досліджень соціально-економічного розвитку країни в цілому, що відображено в працях таких вчених, як Д. Белл, К.Ерроу, Е.Домара, Ф.Кене, Д.Рікардо, В. Паретто, А.Сміт, В. Леонт'єв, А.Маршалл, С. Іщук, І.Вахович, та інших[22, 23]. Проблемам розвитку регіональної структурної політики присвячені роботи: А. Мельник, Я. Базилюка, О. Власюка, В. Гейця, М. Кизима, І.Сторонянської, Л. Шаблістої, В. Паппа, Т. Шинкаренка, Л. Гурянової, О. Ляшенко та інших., в той час як питаннями практичного використання прогностичного інструментарію, а також регіональному аспекту приділяється набагато менше уваги[6, 24, 26, 38, 48, 80, 84, 86, 149].

Прогнозування соціально-економічного розвитку регіону засноване на якісному й кількісному аналізі реальних економічних процесів, виявленні об'єктивних умов, факторів і тенденцій його розвитку. Досягти цього можна, використовуючи різні методи моделювання, які допомагають знайти найоптимальніші напрямки економічного розвитку засобами математичного моделювання, зокрема сценарного аналізу й економіко-математичного моделювання.

Під методами прогнозування слід розуміти сукупність способів і прийомів мислення, які дають змогу на основі ретроспективного аналізу тенденцій та закономірностей розвитку ендогенних (внутрішніх) та екзогенних (зовнішніх) даних об'єкта прогнозування зробити висновок про його розвиток у майбутньому за певних умов[48].

Стисло розглянемо практичну цінність основних методів соціально-економічного прогнозування.

Роблячи аналіз багатоманітних спектрів методів прогнозування, можна розробити загальну схему-класифікацію основних методів прогнозування економічного розвитку регіону Додаток Б. Серед них можна виокремити інтуїтивні та формалізовані (розрахункові).

Різновидом регіонального прогнозування є моделювання, яке використовується для розроблення прогнозної моделі соціально-економічного розвитку регіону. Метод моделювання вимагає значної кількості статистичних показників, використання потужного математичного апарату, залучення великої кількості фахівців.

Як засвідчують праці вище згаданих авторів, найефективнішими можуть бути такі моделі прогнозування регіонального розвитку (Рис.1.5)

Модель функціонування регіональної економіки ґрунтується на використанні показників виробництва товарів і ринкових послуг; виробництва неринкових послуг; кількості населення; державних доходів та витрат; основних балансових співвідношень; індикаторів соціально-економічного розвитку регіону.

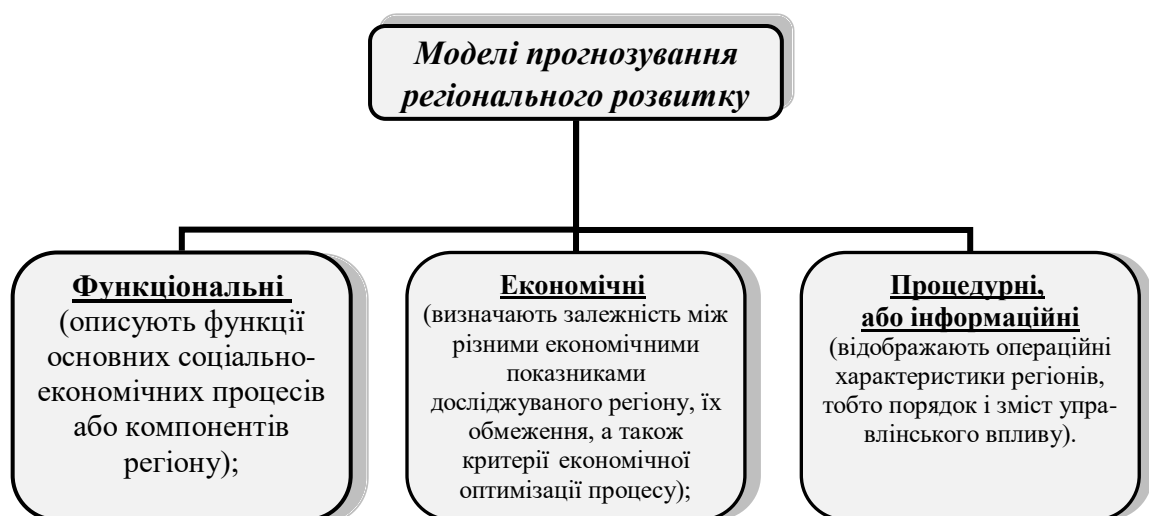


Рис.1.5. Найефективніші моделі прогнозування регіонального розвитку

Розробка автора на основі [26]

Моделювання регіонального розвитку - це побудова теоретичних моделей і прогнозування розвитку регіональних соціально-економічних систем.

Тому для покращення та оптимізації регіонального управління необхідно володіти певними прогнозами щодо формування стратегії соціально-економічного розвитку регіонів, ураховуючи динаміку впливів оточуючого середовища. Саме аналіз і прогнозування економічного розвитку регіону є оптимальним інструментарієм щодо управління, суть якого полягає в обґрунтуванні напрямів та перспектив розвитку регіону для вироблення економічної і соціальної політики, прийняття відповідних управлінських рішень.

У науковому передбаченні щодо розвитку соціально-економічних процесів бажано поєднати три підходи одночасно: статистичний, циклічно-динамічний та генетичний[3].

За допомогою статистики виявляється структура соціально-економічної системи, визначаються її зовнішні та внутрішні взаємозв'язки, пропорції, які забезпечують її функціонування. Динаміка допомагає розкрити механізми циклічного розвитку системи, зміну стадій циклу, з метою усунення настання періодичних криз і підготовки до їх подолання. Генетика розкриває механізм дії спадковості, еволюції і відбору в розвитку соціально-економічних систем, розкриває характер, наслідки їхнього саморозвитку.

Процедура прогнозування динаміки відхилень і випадкових факторів в регіональному розвитку повинна будуватися на основних законах методології прогнозування, які можна сформулювати наступним чином (рис.1.6).



Рис 1.6. Закони методології прогнозування

Джерело розроблено автором на основі [50]

Обираючи стратегію економічного розвитку регіону, можна виокремити декілька підходів щодо моделювання:

- спробувати виявити причинно-наслідкові зв'язки та фактори, які надають інформацію щодо поведінки об'єкта в конкретних умовах. Результатом цього підходу є необхідність розв'язання задач економіко-математичного моделювання, де в основному використовуються методи регресійного аналізу та економетричних моделей;

- без аналізу факторів, що впливають на об'єкт, спробувати передбачити його поведінку в наступних періодах шляхом екстраполяції його поведінки за попередній час. У цьому випадку найчастіше використовуються методи аналізу часових рядів;

- провести імітаційне моделювання поведінки об'єкта за різних умов і, виходячи з прогнозованої поведінки навколишнього середовища, вибрати найбільш сприятливу стратегію розвитку.

Отже, успіх в прогнозуванні залежить не так від використаних методів, як від правильного збереження позиції. Як правило, при використанні одного методу неможливо отримати потрібну достовірність і точність прогнозу, але коли він використовується в комплексі з іншими методами, то його ефективність значно покращується.

Існують різні класифікації методів прогнозування. Найбільш важливою класифікаційною ознакою є ступінь формалізації, яка застосована у прогностичних методах. Серед інших класифікаційних ознак можна виокремити: час, характер цілі, рівень управління, сферу діяльності, сферу ймовірності тощо[148].

По результатах аналізу ситуації в регіоні прогнозування соціально-економічного розвитку суб'єктів країни можна зробити висновки про перспективу прогностичних досліджень, які пов'язані із використанням формалізованих методів, але при цьому вони повинні доповнюватися інтуїтивними.

Класифікацію цих методів можна доповнити і новими елементами, які постійно з'являються в процесі подальшого розвитку інструментарію прогнозування.

Основу екстраполяційних методів складає трендова модель, яка створюється на основі тимчасового ряду та описує зміну прогностичного показника в часі. Даний підхід з успіхом може використовуватися для короткострокового прогнозування на один період вперед. Також можливе використання часових рядів, якщо воно лежить в основі інерційного сценарію розвитку і використовується поряд з іншими методами.

Важливою інформаційною основою для моделювання є точна і повна економічна статистика. Одним із ключових інструментів економічного прогнозування в Україні та її регіонах на сьогоднішній день визначені базові таблиці «витрати-випуск», або міжгалузеві баланси. Наявна статистична звітність є недостатньою для їхньої розробки, через відсутність деталізованої інформації про витрати на виробництво та реалізацію продукції.

Прогнозування являє собою багатоетапний процес збору, обробки, аналізу та виробітку потребуючої ретроспективної і прогнозної інформації. Процес імітації різних сценаріїв стимулюється «паутиноподібними» зв'язками розвитку економіки регіону.

Основними показниками для моделювання соціально-економічного розвитку регіону можуть бути наступні основні загальноекономічні показники: валовий регіональний продукт; промислове виробництво; сільськогосподарське господарство; лісове господарство; будівництво; транспорт та зв'язок; фінансова сфера; споживчий ринок; ринок праці; рівень життя; демографія; соціальна сфера; внутрішньо економічна діяльність.

Для проведення прогнозування доцільно орієнтуватися на такі критерії побудови регіональної моделі (рис 1.7).

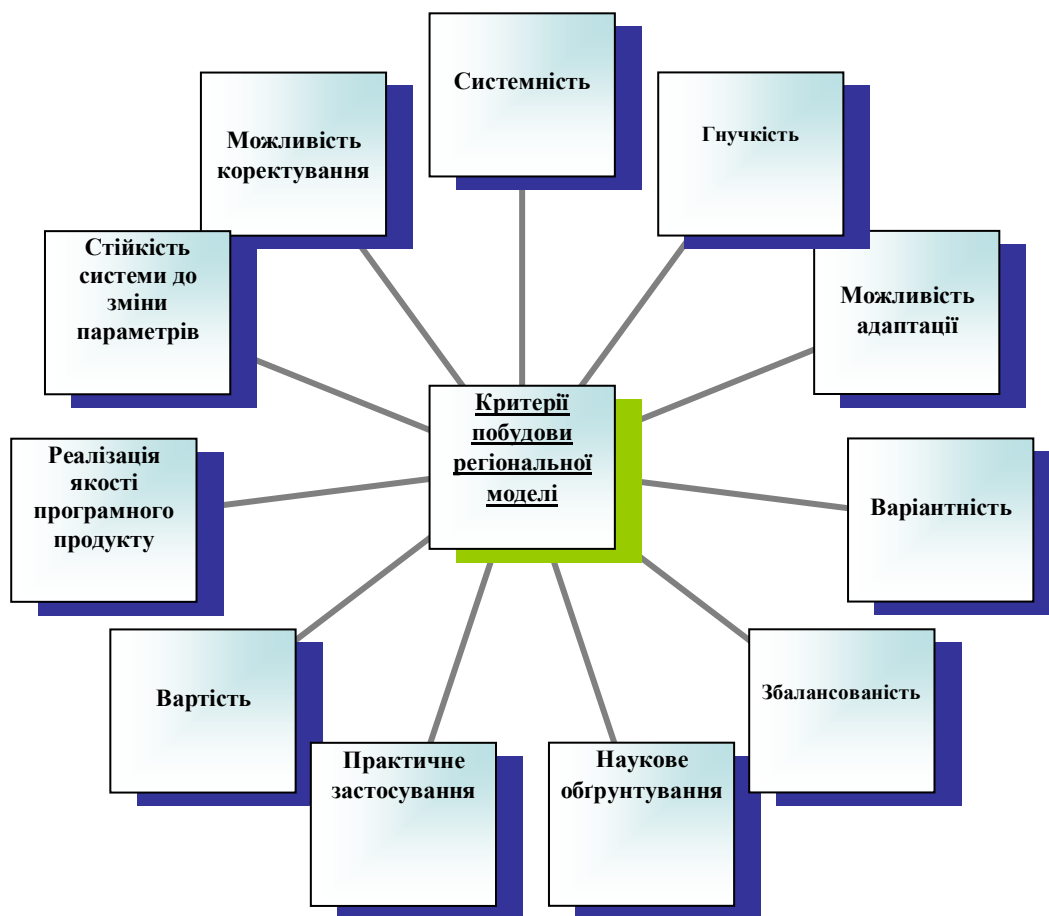


Рис.1.7 Основні критерії побудови регіональної моделі

Розроблено автором на основі [33, 122]

Визначимося з характеристиками критеріїв побудови моделей:

- системність – охоплення моделлю всієї сукупності істотних елементів і взаємозв'язків для об'єкта моделювання;
- наукове обґрунтування – використання в моделі наукових методів, частково методів економіко-математичного моделювання, забезпечуючи формалізацію і тим самим достовірність та верифікацію результатів моделювання;
- збалансованість – цілісне врахування джерел освіти та використання ресурсів, які забезпечують збереження основних відтворювальних пропорцій при моделюванні;
- варіантність – можливість моделі генерувати та оцінювати наслідки реалізації альтернативних стратегій розвитку з урахуванням можливих змін умов внутрішнього та зовнішнього середовища;
- практичне застосування – найважливіша умова, яка забезпечує достатність для даної моделі офіційно існуючої інформаційної і статистичної бази;
- можливість адаптації – свідчить про застосування існуючої моделі для аналізу і прогнозування інших соціально-економічних систем;
- гнучкість – здатність моделі адекватно відображати стан моделюючого об'єкта при змінні його параметрів;
- реалізація якості програмного продукту;
- вартість – визначення витрат останнього користувача, який придбав, встановив та обслуговує інформаційну систему;
- стійкість системи до зміни параметрів;
- можливість коректування – можливість впливати користувачем на процес моделювання та зміни окремих параметрів[123].

Проте треба зауважити, що при класифікації методів прогнозування необхідно мати на увазі, що «змістовна систематизація методів прогнозування

повинна визначатися самим об'єктом прогнозування, економічними процесами розвитку і їх закономірностями».

Тому для забезпечення найбільшої вірогідності правильного рішення й обґрунтування планових завдань у практиці адаптивного моделювання застосовують одночасно декілька із зазначених вище методів залежно від об'єкта моделювання. Це дозволяє всебічно обґрунтувати економічну та соціальну ефективність реалізації запланованих заходів і завдань.

Отже, можна стверджувати, що на сьогодні не існує єдиного комплексу методів та моделей, який би повністю відображав стан та ефективність розвитку економічної системи регіону.

Тому розробка, вибір і реалізація стратегії зростання та динамічної стійкості економічної системи регіону потребує створення такої ефективної моделі відтворення, яка б дала змогу:

- адекватно описати процеси функціонування економіки регіону;
- дослідити можливі шляхи вирішення проблеми;
- проаналізувати критерії та визначити систему показників;
- врахувати сукупність факторів, які впливають на оптимізацію регіонального управління;
- розробити, відтворити та вибрати сценарії економічного розвитку регіону, тобто дослідити функціональний стан системи, при якому забезпечується підтримання динамічної сталості у допустимих межах життєво важливих функцій і параметрів при різних змінах внутрішнього та зовнішнього середовища;
- оцінити ефективність реалізації обраної стратегії за вибраними критеріями та обґрунтувати прийняте рішення[43].

Для комплексного дослідження та вибору стратегії економічного розвитку регіону необхідно розробити такий концептуальний підхід, в якому був б поєднаний комплекс динамічних економіко-математичні моделей з відповідним інформаційним забезпеченням. Таке поєднання дасть змогу системно провести

аналіз і цілеспрямовані аналітичні дослідження, підвищити інформаційну відкритість результатів економічного розвитку регіону та забезпечити реалізацію раціональної стратегії при прийнятті обґрунтованих і виважених управлінських рішень. Системний підхід до вибору стратегії розвитку регіону дозволить поєднати процес оцінювання з процесом управління.

Системне врахування даних принципів при побудові комплексної моделі регіону дозволить подолати або зменшити ступінь дії тих чи інших недостатків та обмежень.

Схематичне зображення концептуального підходу щодо дослідження та моделювання стратегії економічного розвитку регіону представлено на рис. 1.8.

На першому етапі проводиться аналіз основних принципів формування стратегії економічного розвитку регіону, виявлення характерних особливостей стратегії, аналіз її структури та етапів реалізації.

На другому етапі – побудова комплексу моделей оцінювання стратегії економічного розвитку регіону та визначення системи показників, що є найбільш вагомою при формуванні стратегії розвитку. При цьому економіко-математичні, зокрема, динамічні моделі, які описують причинно-наслідкові зв'язки між вхідними та вихідними параметрами моделі та їх динаміку у часі, дають можливість проаналізувати поведінку (траєкторію розвитку) економічної системи регіону, враховуючи вплив кожного з чинників (як окремо, так і у сукупності) і виявити взаємовпливи окремих факторів, їхній вплив на поведінку досліджуваного об'єкта в цілому.

На третьому етапі формується статистична база дослідження, розробляється та описується програмне забезпечення збирання, обробки інформації для оцінювання вихідних значень узагальнених коефіцієнтів комплексу моделей.

На четвертому етапі проводяться модельні комп'ютерні експерименти, обґрунтовуються альтернативні сценарії розвитку та приймаються рішення щодо вибору стратегії економічного розвитку регіону. Альтернативні сценарії розвитку надають можливість об'єктивно відображати тенденції подальшого

розвитку економічної системи регіону та її структур. Взаємозв'язок з іншими системами, визначати доцільні показники розвитку регіону з урахуванням різноманітних факторів (на базі нейро-нечіткої моделі) і умов, забезпечуючи об'єктивною інформацією осіб, що приймають управлінські рішення для розробки альтернативних напрямків розвитку й прийняття ефективних рішень.

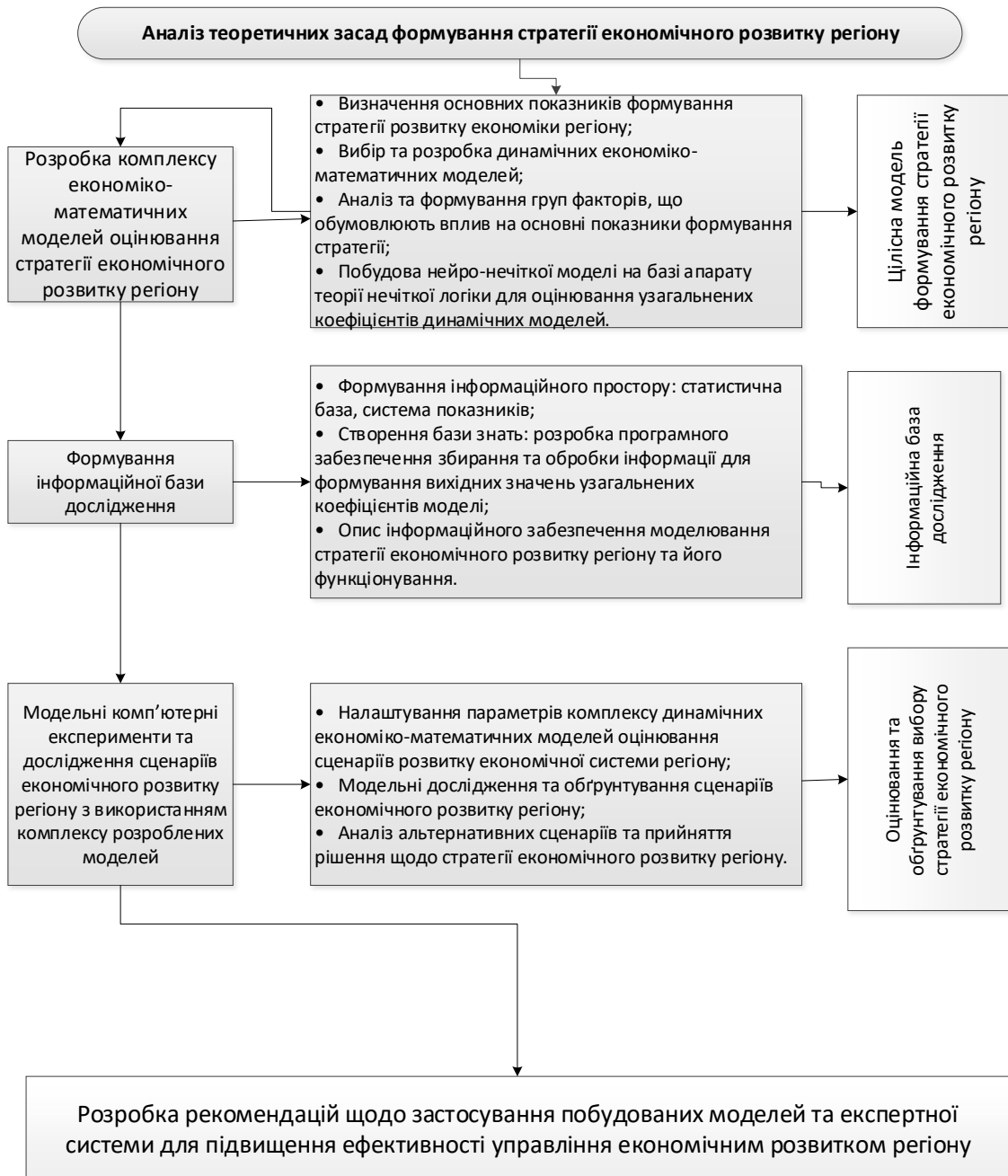


Рис.1.8. Концептуальна схема дослідження та моделювання стратегії економічного розвитку регіону

Розроблено автором на основі[117]

На п'ятому етапі розробляються рекомендації щодо практичного застосування побудованих моделей при оцінюванні стратегії економічного розвитку регіону для підвищення ефективності управління економікою регіону.

Процес прогнозування економічного розвитку регіону, відображений у працях таких вітчизняних та зарубіжних науковців, як: Н. Багров, О. Бодрак, С. Божко, О. Білоус, Є. Брикун, І. Вахович, В. Геєць, Ю. Гладкий, З. Герасимчук, Б. Данилишин, І. Кондіус, І. Коломієць, В. Буркинський, К. Фісун, О. Черевко, А. Чистобаєв та інші, переважно представлено за таким алгоритмом дослідження (рис.1.10)[21, 24, 27, 106]:

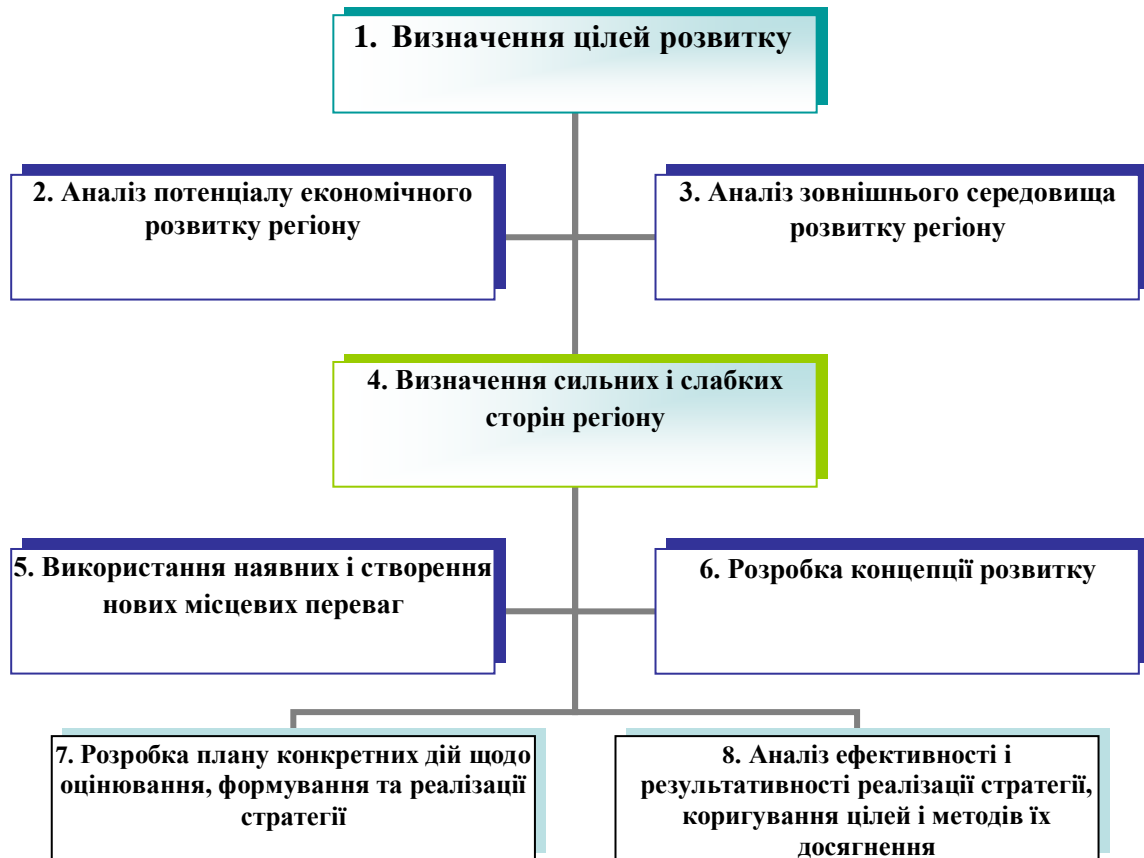


Рис.1.9. Послідовність процесу прогнозування економічного розвитку регіону

Розроблено автором на основі [108]

На основі концепції соціально-економічного розвитку регіону розробляється план конкретних дій, що включає завдання і терміни їх виконання, відповідальних осіб, очікуваний результат, розмір та джерела

фінансування, способи проміжного контролю, зворотного зв'язку, передбачувані результати і можливі наслідки реалізації планів, програм.

Проте це не вичерпний перелік методів. У процесі прогнозування та розроблення програм соціально-економічного розвитку регіонів широко використовуються методи, що подані в табл.1.3.

Для забезпечення найбільшої вірогідності й обґрунтування планових завдань у практиці планування застосовують одночасно декілька зі зазначених вище методів залежно від об'єкта моделювання. Це дозволяє всебічно обґрунтувати економічну та соціальну ефективність реалізації запланованих заходів і завдань.

Проте треба зауважити, що при класифікації методів прогнозування необхідно мати на увазі, що «змістовна систематизація методів прогнозування повинна визначатися самим об'єктом прогнозування, економічними процесами розвитку і їх закономірностями».

На сучасному етапі становлення українського суспільства основним інструментарієм для прогнозування економічного розвитку є розробка та застосування комбінованих методів, які поєднують економіко-математичне моделювання та сценарії розвитку, що притаманні інтуїтивним (експертним) методам.

Основні переваги цих методів полягають:

- у можливості підвищення змістовного навантаження моделі шляхом уведення в неї параметрів, що враховують вплив державного регулювання;
- при його використанні з'являється можливість пом'якшення протиріччя між реалістичністю та точністю прогнозу: розширення кола обставин, що беруться до уваги (що сприяє підвищенню реалістичності моделі) не супроводжується відмовою від формальних методів (що забезпечує точність прогнозу).

Таблиця 1.3

Основні методи для розроблення соціально-економічних програм

Назва методу	Сутність	Застосування
Методи системного аналізу	Економічний процес або явище ділиться на складові частини, визначається взаємозв'язок і вплив цих частин одна на одну і на хід розвитку процесу.	Дозволяє розкрити сутність економічного процесу, визначити закономірність його зміни в прогнозованому періоді, всебічно оцінити можливості і шляхи досягнення поставлених цілей. До цих методів можна зарахувати методи групування, варіативний і індексний методи
Програмно-цільовий метод	Полягає у відбиранні основних цілей соціально-економічного розвитку, розробленні взаємопов'язаних заходів щодо їх досягнення у визначені терміни при збалансованому забезпеченні ресурсами з урахуванням їх ефективного використання.	Цей метод передбачає можливість складання та реалізації проблемних і комплексних цільових регіональних програм, які складають документ. Такий документ міститься ціль та комплекс науково-дослідних, виробничих, організаційно-господарських, соціальних та інших завдань та заходів, які узгоджені за ресурсами, виконавцями та строками здійснення.
Нормативний метод	Є методикою обґрунтування показників соціально-економічного розвитку регіону за допомогою заздалегідь розроблених і законодавчо встановлених норм і нормативів.	Норми і нормативи складають необхідну базу, наукові розробки регіональних економічних прогнозів, планів, програм, техніко-економічних проєктів. За допомогою норм та нормативів обґрунтовуються найважливіші пропорції, розвиток матеріального виробництва та невиробничої сфери, здійснюється регулювання економічного розвитку.
Балансовий метод	Полягає в пов'язуванні потреб регіону у різних видах продукції та ресурсів з можливостями виробництва та джерелами ресурсів.	Цей метод використовується, щоб досягти рівноваги між основними показниками, які, з одного боку, будуть описувати необхідні потреби, а з іншого - ресурси, які повинні бути залучені для виконання цих потреб.

Розроблено автором на основі [113]

Результати такого прогнозування використовуються на всіх рівнях прийняття державно-управлінських рішень, зокрема прогнозування окремих напрямків регіонального розвитку є основою для розробки регіональних цільових та комплексних програм, прогнозування майбутнього стану галузей економіки застосовується для формування стратегії і розробки державних

програм розвитку, результати макроекономічного прогнозування обумовлюють стратегію розвитку регіону та країни тощо.

Висновки до розділу 1

В роботі здійснено подальший розвиток та узагальнення теоретичних засад і науково-методичних підходів щодо формування оптимальної галузевої структури економіки регіону, а саме:

1. Проведений аналіз сформованих у науковій літературі підходів до трактування категорії «регіон», виявлено відсутність єдиного розуміння сутнісно-функціональних характеристик даного поняття. В роботі обґрунтовано, що економіка регіону є ієрархічною та динамічною системою взаємопов'язаних галузей і сфер діяльності, яка забезпечує задоволення потреб суспільства у матеріальних і нематеріальних благах в умовах постійних трансформаційних змін.

2. Доведена випереджаюча роль структури регіональної економіки, як детермінанти, яка дозволяє визначати кількісні та якісні закономірності, а також тенденції розвитку досліджуваної системи економічних відносин. Запропоновано визначати структуру економіки регіону як сукупності взаємопов'язаних елементів економічної системи, що формується тривалий період часу під впливом чинників як внутрішнього так і зовнішнього характеру, пропорційне співвідношення яких створює підґрунтя для стійкого, стабільного і сталого розвитку регіональної економіки.

3. Сформована система принципів оптимізації структури економіки регіону, до складу увійшли традиційні принципи: цілісність, системність, структурність, ієрархічність та стійкість, а також запропонований принцип еволюційної циклічності, що характеризує динамічність та еволюційність зміни структури регіональної економіки під впливом внутрішніх і зовнішніх трансформацій, циклічність процесу відновлення її цілісності, виходячи з безперервності відтворювального процесу.

4. Встановлено, що визначальна роль у характеристиці структури економіки належить галузевій структурі. Доведено, що галузеву структуру економіки регіону слід розглядати, по-перше, через призму співвідношення основних галузей, тобто галузей спеціалізації, та інших галузей другорядного значення для регіонального розвитку, а по-друге, з позиції перспективності функціонування тих чи інших галузей, а також доцільності стимулювання чи обмеження їхнього розвитку з урахуванням національних і регіональних інтересів.

5. Досліджено та систематизовано спектр застосовуваних розвиненими країнами методів управління структурними перетвореннями економіки. На основі систематизації досвіду управління структурними перетвореннями в державах, що мають збалансовану структуру економіки, виділено методи впливу, які можуть привести до позитивних результатів реструктуризації в умовах регіональної економіки.

6. Проведено порівняльний аналіз вітчизняних і зарубіжних моделей регіонального розвитку, їх класифікацію та аналіз. На основі аналізу моделей сформульовано основні вимоги до регіональної моделі соціально-економічного розвитку Західного регіону України.

Отже, формування оптимальної структури регіональної економічної системи відбувається внаслідок структурної перебудови економіки. Ефективність структурних зрушень в економіці визначає ефективність розвитку регіональної економіки загалом.

Існуюча в Україні структура економіки є свідченням відсталості, яка вичерпала свої можливості та потребує істотних змін, які б забезпечили економічну стабільність і сталий розвиток. Подальші структурні зміни в регіональній економіці повинні відповідати світовим тенденціям розвитку.

Основні результати досліджень, отримані автором у ході написання розділу, опубліковані у роботах [38, 43, 44, 48]

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ОЦІНЮВАННЯ СТРУКТУРИ ЕКОНОМІКИ РЕГІОНІВ

2.1. Структурно-динамічний аналіз економіки регіону

Розвиток ринкових відносин в Україні обумовив необхідність глибокого теоретико-методологічного дослідження структурних трансформацій у регіональній економіці.

При цьому слід враховувати, що економіка України є складною системою, яку утворює сукупність різних типів структур – відтворювальної, інституційної, управлінської, секторальної, галузевої, виробничо-технологічної, регіональної, зовнішньоторговельної тощо, – дія яких реалізується через багаторівневі соціально-економічні відносини.

Утім цілісності вітчизняної економіки і позитивної реалізації потенціалу її зростання можна досягнути лише тоді, коли зазначені структури злагоджено функціонуватимуть на базі такої моделі розвитку, яка відповідає регіональним і державним інтересам.

Для України постає важливе теоретичне і практичне питання: чи можлива в принципі успішна трансформація на основі широко-масштабного запозичення групою країн інститутів, створених для ефективного функціонування інших держав в інших умовах. Досвід країн Центральної та Східної Європи, що здійснили трансформаційний перехід у ході інтеграції в ЄС на правах членства, дає достатні підстави для того, щоб зробити висновки стосовно кроків, необхідних для здійснення успішної трансформації через зміну якості інститутів ринку і демократії, враховуючи стартові умови України та її структурні характеристики.

У процесі еволюції економічної науки методи аналізу структурних змін набули найбільшого поширення і структурний аналіз став своєрідним методологічним ядром економічного аналізу, причому за умов зниження актуальності окремих теоретичних доктрин.

Інституціональний напрям пов'язаний із дослідженням різних формальних і неформальних інститутів, структур і організацій, що породжуються та управляються цими інститутами. Довготривалі зміни в господарстві досліджуються в рамках кліометрії – економічної історії, найяскравішими представниками якої є Д. Норт і Р. Фогель. Більш відчутних успіхів у поясненні змін у різних структурах і організаціях, зокрема у промисловій галузевій структурі, домоглися представники неоінституційної школи на чолі з О. Вільямсоном, Р. Познером, Г. Демсец, а також французькі неоструктуралісти О. Фавор, Ф. Емар-Дюверне[132].

Еволюційний підхід в економічній науці з 80-х років ХХ ст. набув самостійного значення в наукових дослідженнях. Ґрунт для цього створили представники старого американського інституціоналізму, послідовники Т. Веблена, який уперше окреслив еволюційну проблематику, поставивши її на чільне місце методологічних проблем соціальних наук. Еволюційний підхід розвиває чотири типи моделей систем різного рівня складності: селекційні, ігрові, що враховують ефект навчання і моделі типу «нейромережі»[144]. Застосування таких моделей дозволяє створювати моделі структурної динаміки.

Кібернетичний підхід, у загальному вигляді запропонований С. Біром, відображає системний зв'язок складових економіки та структурних змін.

Синергетичний підхід розглядає поведінку нестійких нелінійних систем і станів, припускає розвиток динаміки економічних систем і розширення принципу відповідності П. Самуельсона, який описує стійкі системи. Синергетичний підхід значною мірою пов'язаний з кібернетичним. Обидва підходи розширюють можливості ефективного управління складними соціальними системами[136].

Структуралістський підхід базується на методології структурного аналізу. Основний внесок у формування структуралізму внесли французькі інституціоналісти, зокрема Франсуа Перру. В основі цього підходу – історико-описовий метод і соціологічний аналіз взаємодії різних суб'єктів сучасного

господарства, одним із завдань якого є встановлення причин розвитку економічних структур[17].

Неокласичні моделі, що розроблялися неокласичними школами, в основному пропонують пояснення економічного розвитку господарської системи через опис зміни станів її мікрорівня. Вони відштовхуються від наявності рівноваги в економіці та необхідності її досягнення, покладаються на принцип «методологічного індивідуалізму». В основі цього підходу лежить принцип відповідності П. Самуельсона, рівняння рівноваги Ерроу – Дебре, уявлення про економічну ефективність за М. Аллі[156].

Інноваційно-технологічний підхід. Зв'язок інститутів і технологій зближують інституційний та інноваційно-технологічний підходи, принаймні у визначенні характеру структурних змін. Багато інституціоналістів, таких як Т. Веблен, К. Ейрс, Дж. Коммонс, Дж. К. Гелбрейт, Дж. М. Кларк, Й. Шумпетер, вважали інновації та технології основними джерелами соціально-економічного розвитку. Зважаючи на високий рівень теоретичних узагальнень, ця концепція являє собою першу самостійну теорію структурних змін[134].

Міжгалузевий аналіз. Серйозний внесок у становлення і розвиток структурного аналізу зробив метод «витрати-випуск» В. Леонтьєва. Суть методу полягає в об'єднанні теорії функціонування економічних систем, методу математичного моделювання, прийомів систематизації та оброблення економічної інформації. Метод включає систему показників, що характеризують співвідношення, структуру, зв'язок економіки і математичну модель, яка дозволяє вивчати взаємовплив безлічі економічних величин і скласти нові сценарії розвитку економіки[123].

В економічній теорії попередниками міжгалузєвого аналізу були «економічна таблиця» Ф. Кене, схеми суспільного відтворення К. Маркса, модель загальної економічної рівноваги Л. Вальраса[135].

У цій роботі ми ставимо завдання оцінити структуру економіки Західного регіону України на основі використання апарату статистичного аналізу структурних змін. Проводячи структурно-динамічний аналіз економіки регіону,

актуальності набуває не тільки аналіз питомої ваги кожного виду економічної діяльності в структурі регіональної економіки, але і характеристик їх динаміки.

До Західного економічного регіону України включені такі області як: Волинська, Івано-Франківська, Закарпатська, Львівська, Рівненська, Тернопільська, Хмельницька, Чернівецька.

Таким чином, переходячи до аналізу структури економіки Західного регіону України, зазначимо, що в умовах обмеженості офіційної статистичної інформації, яка представлена Державною службою статистики України, дослідження можливо провести в межах таких статистичних даних: промислове виробництво, сільськогосподарське господарство, лісове господарство, будівництво, транспорт та зв'язок, фінансова сфера, споживчий ринок, ринок праці, рівень життя, демографія, соціальна сфера, внутрішньо економічна діяльність.

Зазначимо, що термін «структура» від латинського «*structura*» - будова, розташування, порядок. Це сукупність стійких зв'язків і відносин об'єкта, що забезпечують його цілісність і тотожність самому собі, тобто збереження основних властивостей при різних зовнішніх і внутрішніх змінах ... » [17].

Структурним показником є показник, що складається з суми елементів і виражений у відносних величинах (зазвичай у відсотках):

$$d_i = \frac{x_i}{s} \times 100; \quad s = \sum_{i=1}^N x_i ; \quad (2.1)$$

Де d_i - частка i -ї галузі регіону, щодо загального обсягу економіки регіону; x_i - абсолютне значення обсягу реалізованої продукції i -го регіону; s - загальний обсяг економіки регіону, при чому $\sum_{i=1}^N d_i = 100\%$.

Кількісні та відносні оцінки структури економіки Західного економічного регіону України, за видами економічної діяльності наведені в табл. 2.1-2.2.

Таблиця 2.1.

Обсяги реалізованої продукції за галузями економіки
Західного регіону за 2012-2017 (млн.грн)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Промисловість	109,22	124,62	129,90	174,90	209,51	292,76
Сільське господарство	273,31	292,69	478,12	613,82	710,94	816,56
Будівництво	111,04	144,16	147,94	175,34	189,12	286,69
Оптова та роздрібна торгівля	926,01	139,94	142,45	154,35	181,78	207,65
Транспорт і зв'язок, млн.грн	173,20	189,55	193,23	200,79	288,59	325,37
Фінансова сфера	4,29	5,43	8,29	13,59	14,98	15,30

Джерело: розробка автора за власними розрахунками на основі даних Державної служби статистики[95]

Таблиця 2.2

Частки галузей економіки у структурі економіки
Західного економічного регіону

	d_{2012}	d_{2013}	d_{2014}	d_{2015}	d_{2016}	d_{2017}
Промисловість	0,42332	0,38023	0,36582	0,40713	0,40948	0,45404
Сільське господарство	0,10593	0,08930	0,13464	0,14288	0,13895	0,12664
Будівництво	0,04304	0,04399	0,04166	0,04082	0,03696	0,04446
Оптова та роздрібна торгівля	0,35891	0,42699	0,40113	0,35927	0,35528	0,32203
Транспорт і зв'язок	0,06713	0,05784	0,05442	0,04674	0,05640	0,05046
Фінансова сфера	0,00166	0,00166	0,00234	0,00316	0,00293	0,00237
Всього $\sum_{i=1}^N d_i$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Джерело: розробка автора за власними розрахунками на основі даних Державної служби статистики [95]

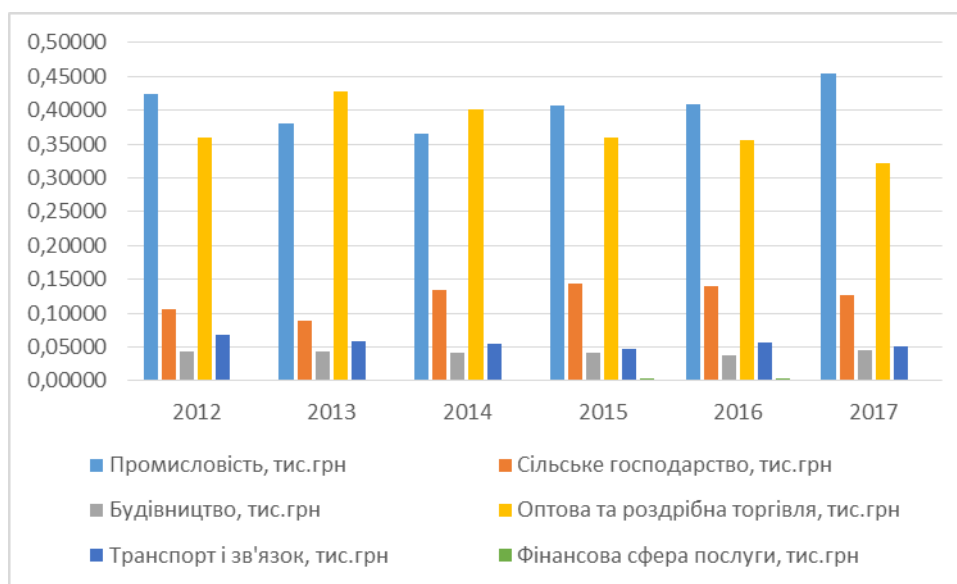


Рис.2.1 Частки галузей в економіці Західного економічного регіону України протягом 2012-2017рр.

Джерело: розробка автора за власними розрахунками на основі даних Державної служби статистики[95]

Із рис.2.1, видно, що протягом 2012-2017 рр. в структурі Західного економічного регіону найбільшу частку утримували оптово-роздрібна торгівля та промисловість.

Структурні зрушення в економіці являють собою зміни співвідношень між частинами складових[19]. Вони визначаються шляхом розрахунку зміни часток величин структури у певному періоді часу.

Структурно-динамічний аналіз полягає у розрахунку індивідуальних і узагальнюючих показників структурних змін за допомогою лінійного і середньоквадратичного коефіцієнтів абсолютних і відносних структурних зрушень зі змінною і постійною базою порівняння.

Лінійний і квадратичний коефіцієнти, в основному, застосовуються для вивчення динаміки показників структурних зрушень, тому що наочно дозволяють робити висновки про інтенсивність зміни структури в ті чи інші проміжки часу.

Індивідуальні показники структурних зрушень відображають інтенсивність зміни в кожній аналізованій групі. Серед індивідуальних показників розрізняють абсолютні та відносні з постійною і змінною базами порівняння. Одиниця виміру цих показників може бути представлена в процентних ставках, а також в коефіцієнтах.

Індивідуальний показник абсолютних структурних зрушень з постійною базою порівняння визначається за формулою:

$$\Delta_d = d_j - d_0 \quad (2.2)$$

Де d_j - питома вага галузі в j -му періоді;

d_0 - питома вага галузі в базовому періоді.

Таблиця 2.3.

Індивідуальні абсолютні лінійні трансформації структури економіки Західного економічного регіону з постійною базою

	Δd_{2013}	Δd_{2014}	Δd_{2015}	Δd_{2016}	Δd_{2017}
Промисловість	-0,0431	-0,0575	-0,0162	-0,0138	0,0307
Сільське господарство,	-0,0166	0,0287	0,0369	0,033	0,0207
Будівництво	0,0009	-0,0014	-0,0022	-0,006	0,0014
Оптова та роздрібна торгівля	0,0681	0,0422	0,0004	-0,004	-0,0369
Транспорт і зв'язок	-0,0093	-0,0127	-0,0204	-0,011	-0,0167
Фінансова сфера	0,0000	0,0007	0,0015	0,001	0,0007

Джерело: розробка автора за власними розрахунками на основі даних Державної служби статистики[95]

Як видно з табл. 2.3, найбільші індивідуальні абсолютні лінійні трансформації з постійною базою були характерні для таких галузей, як: оптова та роздрібна торгівля, сільське господарство, що свідчить про значні зміни часток цих галузей у структурі Західного економічного регіону протягом 2012 -2017 рр. (рис. 2.2).

При чому будівництво та транспорт і зв'язок протягом досліджуваного періоду мали від'ємні частки індивідуальних абсолютних лінійних трансформацій, що може свідчить про негативні тенденції у цих галузях економіки досліджуваного регіону.

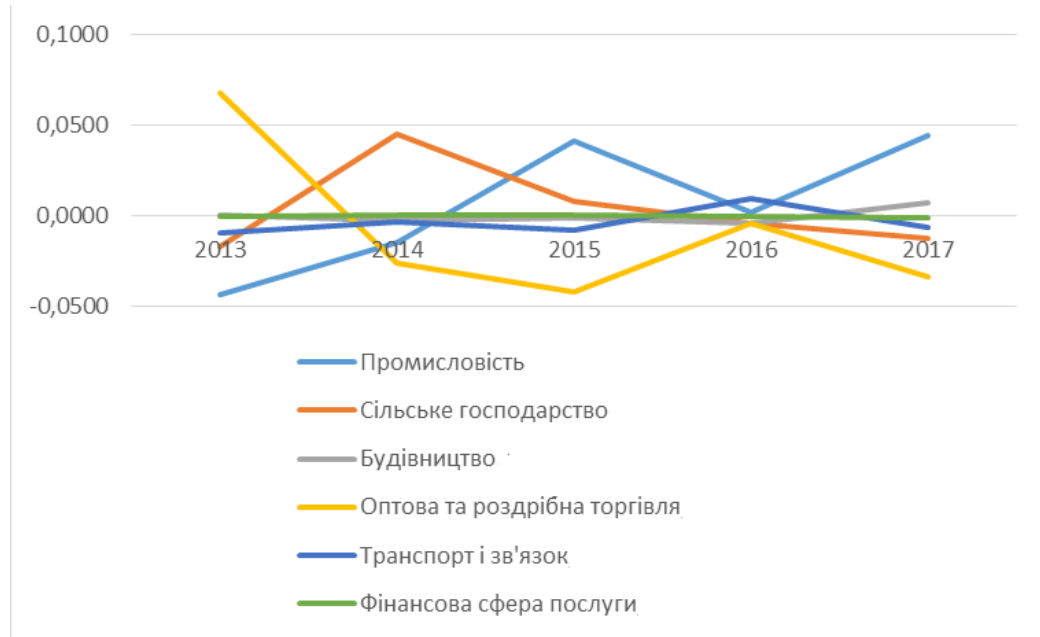


Рис.2.2 Індивідуальні абсолютні лінійні трансформації структури економіки Західного економічного регіону з постійною базою порівняння

Джерело: розробка автора за власними розрахунками на основі даних Державної служби статистики[95]

Визначимо індивідуальний показник абсолютних структурних зрушень із змінною базою порівняння, який розраховується за формулою:

$$\Delta d_j - d_{j-1}, \quad (2.3)$$

Де d_{j-1} - питома вага галузі в періоді $j-1$.

Таблиця 2.4.

Індивідуальні абсолютні лінійні трансформації структури економіки Західного економічного регіону із змінною базою порівняння

	Δd_{2013}	Δd_{2014}	Δd_{2015}	Δd_{2016}	Δd_{2017}
Промисловість	-0,0431	-0,0144	0,0413	0,0023	0,0446
Сільське господарство	-0,0166	0,0453	0,0082	-0,0039	-0,0123
Будівництво	0,0009	-0,0023	-0,0008	-0,0039	0,0075
Оптова та роздрібна торгівля	0,0681	-0,0259	-0,0419	-0,0040	-0,0333
Транспорт і зв'язок	-0,0093	-0,0034	-0,0077	0,0097	-0,0059
Фінансова сфера	0,0000	0,0007	0,0008	-0,0002	-0,0006

Джерело: розробка автора за власними розрахунками на основі даних Державної служби статистики[95]

Як видно з таблиці 2.4. та рис. 2.3. найбільші індивідуальні абсолютні лінійні трансформації у структурі досліджуваного регіону були притаманні знову ж таки оптовій і роздрібній торгівлі та промисловості.

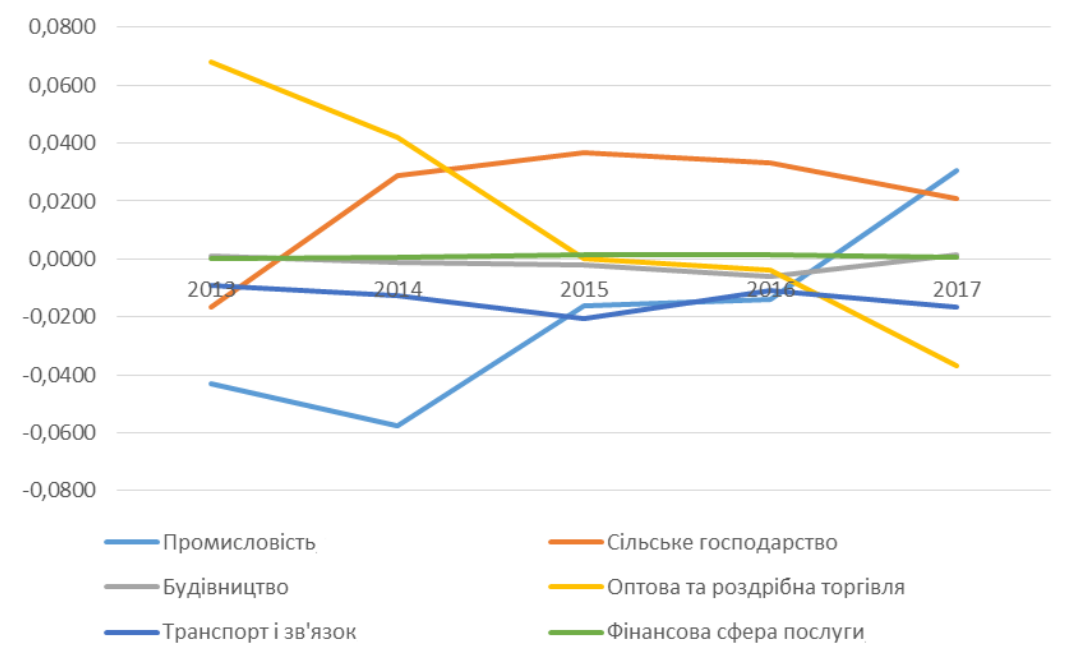


Рис.2.3. Індивідуальні абсолютні лінійні трансформації структури економіки регіону із змінною базою порівняння

Джерело: розробка автора за власними розрахунками на основі даних Державної служби статистики[95]

Динаміка індивідуальних абсолютних лінійних трансформацій з ланцюговою базою (рис. 2.3) свідчить про відсутність загальних тенденцій змін у структурі економіки досліджуваного регіону та свідчить про хаотичний характер структурних трансформацій. Тому обчислимо узагальнюючі показники структурних трансформацій для економічної системи досліджуваного регіону.

Лінійний коефіцієнт абсолютних структурних зрушень з постійною базою порівняння (базисний) має вигляд:

$$L_B^{Ab} = \frac{\sum_{i=1}^n |d_j - d_0|}{n} \quad (2.4)$$

d - питомі ваги;

n - число градацій в структурах;

j - поточний період;

0 - базовий період.

Лінійний коефіцієнт абсолютних структурних зрушень зі змінною базою порівняння (ланцюговий) визначається за формулою:

$$L_Z^{Ab} = \frac{\sum_{i=1}^n |d_j - d_{j-1}|}{n} \quad (2.5)$$

Де L_Z^{Ab} - лінійний коефіцієнт абсолютних структурних зрушень (ланцюговий, або зі змінною базою порівняння);

d - питомі ваги складових;

n - число градацій в структурах;

j - зіставляючі періоди.

За даними табл. 2.2 визначимо лінійні коефіцієнти абсолютних структурних зрушень економіки Західного регіону України.

Таблиця 2.5

Коефіцієнт абсолютних структурних зрушень економіки Західного економічного регіону України з постійною базою порівняння

$L_{2013/2012}^{Ab}$	$L_{2014/2012}^{Ab}$	$L_{2015/2012}^{Ab}$	$L_{2016/2012}^{Ab}$	$L_{2017/2012}^{Ab}$
0,02301	0,02387	0,01293	0,01143	0,01785

Джерело: розробка автора за власними розрахунками

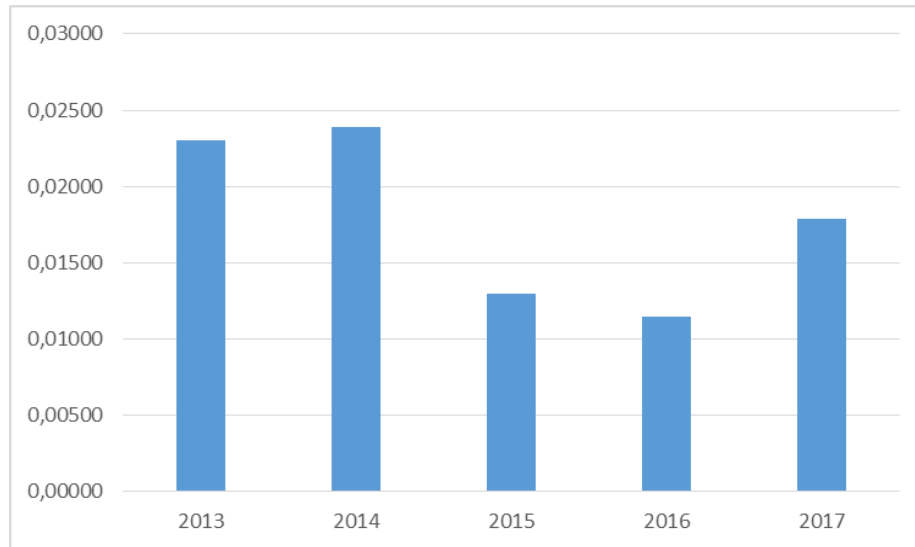


Рис.2.4 Абсолютні структурні зрушення економіки Західного економічного регіону України з постійною базою порівняння

Джерело: розробка автора за власними розрахунками

Значення коефіцієнтів лінійних структурних зрушень із постійною та змінною базами порівняння інтерпретують наступним чином:

- малі структурні зрушення - менше 2%;
- істотні структурні зрушення - від 2% до 10%;
- великі структурні зрушення - більше 10%.

На основі отриманих результатів обчислень структурних зрушень з постійною базою порівняння структури економіки Західного економічного регіону України можна зробити висновок, що в регіоні не відбувалося суттєвих структурних зрушень протягом 2015-2017 рр. на відміну від 2012-2014 рр. (рис. 2.4).

Розглянемо абсолютні структурні зрушення в економіці Західного економічного регіону України протягом 2012-2017 рр. з ланцюговою базою (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Абсолютні структурні зрушення в економіці Західного економічного регіону України протягом 2012-2017 рр. з ланцюговою базою

$L_{2013/2012}^{Ab}$	$L_{2014/2013}^{Ab}$	$L_{2015/2014}^{Ab}$	$L_{2016/2015}^{Ab}$	$L_{2017/2016}^{Ab}$
0,023	0,01534	0,0168	0,0040	0,01735

Джерело: розробка автора за власними розрахунками

На основі отриманих результатів обчислень структурних зрушень з ланцюговою базою порівняння структури економіки Західного економічного регіону України можна зробити висновок, що в регіоні не відбувалося структурних зрушень протягом 2012-2017 рр. (рис. 2.5).

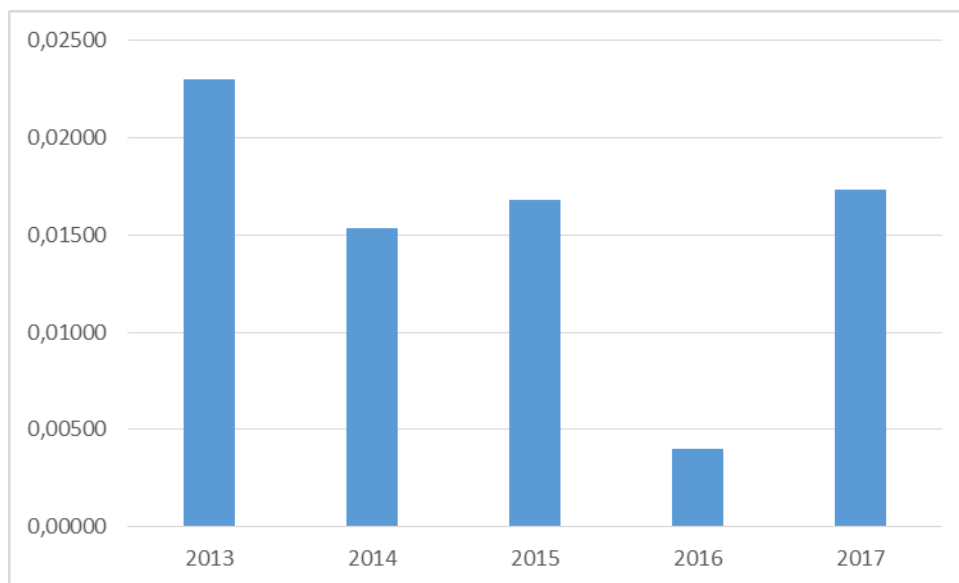


Рис.2.5 Абсолютні структурні зрушення економіки Західного регіону України із змінною базою порівняння

Джерело: розробка автора за власними розрахунками

Треба вказати, що значення середньоквадратичного коефіцієнта є кращою характеристикою флуктуацій структури, аніж лінійний коефіцієнт. Середній квадратичний коефіцієнт абсолютних структурних зрушень зі змінною базою порівняння визначається:

$$\sigma_Z^{Ab} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_j - d_{j-1})^2}{n}} \quad (2.6)$$

Де σ_Z^{Ab} - середньоквадратичний коефіцієнт абсолютних структурних зрушень (ланцюговий, або зі змінною базою порівняння);

d - питомі ваги складових;

n - число градацій в структурах;

j - періоди.

Таблиця 2.7

Середньоквадратичний коефіцієнт абсолютних структурних зрушень економіки Західного економічного регіону України з змінною базою

$\sigma_{2013/2012}^{Ab}$	$\sigma_{2014/2013}^{Ab}$	$\sigma_{2015/2014}^{Ab}$	$\sigma_{2016/2015}^{Ab}$	$\sigma_{2017/2016}^{Ab}$
0,0138	0,0138	0,0100	0,0020	0,01735

Джерело: розробка автора за власними розрахунками

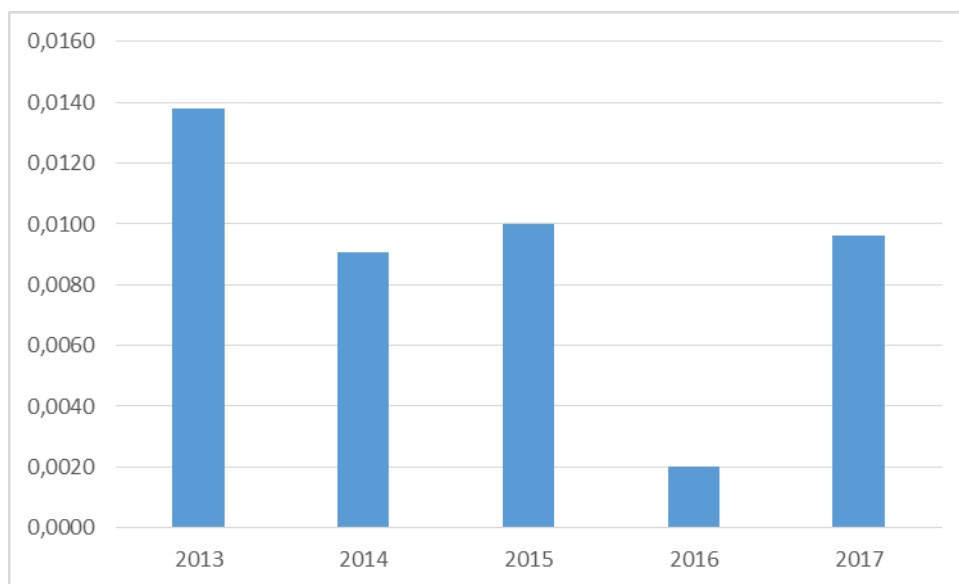


Рис.2.6 Середньоквадратичний коефіцієнт абсолютних структурних зрушень економіки Західного регіону України із змінною базою порівняння

Джерело: розробка автора за власними розрахунками

Як видно з рис. 2.6 та табл. 2.7, значення середньоквадратичного коефіцієнта структурних зрушень зі змінною базою підтверджують відсутність значних структурних трансформацій у економіці досліджуваного регіону і можуть свідчити про наявність тенденції до консервування неефективної структури економіки даного регіону.

Розрахуємо середньоквадратичний коефіцієнт абсолютних структурних зрушень з постійною базою порівняння:

$$\sigma_B^{Ab} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_j - d_0)^2}{n}} \quad (2.7)$$

d - питомі ваги складових;

n - число градацій в структурах;

j - поточний період;

0 - базовий період.

Таблиця 2.8

Середньоквадратичний коефіцієнт абсолютних структурних зрушень у економіці Західного економічного регіону України

$\sigma_{2013/2012}^{Ab}$	$\sigma_{2014/2012}^{Ab}$	$\sigma_{2015/2012}^{Ab}$	$\sigma_{2016/2012}^{Ab}$	$\sigma_{2017/2012}^{Ab}$
0,02301	0,02387	0,01293	0,01143	0,01785

Джерело: розробка автора за власними розрахунками

Отримані результати свідчать про те, що структурні зрушення у економіці Західного економічного регіону у 2015-2017 рр. порівняно із 2012 р. були незначними, хоча до 2014 р. спостерігалися певні структурні зрушення у економіці досліджуваного регіону.

Слід зазначити, що значення середньоквадратичного коефіцієнта перевищує відповідне значення лінійного коефіцієнта. Вважається, що при різких відмінностях у змінах часток середньоквадратичний коефіцієнт більш якісно характеризує їх флуктуації, ніж арифметичний коефіцієнт.

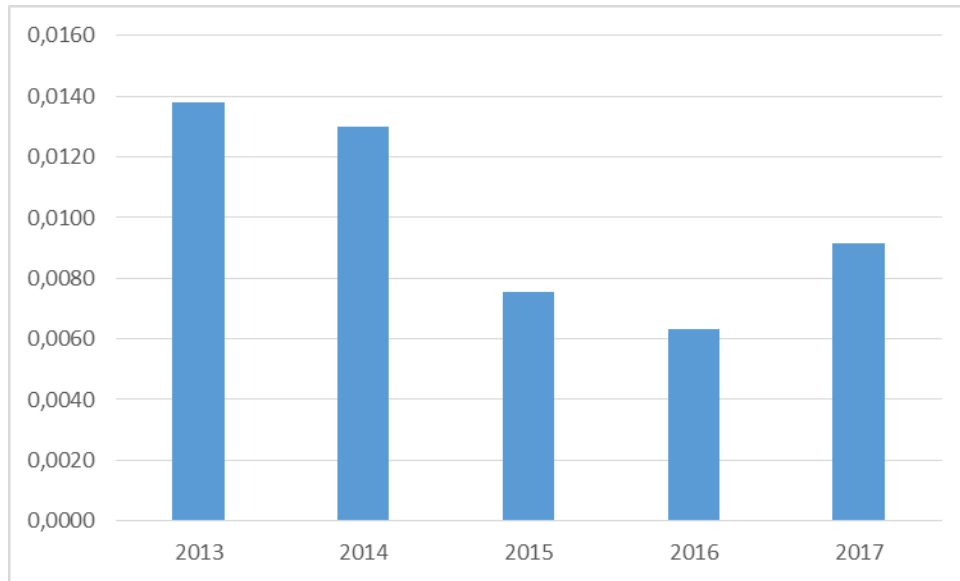


Рис.2.7. Середньоквадратичний коефіцієнт абсолютних структурних зрушень у економіці Західного економічного регіону України з постійною базою порівняння

Джерело: розробка автора за власними розрахунками

Також, визначимо індивідуальні показники відносних структурних зрушень зі змінною та постійною базами порівняння.

а) Показник відносних структурних зрушень зі змінною:

$$J_d = \frac{d_j}{d_{j-1}} \quad (2.8)$$

Де d_j - питома вага складової в j -му періоді;

d_{j-1} - питома вага складової в періоді $j-1$

Як видно з табл. 2.11, найбільші відносні лінійні трансформації складових структури економіки західного економічного регіону України із змінною базою порівняння протягом досліджуваного періоду спостерігалися у промисловості та будівництві.

Таблиця 2.9.

Відносні лінійні трансформації складових структури економіки Західного економічного регіону України із змінною базою порівняння

	$J_{2013/2012}$	$J_{2014/2013}$	$J_{2015/2014}$	$J_{2016/2015}$	$J_{2017/2016}$
Промисловість	0,8982	0,9621	1,1129	1,00576	1,10883
Сільське господарство	0,8430	1,5077	1,0612	0,97249	0,91140
Будівництво	1,0220	0,9471	0,9797	0,90561	1,20286
Оптова та роздрібна торгівля	1,1897	0,9394	0,8956	0,98889	0,90641
Транспорт і зв'язок	0,8615	0,9409	0,8589	1,20679	0,89464
Фінансова сфера	0,9968	1,4077	1,3547	0,92570	0,81021

Джерело: розробка автора за власними розрахунками

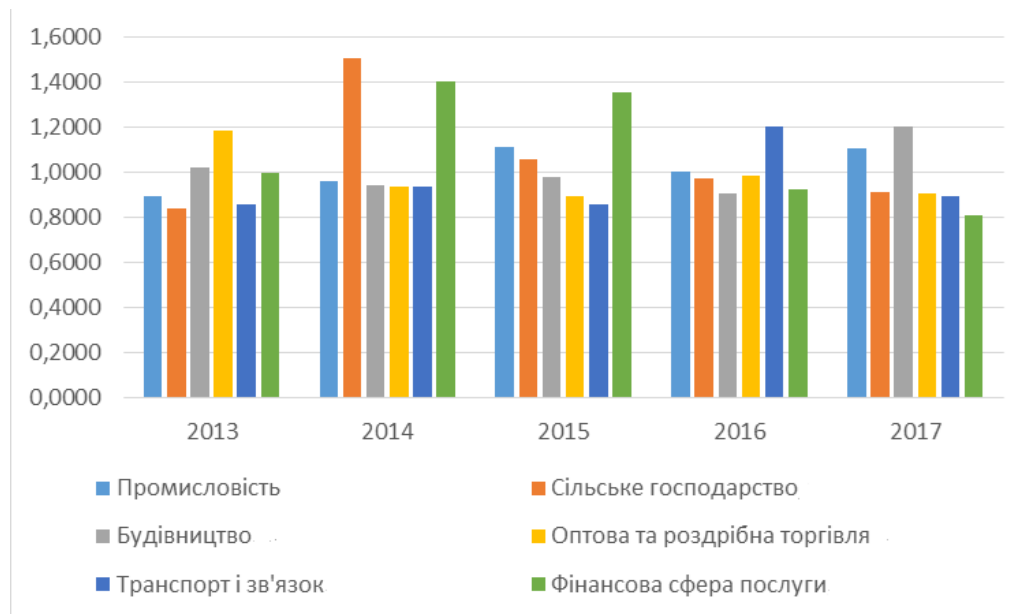


Рис.2.8 Відносні лінійні трансформації складових структури економіки Західного економічного регіону України із змінною базою порівняння

Джерело: розробка автора за власними розрахунками

Як свідчить рис.2.8, чіткого тренду у динаміці відносних структурних трансформаціях складових економіки досліджуваного регіону немає, тому можна попередньо сформулювати гіпотезу про наявність стихійних флуктуацій структури економіки Західного економічного регіону, що свідчить про необхідність дослідження взаємозв'язків складових, які мають нелінійний характер.

Для повноти аналізу визначимо індивідуальні показники відносних структурних зрушень з постійною базою порівняння:

$$J_d = \frac{d_j}{d_0} \quad (2.9)$$

Де d_0 - питома вага даної групи в базовому періоді;

Таблиця 2.10.

Відносні лінійні трансформації структури економіки Західного економічного регіону із постійною базою порівняння

	$J_{2013/2012}$	$J_{2014/2012}$	$J_{2015/2012}$	$J_{2016/2012}$	$J_{2017/2012}$
Промисловість	0,8982	0,8642	0,9618	0,96730	1,07257
Сільське господарство	0,8430	1,2710	1,3488	1,31169	1,19547
Будівництво	1,0220	0,9679	0,9483	0,85878	1,03299
Оптова та роздрібна торгівля	1,1897	1,1176	1,0010	0,98987	0,89723
Транспорт і зв'язок	0,8615	0,8106	0,6962	0,84020	0,75168
Фінансова сфера	0,9968	1,4032	1,9009	1,75970	1,42572

Джерело: розробка автора за власними розрахунками

Як свідчать розрахунки, наведені в табл. 2.10 та рис. 2.9, найвищі відносні лінійні трансформації часток з постійною базою порівняння мала фінансова сфера та сільське господарство, що свідчить про підвищення темпів приросту часток цих галузей в структурі економіки Західного економічного регіону України.

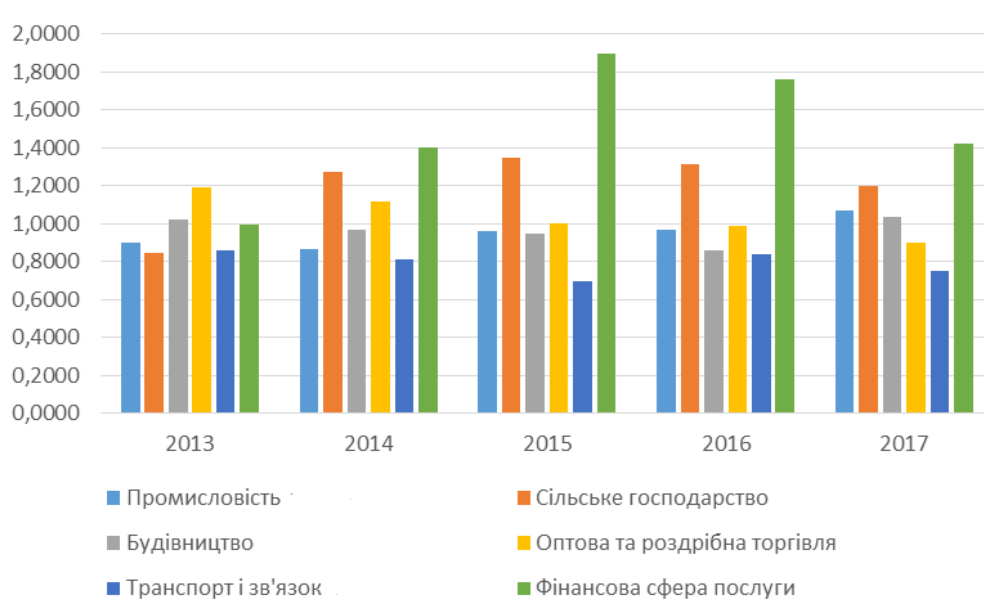


Рис.2.9 Відносні лінійні трансформації складових структури економіки
Західного регіону економіки України з постійною базою

Джерело: розробка автора за власними розрахунками

Проведений структурно-динамічний аналіз економіки Західного регіону економіки України засвідчив, що значних структурних зрушень в економіці регіону протягом останніх п'яти років не спостерігається, що свідчить про консервування застарілої структури економіки, що не забезпечує якісного відтворення і не сприяє економічному розвитку території через існування структурних дисбалансів.

2.2. Багатофакторне оцінювання структури економіки регіону

Дослідники стверджують, що процеси реструктуризації економіки регіону актуалізують не тільки необхідність аналізу динаміки кожного виду економічної діяльності в структурі економіки регіону, але й більш детальне вивчення тенденцій розвитку певних галузей та факторів формування їх доданої вартості. Це дозволяє всебічно проаналізувати зміни, які відбуваються з кожним видом економічної діяльності в регіоні та встановити, який вплив здійснюють економічні трансформації на процеси реструктуризації регіональної економіки і оцінити їх кількісно.

Таким чином, переходячи до аналізу впливу видів економічної діяльності на сукупний ВРП Західного економічного регіону України, зазначимо, що в умовах методології офіційної статистичної інформації, яка представлена Державною службою статистики України, дослідження можливо провести на вищому рівні агрегації за секціями видів економічної діяльності за КВЕД-2010 (додаток В).

Зазначимо, що обсяг валового регіонального продукту (ВРП), який створений економікою регіону, наочно відображає внесок кожного виду економічної діяльності в процеси формування доданої вартості в регіоні, зважаючи на узагальнюючий характер даного показника. Саме тому ми обрали його в якості результативного критерію при проведенні економетричного аналізу структури економіки досліджуваного регіону.

Найчастіше для аналізу соціально-економічного розвитку регіону загалом дослідники використовують кореляційно-регресійний аналіз. Аналіз кореляцій передбачає виявлення залежності між кількома факторами (параметрами, чинниками, змінними) [326, с. 146].

Для дослідження взаємозв'язків між результативною ознакою (у нашому випадку ВРП) і обраними факторами на першому етапі застосовано кореляційно-регресійний аналіз, який передбачає поетапну реалізацію:

1. Формування масиву вихідних даних за сукупністю показників, які мають безпосередній вплив на ВРП і характеризують галузеву структуру регіону (за видами економічної діяльності).

2. Встановлення щільності зв'язку між відібраними показниками-факторами та результативною ознакою (ВРП) за допомогою кореляційно-регресійного аналізу.

Введемо позначення:

y – обсяг ВРП;

x_1 – обсяг реалізованої продукції сільського господарства, лісового господарства та риболовства;

x_2 – обсяг реалізованої продукції промисловості;

x_3 – обсяг реалізованої продукції будівництва;

x_4 – обсяг реалізованої продукції оптової та роздрібної торгівлі; ремонт автотранспортних засобів та мотоциклів;

x_5 – обсяг реалізованої послуг пов'язаних з інформацією та телекомунікацією;

x_6 – обсяг реалізованої послуг транспорту, складського господарства, поштової та кур'єрської діяльності;

x_7 – обсяг реалізованої послуг фінансової та страхової діяльності;

x_8 – обсяг реалізованих послуг операцій з нерухомим майном;

x_9 – обсяг реалізованої послуг у освіти;

x_{10} – обсяг реалізованої послуг у охорони здоров'я та надання соціальної допомоги;

x_{11} – обсяг реалізованої послуг мистецтво, спорт, розваги та відпочинок;

x_{12} – обсяг реалізованих послуг адміністративного та допоміжного обслуговування;

x_{13} – середня заробітна плата по регіону;

x_{14} – доходи населення;

Описові статистичні характеристики показників, обраних для аналізу, представлено в табл. 2.11.

Із таблиці 2.11 видно, що всі показники є мультимодальними, що свідчить про відсутність чіткої єдиної тенденції у рядах даних. Медіанні значення не збігаються із середніми, тому розподіли величин не є нормальними. Досить високі значення коефіцієнтів варіації і стандартного відхилення свідчать лише про наближеність розподілів до нормального.

Таблиця 2.11

Описові статистичні показники змінних для аналізу структури економіки і її впливу на ВРП

Змінна	Mean	Median	Mode	Minimum	Maximum	Variance	Std.Dev.	Coef.Var.
Y	246537,4	216815	Multiple	126847	488325	1,380020E+10	117474,3	47,64968
x_1	31308,5	27675	Multiple	2733,1	71656,2	3,972789E+08	19931,9	63,6627
x_2	18594,4	18622	Multiple	10921,9	29276,9	3,210364E+07	5666,0	30,4715
x_3	12090,1	9760,6	Multiple	4348,0	28668,6	6,141243E+07	7836,6	64,8185
x_4	44025,5	36273,5	Multiple	16734,0	107645,4	8,920922E+08	29867,9	67,8423
x_5	19729,9	18137,6	Multiple	12930,0	32537	3,926840E+07	6266,5	31,7612
x_6	7280,9	6802,0	Multiple	5111,6	11097,1	3,657693E+06	1912,5	26,2676
x_7	7937,1	7686,6	Multiple	5618,0	11489,0	3,275272E+06	1809,8	22,8013
x_8	16703,4	16428,9	Multiple	7295,0	32744,1	6,982473E+07	8356,1	50,0265
x_9	2518,7	1808,8	Multiple	981,0	6004,7	2,966101E+06	1722,2	68,3790
x_{10}	18129,6	17202,9	Multiple	9501,0	33688,9	4,799426E+07	6927,8	38,2126
x_{11}	4795,2	4561,3	Multiple	2541,	8337,8	4,064714E+06	2016,1	42,0447
x_{12}	14172,9	10114,7	Multiple	5307,0	32490,3	8,065645E+07	8980,9	63,3666
x_{13}	4795,2	4561,3	Multiple	2541,0	8337,8	4,064714E+06	2016,1	42,0447
x_{14}	2924,6	2511,1	Multiple	1544,1	6024,9	1,753499E+06	1324,2	45,2784

Джерело: розробка автора засобами STATISTICA 10.0

Кореляційно-регресійний аналіз базується на припущенні про те, що залежність між значенням факторної ознаки x і середнім значенням результатної $y_{сер}$ можна представити за допомогою функції (лінії регресії), яку називають рівнянням простої парної регресії або однофакторною регресійною моделлю.

$$y_{сер} = f(x), \quad (2.10)$$

Якщо значення залежних ознак змінюються приблизно рівномірно, зв'язок між факторами можна описати лінійною функцією

$$y_{сер} = a + bx, \quad (2.11)$$

де a і b параметри лінійного регресійного рівняння.

Більш загальним завданням регресійного аналізу є встановлення залежності між кількома незалежними факторами (x_1, x_2, \dots, x_m) та результатною ознакою $y_{сер}$. Дослідження лінійного зв'язку між результатною ознакою та кількома факторами називають множинною (багатофакторною) регресією [59, с. 467].

Визначимо тісноту зв'язку між кожним заданим нами фактором та ВРП за даними 2008-2017рр. за допомогою ПП Statistica 10.0 (додаток Г табл.1) і отримуємо регресійні залежності ВРП та обраних змінних аналізу. (табл. 2.12).

Таблиця 2.12

Кореляційно-регресійні залежності між складовими економіки Західного економічного регіону та ВРП

Рівняння	Детермінація	Рівняння	Детермінація
$Y = 79915,0 + 5,3220 \cdot x_1$	$R^2 = 0,90298$	$Y = 13643,0 + 13,943 \cdot x_8$	$R^2 = 0,99178$
$Y = 80592,0 + 8,9245 \cdot x_2$	$R^2 = 0,43044$	$Y = -533 + 16,542 \cdot x_9$	$R^2 = 0,97553$
$Y = 67346,0 + 14,821 \cdot x_3$	$R^2 = 0,98872$	$Y = 62796 + 12,964 \cdot x_{10}$	$R^2 = 0,99112$
$Y = -198 + 61,013 \cdot x_5$	$R^2 = 0,98903$	$Y = 277E2 + 57,180 \cdot x_{11}$	$R^2 = 0,98133$
$Y = 75279,0 + 3,8900 \cdot x_4$	$R^2 = 0,99330$	$Y = 77119 + 67,265 \cdot x_{12}$	$R^2 = 0,98615$
$Y = -11100 + 18,090 \cdot x_6$	$R^2 = 0,96496$	$Y = 7975 + 87,026 \cdot x_{13}$	$R^2 = 0,98098$
$Y = -25800 + 63,475 \cdot x_7$	$R^2 = 0,97788$	$Y = -234 + 0,90851 \cdot x_{14}$	$R^2 = 0,99554$

Джерело: розробка автора засобами STATISTICA 10.0

Як видно з табл. 2.12, залежність ВРП від кожної з складових економіки регіону не зважаючи на високий коефіцієнт детермінації, є не достовірною, зважаючи на високі значення вільних членів рівнянь, що відображають вплив інших чинників не відображених у рівняннях. Розрахунки таблиці лише підтверджують певний вплив складових на ВРП, але не дають змоги сформулювати багатофакторну модель.

Аналіз коефіцієнтів попарної кореляції, наведених у додатку В, свідчить, що промисловість не справляє значимого впливу на ВРП Західного економічного регіону, а висока корельованість змінних x_1-x_{14} не дозволяє побудувати лінійну багатофакторну модель.

За допомогою інтелектуального модулю GNA (*generalized nonlinear models*) ПП Statistica 10.0 було проведене багатофакторне регресійне моделювання і отримано характеристики логарифмічного зв'язку між значимими змінними, з позиції їх впливу на ВРП Західного економічного регіону (рис. 2.10).

Валовий регіональний продукт, млн.грн - Test of all effects (Західний регіон)			
Distribution : NORMAL			
Link function: LOG			
Effect	Degr. of Freedom	Wald Stat.	p
Intercept	1	3762,808	0,000000
Сільське господарство, лісове господарство та риболовство, млн.грн	1		
Промисловість, млн.грн	1	52,477	0,000000
Будівництво, млн.грн	1	6,281	0,012205
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів, млн.грн	1	11,803	0,000591
Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність, млн.грн	1	67,035	0,000000
Інформація та телекомунікації, млн.грн	1	73,994	0,000000
Фінансова та страхова діяльність, млн.грн	1	74,016	0,000000
Операції з нерухомим майном, млн.грн	1	6,289	0,012151

Рис. 2.10. Скріншот результату багатофакторного нелінійного регресійного оцінювання модулем GNA (*generalized nonlinear models*) ПП Statistica 10.0
Джерело: розробка автора засобами STATISTICA 10.0

Отже за результатами моделювання отримано значимі структурні елементи економіки Західного економічного регіону України, які і формують його ВРП, а саме: промисловість; будівництво; оптова та роздрібна торгівля; транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність; інформація та

телекомунікації; фінансова та страхова діяльність; операції з нерухомим майном.

Тому для виявлення чинників, які суттєво впливають на значення коефіцієнта ВРП, застосовано факторний аналіз вихідних даних.

Адекватність отриманої багатофакторної моделі зв'язку структурних елементів економіки регіону і його ВРП підтверджується параметричними статистиками моделі, представленими на рис. 2.11, і аналізом розподілу залишків моделі (рис. 2.12).

Валовий регіональний продукт, млн.грн - Parameter estimates (Західний регіон добре)								
Distribution : NORMAL								
Link function: LOG								
Effect	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	Lower CL 95, %	Upper CL 95, %	p
Intercept		1	11,201	0,1826	3762,808	10,843	11,558	0,000000
Сільське господарство, лісове господарство		2	-0,000	0,0000	0,340	-0,000	0,000	0,560013
Промисловість, млн.грн		3	-0,000	0,0000	52,477	-0,000	-0,000	0,000000
Будівництво, млн.грн		4	0,000	0,0000	6,281	0,000	0,000	0,012205
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автомобілів, знарядь і інструментів		5	-0,000	0,0000	11,803	-0,000	-0,000	0,000591
Транспорт, складське господарство, пошти, зв'язь		6	0,000	0,0000	67,035	0,000	0,000	0,000000
Інформація та телекомунікації, млн.грн		7	0,000	0,0001	73,994	0,000	0,001	0,000000
Фінансова та страхова діяльність, млн.грн		8	-0,000	0,0000	74,016	-0,000	-0,000	0,000000
Операції з нерухомим майном, млн.грн		9	0,000	0,0000	6,289	0,000	0,000	0,012151
Scale			2237,549	500,3312		1443,571	3468,223	

Рис. 2.11. Параметричні статистики багатофакторної моделі ВРП і структури економіки регіону

Джерело: розробка автора засобами STATISTICA 10.0

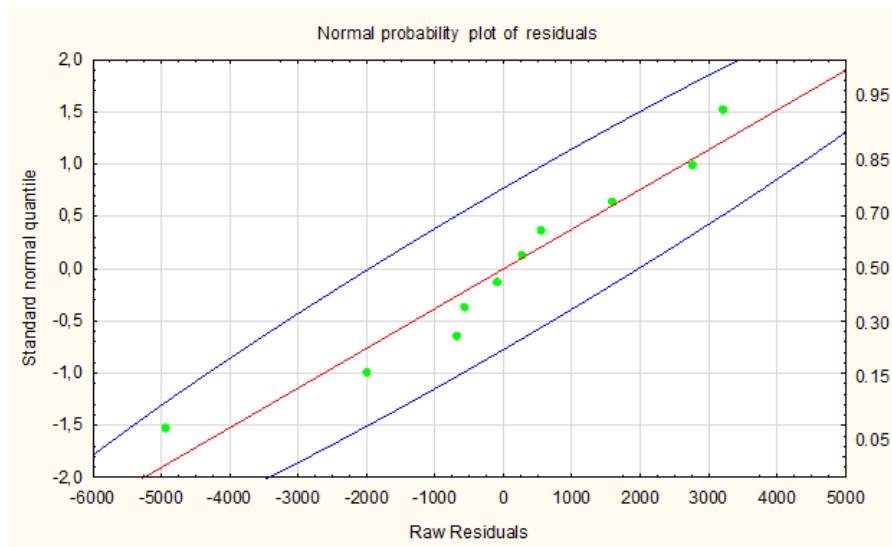


Рис. 2.12. Розподіл залишків моделі

Джерело: розробка автора засобами STATISTICA 10.0

Отримана модель може бути використана для прогнозування значення ВРП Західного регіону України, прогнозні властивості моделі відображено на рис. 2.13.

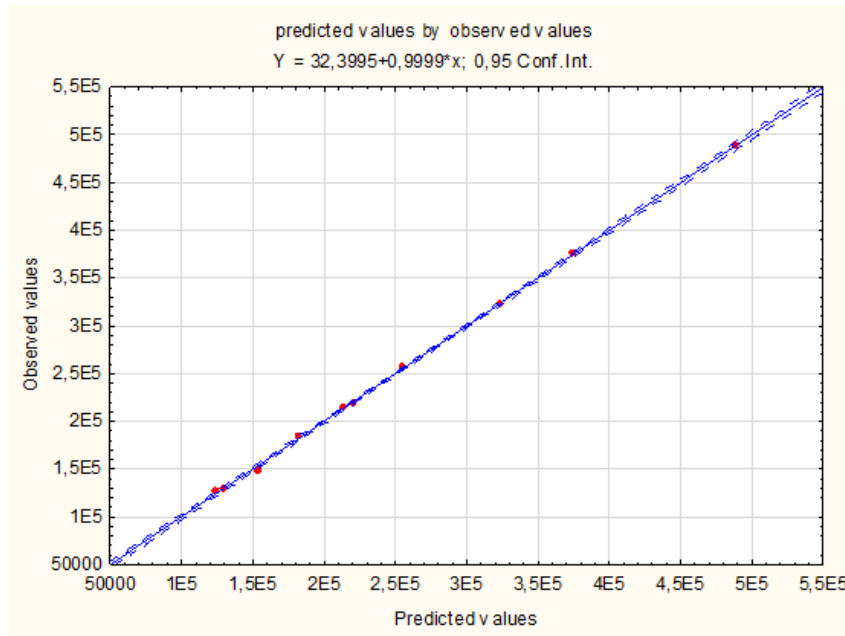


Рис. 2.13. Прогнозна якість багатofакторної моделі

Джерело: розробка автора засобами STATISTICA 10.0

Таким чином, багатofакторна логарифмічна модель структури економіки Західного економічного регіону України дає змогу визначити важливі структурні елементи економіки регіону, які є системоутворюючими для його економічного результату – ВРП.

На сьогодні ще не розроблено загальноприйнятої методики оцінювання структури економіки регіону та взаємозв'язків її складових з позиції впливу на економічну ефективність соціально-економічної системи загалом. Набір чинників, які використовують для визначення реального рівня економічного розвитку регіону, зазвичай є надто громіздким, а значення певних показників не можна виміряти кількісно.

Тому для вивчення взаємозв'язку змінних, що відображають структуру економіки регіону з позиції їх впливу на ВРП використано факторний аналіз [17]. Метою його застосування було об'єднання 21-ї змінної, що відображають

випуск галузей, у меншу кількість штучно створених на їх основі чинників. Отримана у результаті система факторів повинна описувати аналізовані дані не гірше, ніж початкова. Окрім того, це найзручніший апарат з точки зору змістовної інтерпретації[2].

Зазначимо, що основним завданням є виокремлення основних факторів, які не корелюють між собою.

Рівняння факторної змінної матиме такий самий же вигляд, як і рівняння регресії, але відрізняється від нього тим, що факторні навантаження повинні бути такими, щоб мінімізувати сумарну дисперсію факторів. Така модель факторного аналізу названа моделлю центроїдних компонент (МЦК).

Для розв'язування задач факторного аналізу використовують різноманітні процедури пошуку екстремумів функціоналів: МНК, ММП, координатного спуску, Гауса-Зайделя тощо [2]. Всі перелічені методи реалізуються системою STATISTICA.. Факторний аналіз у STATISTICA представлений модулем Factor Analysis та SEPATH - модулем структурного моделювання, що поєднує новітні досягнення в цій сфері.

Застосування факторного аналізу на множині аналізованих змінних на часовому проміжку 2008-2017 рр. методом повороту основних осей дало можливість виділити лише одне факторне рівняння (на основі власних значень факторної змінної рис. 2.14), що відображає вплив структури економіки Західного економічного регіону на його ВРП, взаємозв'язки між її складовими та пояснює 87% варіації результативної ознаки.

		Factor Loadings (Unrotated) (Західний регіон добре) Extraction: Principal axis factoring (Marked loadings are >.700000)			
Variable	Factor 1				
Сільське господарство, лісове господарство та риболовство, млн.грн	-0,89978				
Промисловість, млн.грн	-0,41829				
Будівництво, млн.грн	-0,96324				
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів, млн.грн	-0,97154				
Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність, млн.грн	-0,95048				
Інформація та телекомунікації, млн.грн	-0,96942				
Фінансова та страхова діяльність, млн.грн	-0,95762				
Операції з нерухомим майном, млн.грн	-0,95955				
Освіта	-0,95757				
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги, млн.грн	-0,97229				
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок, млн.грн	-0,95392				
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги, млн.грн	-0,97229				
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок, млн.грн	-0,95392				
Середня зар.плата по регіону	-0,96151				
Доходи населення, млн.грн	-0,97002				
Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування, млн.грн	-0,96890				
Expl.Var	13,96901				
Prp.Totl	0,87306				

Рис. 2.14. Результати факторного аналізу засобами STATISTICA 10.0

Джерело: розробка автора засобами STATISTICA 10.0

Факторна модель структури економіки Західного економічного регіону матиме наступний вигляд:

$$F_1 = -0,89x_1 - 0,96x_3 - 0,97x_4 - 0,95x_5 - 0,96x_6 - 0,95x_7 - 0,96x_8 - 0,95x_9 - 0,97x_{10} - 0,95x_{11} - 0,96x_{13} - 0,97x_{14} - 0,96x_{12}; \quad (2.12)$$

Проведено оцінювання навантажень кожної початкової змінної, яке відображає міру її внеску у виділений фактор (Рис. 2.14). Факторні навантаження можна інтерпретувати як кореляції між відповідними змінними та утвореним фактором.

Як видно з рівняння 2.12, усі складові економіки Західного економічного регіону України тісно пов'язані з ідентифікованим фактором, що дозволяє стверджувати, що економіка досліджуваного регіону визначена змінними, включеними до рівняння 2.12. При цьому внесок кожної складової – її факторні навантаження є однаковими.

Найбільші факторні ваги по виділеному фактору припадають на 2008 р та 2017 р. (Рис. 2.15). З метою встановлення значимості фактора проведено аналіз власних значень фактору (Рис. 2.22).

Eigenvalues (Західний регіон добре)				
Extraction: Principal axis factoring				
Value	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	13,96901	87,30632	13,96901	87,30632

Рис. 2.15. Власні значення виділеного фактора

Джерело: розробка автора за допомогою пакета STATISTICA 10/0

Фактор, виділений у процесі дослідження, пояснює 87% дисперсії, тобто майже увесь масив даних. Це означає, що факторизація повна, але існують ще інші, не виділені для дослідження, фактори, менш значущі, але також достатньо важливі -13%.

Для повноти дослідження проведемо факторний аналіз впливу структури економіки усіх регіонів України на результативні показники її діяльності – ВРП, обсяг випуску в ринкових цінах і обсяг випуску в основних цінах.

При моделюванні використано позначення секцій видів економічної діяльності за КВЕД -2010 (додаток Б), масивом вхідних даних є обсяги випуску за видами економічної діяльності регіонів України на часовому проміжку 2008-2017 рр.

Застосування факторного аналізу на множині аналізованих змінних на часовому проміжку 2008-2017 рр. методом варімакс повороту осей дало можливість виділити два фактори, що відображають вплив і структуру економіки регіонів на їх ВРП та пояснюють 83% варіації результативних ознак. Проведено оцінювання навантажень кожної початкової змінної, яке відображає міру її внеску у виділений фактор (Рис. 2.16).

		Factor Loadings (Varimax normalized) (дані) Clusters of loadings are marked; those clusters determine the oblique factors for hierarchical analysis			
Variable	Factor 1	Factor 2			
A	0,388169	0,213622			
B	0,163525	0,848419			
C	0,314197	0,914254			
D	0,240726	0,721977			
E	0,567165	0,764553			
F	0,929088	0,199023			
G	0,766656	0,561920			
H	0,864971	0,175964			
I	0,925192	0,195057			
J	0,790291	0,343782			
K	0,468838	0,799924			
L	0,812688	0,569412			
M	0,801227	0,556928			
N	0,812176	0,556499			
O	0,809069	0,334037			
P	0,809418	0,510164			
Q	0,796705	0,559687			
R	0,764628	0,546056			
S	0,823384	0,510987			

Рис. 2.16. Результати факторного аналізу засобами STATISTICA 10.0
Джерело: розробка автора засобами STATISTICA 10/0

Двофакторна модель структури економіки регіонів України матиме наступний вигляд:

$$F_1 = 0,38A + 0,93F + 0,77G + 0,86H + 0,9I + 0,79J + 0,812688L + 0,8M + \quad (2.13)$$

$$+ 0,81N + 0,80O + 0,8P + 0,79Q + 0,76R + 0,82S$$

$$F_2 = 0,84B + 0,91C + 0,72D + 0,7E + 0,79K$$

Як видно з рівняння 2.13, усі складові економіки регіонів України - галузі тісно пов'язані з ідентифікованими факторами, що дозволяє стверджувати, що економіка регіонів України визначена змінними, включеними до рівнянь 2.13, на відміну від економіки Західного економічного регіону, у структурі якої не є визначальним ряд видів економічної діяльності (зокрема, сільське господарство, тощо).

З метою встановлення значимості фактора проведено аналіз власних значень факторів (Рис. 2.17).

Eigenvalues				
Value	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	14,21016	74,79034	14,21016	74,79034
2	1,59226	8,38034	15,80243	83,17068

Рис. 2.17. Власні значення виділеного фактора

Джерело: розробка автора за допомогою пакета STATISTICA 10/0

Перший фактор, виділений у процесі дослідження, пояснює 74% дисперсії, другий – 8,4%, тобто майже увесь масив даних. Це означає, що факторизація повна, але існують ще інші, не виділені для дослідження, фактори, менш значущі, але також достатньо важливі -17%.

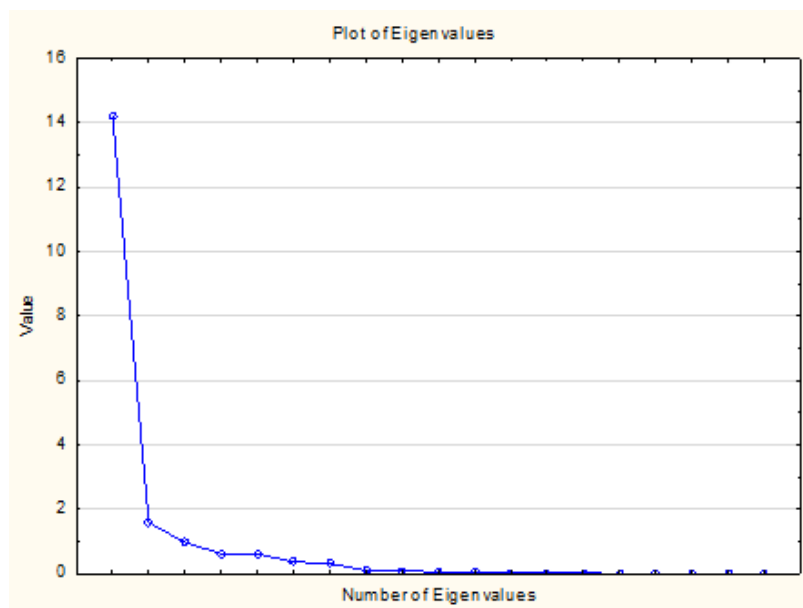


Рис. 2.18. Критерій «кам'янистого осипу»

Джерело: розробка автора засобами STATISTICA 10.0

Представлена на рис. 2.18 візуалізація критерію кам'янистого осипу підтверджує необхідність врахування двох отриманих в результаті моделювання факторів.

У наступному параграфі роботи при розробленні прогнозних моделей оптимальної структури економіки регіону ми детальніше дослідимо вплив отриманих структурних рівнянь факторів на результативні показники діяльності регіонів України за допомогою методів інтелектуального аналізу даних.

2.3 Моделі прогнозування оптимальної структури економіки регіону

Для аналізу залежності між факторами, що визначають галузеву структуру регіону (рівняння 2.11, п. 2.2) - ліва множина та основними показниками економічного результату діяльності економічної системи регіону - права множина застосовано канонічний аналіз. На рис. 2.19 представлено результати канонічного аналізу для фактора F_2 [78].

		Canonical Analysis Summary (дані)	
		Canonical R: ,99925	
		Chi?(15)=154,78 p=0,0000	
N=24		Left Set	Right Set
No. of variables		5	3
Variance extracted		88,8911%	100,000%
Total redundancy		82,6657%	94,8075%
Variables:	1	B	ВРП
	2	C	випуск в основних цінах
	3	D	випуск у ринкових цінах
	4	K	
	5	E	

Рис. 2.19. Таблиця загальних підсумків канонічного аналізу для фактора F_2

Джерело: розробка автора за допомогою пакета STATISTICA 10.0

Статистична значущість отриманих результатів висока ($p < 0,000$), що говорить про адекватність проведеного аналізу. Обчислене канонічне значення R достатньо значиме (0,99), при цьому воно відповідає першому значимому канонічному кореню. Його можна інтерпретувати як кореляцію між зваженими сумами змінних у першій та другій групах множин даних.

Загальна частка варіації ознак першої групи (складових фактора 2), виділена за допомогою першої канонічної змінної, становить 82%. Загальна

частка варіації значень змінних другої множини показників (показників ВРП і випуску регіонів) канонічної другої змінної складає 88,9% (рис. 2.19).

Загальна втрата для змінних першої групи дорівнює 82%, для змінних другої групи 94%. Це означає, що 82% варіації змінних, в яких збережені значення показників рівня виробництва за видами економічної діяльності фактора 2, визначаються змінами показників результативності діяльності регіону.

Отримані результати свідчать про належну точність побудованої канонічної моделі: менше 6% дисперсії показників економічного результату діяльності регіону залежать від інших не врахованих факторів.

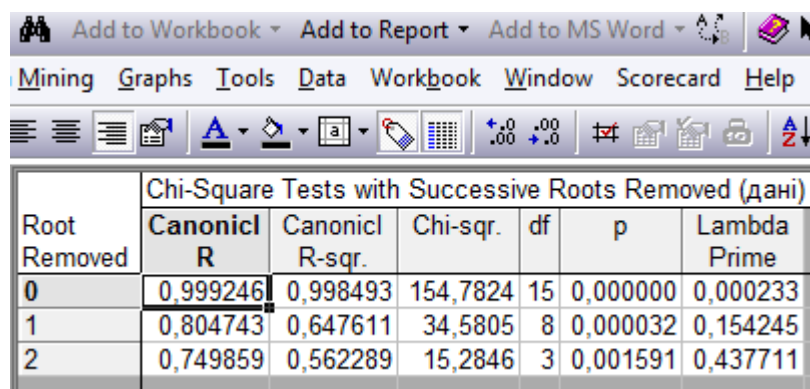
Виділені характеристичні корені (рис 2.20):

Eigenvalues (дані)			
Root	Root 1	Root 2	Root 3
Value	0,998493	0,647611	0,562289

Рис. 2.20. Характеристичні корені

Джерело: розробка автора за допомогою пакета STATISTICA 10.0

Для перевірки значущості всіх канонічних коренів обчислено статистики χ -квадрат (Chi square tests) рис. 2.21:



Chi-Square Tests with Successive Roots Removed (дані)						
Root Removed	Canonical R	Canonical R-sqr.	Chi-sqr.	df	p	Lambda Prime
0	0,999246	0,998493	154,7824	15	0,000000	0,000233
1	0,804743	0,647611	34,5805	8	0,000032	0,154245
2	0,749859	0,562289	15,2846	3	0,001591	0,437711

Рис. 2.21. Значущість канонічних коренів

Джерело: розробка автора за допомогою пакета STATISTICA 10.0

Перший канонічний коефіцієнт кореляції $r_1 = 0,99$ значущий ($p < 0,000$) та за усіма іншими тестами. Дослідимо кореляції першого канонічного кореня (навантаження канонічних факторів) зі змінними обох множин (Рис. 2.22).

Root	Factor Structure, left set (дані)			Root	Factor Structure, right set (дані)		
Variable	Root 1	Root 2	Root 3	Variable	Root 1	Root 2	Root 3
B	0,834202	0,484568	-0,235320	ВРП	0,919401	-0,044596	-0,390784
C	0,997993	-0,055540	-0,015951	випуск в основних цінах	0,947791	-0,078809	-0,309001
D	0,742442	-0,276088	0,118050	випуск у ринкових цінах	0,952348	-0,074153	-0,295864
K	0,825272	-0,063246	-0,376370				
E	0,868114	-0,179479	-0,453001				

Рис. 2.22. Факторні структури лівої та правої множин

Джерело: розробка автора за допомогою пакета STATISTICA 10/0

Змінні *B*, *C*, *E*, *K* (*Добувна промисловість і розроблення кар'єрів, Переробна промисловість, Водопостачання; каналізація, поводження з відходами, Фінансова та страхова діяльність*) фактору 2 мають найбільше навантаження на перший канонічний фактор сильно корелюють з ним. Навантаження, що відповідає змінній *D* (*Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря*), менше за інші.

Змінні, якими відображені такі галузі, як: *Добувна промисловість і розроблення кар'єрів, Переробна промисловість, Водопостачання; каналізація, поводження з відходами, Фінансова та страхова діяльність* мають максимальні серед інших навантаження на перший канонічний фактор.

Зазначимо, що всі змінні правої множини тісно корельовані з першим канонічним коренем.

Отже, можна зробити висновок, що значна кореляція між змінними у двох множинах (на підставі відомостей про перший корінь), ймовірно, є наслідком залежності між рівнем досягнутого економічного результату регіону і рівнем розвитку визначених галузей економіки.

Отримані канонічні корені є двома зваженими сумами, що відповідають обом множинам даних, а тому чим вищою є за абсолютним значенням канонічна вага фактора, тим більший є вплив цієї змінної на значення

канонічної змінної (Рис. 2.23) і визначає, як конкретні змінні в кожній множині впливають на канонічну змінну.

Variable	Canonical Weights, left set (дані)		
	Root 1	Root 2	Root 3
B	0,070751	1,60379	-0,61040
C	1,045577	-0,63103	2,61871
D	-0,037840	-0,04071	-0,35782
K	-0,019025	0,33914	-0,35099
E	-0,067624	-1,10328	-1,78426

Variable	Canonical Weights, right set (д)		
	Root 1	Root 2	Root 3
ВРП	-0,4613	15,819	-5,4496
випуск в основних цінах	-18,0129	-114,297	-29,3356
випуск у ринкових цінах	19,4221	98,478	34,4563

Рис. 2.23. Таблиці канонічних ваг

Джерело: розробка автора за допомогою пакета STATISTICA 10.0

За допомогою лінійних комбінацій початкових змінних та відповідних канонічних ваг можна обчислити значення канонічних змінних.

Перший канонічний коефіцієнт кореляції $r_1 = 0,9$ значущий, і тому можна записати рівняння, відповідних йому канонічних змінних, що є значущими:

$$Z_1 = 0,07*B + 1,04*C - 0,04*D - 0,07*E - 0,02K, \quad (2.14)$$

$$Z_2 = -0,46*ВРП - 18*Випуск в основних цінах + 19*Випуск в ринкових цінах. \quad (2.15)$$

Для графічного відображення канонічних значень побудуємо діаграму розсіювання (Рис. 2.31).

На отриманому графіку немає різко виражених викидів і немає відхилення від регресійної, тому можна зробити висновок, що порушень основних припущень канонічного аналізу не має.

Статистична значущість отриманих результатів висока ($p = 0$), що говорить про адекватність проведеного аналізу. Обчислене канонічне значення R достатньо значиме (0,99), при цьому воно відповідає першому значимому канонічному кореню, як і в попередньому випадку

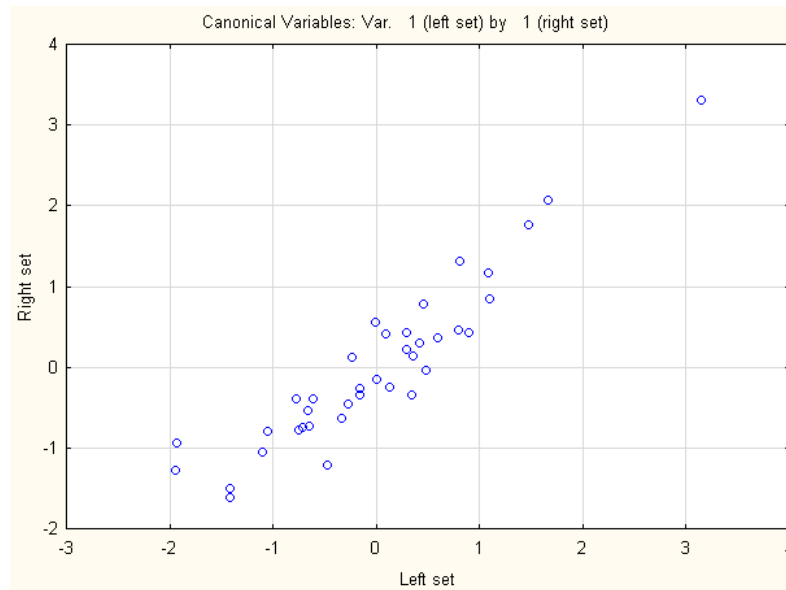


Рис. 2.24. Діаграма розсіювання канонічних змінних
Розробка автора

Загальна частка варіації ознак першої групи (складових фактора 1), виділена за допомогою першої канонічної змінної, становить 88%. Загальна частка варіації значень змінних другої множини показників (показників ВРП і випуску регіонів) канонічної другої змінної складає 100% (рис. 2.24).

Проведемо тепер аналогічно канонічний аналіз для фактора F_1 . рис 2.25.

		Canonical Analysis Summary (дані)	
		Canonical R: ,99905	
		Chi?(39)=153,50 p=0,0000	
N=24		Left Set	Right Set
No. of variables		13	3
Variance extracted		87,5714%	100,000%
Total redundancy		86,9105%	99,0018%
Variables:	1	F	ВРП
	2	G	випуск в основних цінах
	3	H	випуск у ринкових цінах
	4	I	
	5	J	
	6	L	
	7	M	
	8	N	
	9	O	
	10	P	
	11	Q	
	12	R	
	13	S	

Рис. 2.25. Таблиця загальних підсумків канонічного аналізу для фактора F_1

Джерело: розробка автора за допомогою пакета STATISTICA 10.0

Загальна втрата для змінних першої групи дорівнює 86%, для змінних другої множини 99%. Це означає, що 82% варіації змінних, в яких збережені значення показників рівня виробництва за видами економічної діяльності фактора 1, визначаються змінами показників результативності діяльності регіону.

Отримані результати свідчать про належну точність побудованої канонічної моделі. Виділені характеристичні корені (рис 2.26):

Root	Eigenvalues (дані)		
	Root 1	Root 2	Root 3
Value	0,998098	0,966906	0,598552

Рис. 2.26. Характеристичні корені

Джерело: розробка автора за допомогою пакета STATISTICA 10.0

Для перевірки значущості всіх канонічних коренів обчислено статистики χ -квадрат (Chi square tests) рис. 2.27:

Root Removed	Chi-Square Tests with Successive Roots Removed (дані)					
	Canonical R	Canonical R-sqr.	Chi-sqr.	df	p	Lambda Prime
0	0,999049	0,998098	153,4973	39	0,000000	0,000025
1	0,983314	0,966906	62,6558	24	0,000027	0,013285
2	0,773662	0,598552	13,2338	11	0,278373	0,401448

Рис. 2.27. Значущість канонічних коренів

Джерело: розробка автора за допомогою пакета STATISTICA 10.0

Перший канонічний коефіцієнт кореляції $r_1 = 0,99$ значущий ($p < 0,000$) та за усіма іншими тестами, зокрема χ -квадрат. Дослідимо кореляції першого канонічного кореня (навантаження канонічних факторів) зі змінними обох множин (Рис. 2.28).

Root	Factor Structure, left set (дані)		
Variable	Root 1	Root 2	Root 3
F	-0,889177	0,302615	-0,128734
G	-0,944834	-0,031271	0,051223
H	-0,819115	0,215464	-0,086608
I	-0,833710	0,369319	0,089389
J	-0,805966	0,283912	0,183863
L	-0,994321	0,004140	-0,002252
M	-0,962640	0,055820	0,061679
N	-0,980741	0,025618	0,079419
O	-0,868286	0,111953	-0,138543
P	-0,934262	0,117934	0,133479
Q	-0,953588	0,005065	0,091867
R	-0,921157	0,001290	0,078502
S	-0,949560	0,072878	-0,008494

Root	Factor Structure, right set (дані)		
Variable	Root 1	Root 2	Root 3
ВРП	-0,945016	-0,294447	0,142287
випуск в основних цінах	-0,929085	-0,361236	0,079435
випуск у ринкових цінах	-0,923736	-0,374867	0,078658

Рис. 2.28. Факторні структури лівої та правої множин

Джерело: розробка автора за допомогою пакета STATISTICA 10/0

Усі змінні лівої множини рівняння фактору 1 мають велике навантаження на перший канонічний фактор - сильно корелюють з ним. При цьому, як і в попередньому випадку, всі змінні правої множини тісно корельовані з першим канонічним коренем.

Отже, можна зробити висновок, що значна кореляція між змінними у двох множинах (на підставі відомостей про перший корінь), ймовірно, є наслідком залежності між рівнем досягнутого економічного результату регіону і рівнем розвитку визначених галузей економіки.

Тому на основі результатів моделювання, представлених на рис. 2.29, запишемо рівняння отриманих канонічних змінних для фактору 1.

Variable	Canonical Weights, left set (дані)		
	Root 1	Root 2	Root 3
F	-0,219892	0,42354	-1,00578
G	0,148156	-1,00794	-0,05640
H	-0,045497	0,66572	1,56378
I	0,289822	0,78225	0,09888
J	0,007743	0,94695	-0,21076
L	-0,535447	0,20735	-4,04759
M	-0,030017	0,87435	2,92310
N	-0,292385	0,08180	3,12224
O	-0,050415	0,10235	-0,72859
P	-0,189326	1,13124	2,11640
Q	-0,238196	-2,00872	0,69432
R	-0,021593	-1,24572	1,35401
S	0,169218	-0,62742	-5,63553

Variable	Canonical Weights, right set (дані)		
	Root 1	Root 2	Root 3
ВРП	1,5553	-0,3364	16,6618
випуск в основних цінах	-34,4423	65,1701	-93,8903
випуск у ринкових цінах	31,9681	-65,2035	77,3884

Рис. 2.29. Таблиці канонічних ваг для множин даних по фактору 2
Джерело: розробка автора за допомогою пакета STATISTICA 10.0

Перший канонічний коефіцієнт кореляції $r_1 = 0,9$ значущий, і тому можна записати рівняння, відповідних йому канонічних змінних, що є значущими:

$$Z_3 = -0,21 * F + 0,148 * G - 0,045 * H + 0,28 * I + 0,007 * J - 0,53 * L - 0,03 * M - 0,29 * N - 0,05 * O - 0,189 * P - 0,238 * Q - 0,021 * R + 0,16 * S, \quad (2.16)$$

$$Z_4 = 1,55 * \text{ВРП} - 34 * \text{Випуск в основних цінах} + 31 * \text{Випуск в ринкових цінах}. \quad (2.17)$$

Для графічного відображення канонічних значень побудуємо діаграму розсіювання (Рис. 2.30).

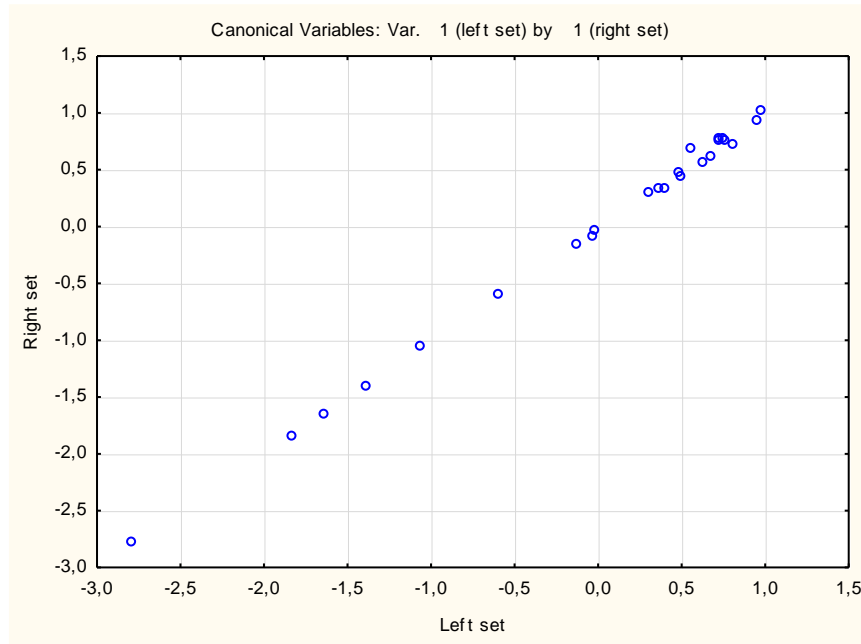


Рис. 2.30. Діаграма розсіювання канонічних змінних
Розробка автора

На отриманому графіку немає різко виражених викидів і немає відхилення від регресійної, тому можна зробити висновок, що порушень основних припущень канонічного аналізу не має.

Отже, емпірично отримані канонічні змінні (рівняння 2.14-2.17) відображають структурні зв'язки оптимальної структури економіки регіону, що дає змогу прогнозувати стани економічної системи регіону (значення ВРП, випуску в основних та ринкових цінах) залежно від стану розвитку окремих галузей економіки.

За допомогою інтелектуального модуля MARSpline STATISTICA отримано емпіричні рівняння для прогнозування галузевої структури економіки регіонів і її станів:

$$\begin{aligned} \text{Випуск в основних цінах} = & 4,7 + 1,25 \max(0; C - 7624) + \\ & + 9,43 \max(0; A - 1,1409) + 0,8 \max(0; B - 69) + 2,17 \max(0; F - 1067) + \\ & + 3,29 \max(0; J - 7,34) + 84 \max(0; H - 1,9) + 0,9 \max(0; G - 3316); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Випуск у ринкових цінах} &= 49652 + 1,41 \max(0; C-7624) + \\
 &+ \max(0; A-11409) + 0,9 \max(0; B-69) + 2,17 \max(0; F-106) + \\
 &+ 3,366 \max(0; J-734) + 92 \max(0; H-1973) + 1,05 \max(0; G-3,316); \\
 \text{ВРПІ} &= 25926 + 41 \max(0; C-762) + 0,4 \max(0; A-11409) + \\
 &+ 0,5 \max(0; B-69) + \max(0; F-1067) + 1,9 \max(0; J-7,34) + \\
 &+ 0,42 \max(0; H-1,973) + 0,6 \max(0; G-3316).
 \end{aligned}$$

При цьому треба зауважити, що отримані характеристики сплайнових регресійних рівнянь (рис. 2.31) засвідчують, що з усіх видів економічної діяльності лише 7 справляють вплив на результативність економічної системи регіонів.

Model specifications		Model Summary (Spreadsheet65)		
		Value		
Independents		19		
Dependents		3		
Number of terms		8		
Number of basis functions		7		
Order of interactions		1		
Penalty		2,000000		
Threshold		0,000500		
GCV error		27051756		
Prune		Yes		

Number of References to Each Predictor Number of times each predictor is referer				
Dependents	References (to Basis Functions)			
A	1			
B	1			
C	1			
D	0			
E	0			
F	1			
G	1			
H	1			
I	0			
J	1			
K	0			
L	0			
M	0			
N	0			
O	0			
P	0			
Q	0			
R	0			
S	0			

Рис. 2.31. Характеристики сплайнової регресійної моделі

Джерело: розробка автора за допомогою пакета STATISTICA 10.0

Отже, встановлено (табл. 2.13), що визначальними складовими економіки регіону в Україні є такі види економічної діяльності, як: сільське

господарство, лісове господарство та рибне господарство; добувна промисловість і розроблення кар'єрів; переробна промисловість; будівництво; оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів; транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність; інформація та телекомунікації.

Ідентифіковані галузі економіки є обов'язковими – системо утворюючими складовими економіки кожного регіону України, а тому на основі значень випуску і реалізації продукції за цими видами діяльності пропонується прогнозувати варіанти структури конкретного регіону. Для практичної реалізації процесу прогнозування варіантів структури економіки пропонується користуватися програмними реалізаціями сплайнової моделі на мовах програмування C+ та VBA (див. додатки Е, Є).

Прогнозна якість отриманої моделі підтверджена розрахунками, представленими на рис. 2.32.

Regression statistics	Regression statistics (Spreadsheet9_(Recovered))			
	випуск в основних цінах	податки за виключенням субсидій на продукти	випуск у ринкових цінах	ВРП
Mean (observed)	200591,0	15573,04	216164,1	95195,71
Standard deviation (observed)	150674,5	13783,84	164263,9	67513,55
Mean (predicted)	200591,0	15573,04	216164,1	95195,71
Standard deviation (predicted)	150628,2	13781,06	164217,7	67435,30
Mean (residual)	-0,0	-0,00	-0,0	0,00
Standard deviation (residual)	3737,4	276,71	3894,6	3249,57
R-square	1,0	1,00	1,0	1,00
R-square adjusted	1,0	1,00	1,0	1,00

Рис. 2.32. Характеристики прогновної якості сплайнової регресійної моделі

Джерело: розробка автора за допомогою пакета STATISTICA 10.0

Таблиця 2.13

Результати адаптивного сплайнового моделювання

	Coefficients - випуск в основних цінах	Coefficients - податки за виключенням субсидій на продукти	Coefficients - випуск у ринкових цінах	Coefficients - ВРП	Knots - A	Knots - B	Knots - C	Knots - F	Knots - G	Knots - H	Knots - J
Intercept	4703 5,48	2616,729	49652,21	25926,77							
Term.1	1,26	0,152	1,41	0,41			7624				
Term.2	0,94	0,060	1,00	0,47	11409						
Term.3	0,85	0,065	0,92	0,57		69					
Term.4	2,17	0,005	2,18	1,05				1067			
Term.5	3,29	0,073	3,37	1,99							734
Term.6	0,85	0,078	0,92	0,43						1973	
Term.7	0,99	0,064	1,05	0,65					3316		

Джерело: розробка автора за допомогою пакета STATISTICA 10.0

Таким чином, задаючи варіанти структури економіки регіону, можна отримати стани економічної системи, що відображені рівнем ВРП, основного випуску регіону, і на основі отриманої множини альтернатив обрати оптимальну структуру економіки регіону за різними критеріями оптимальності

Діалогове вікно генерування альтернатив структури економіки регіону наведено на рис. 2.33

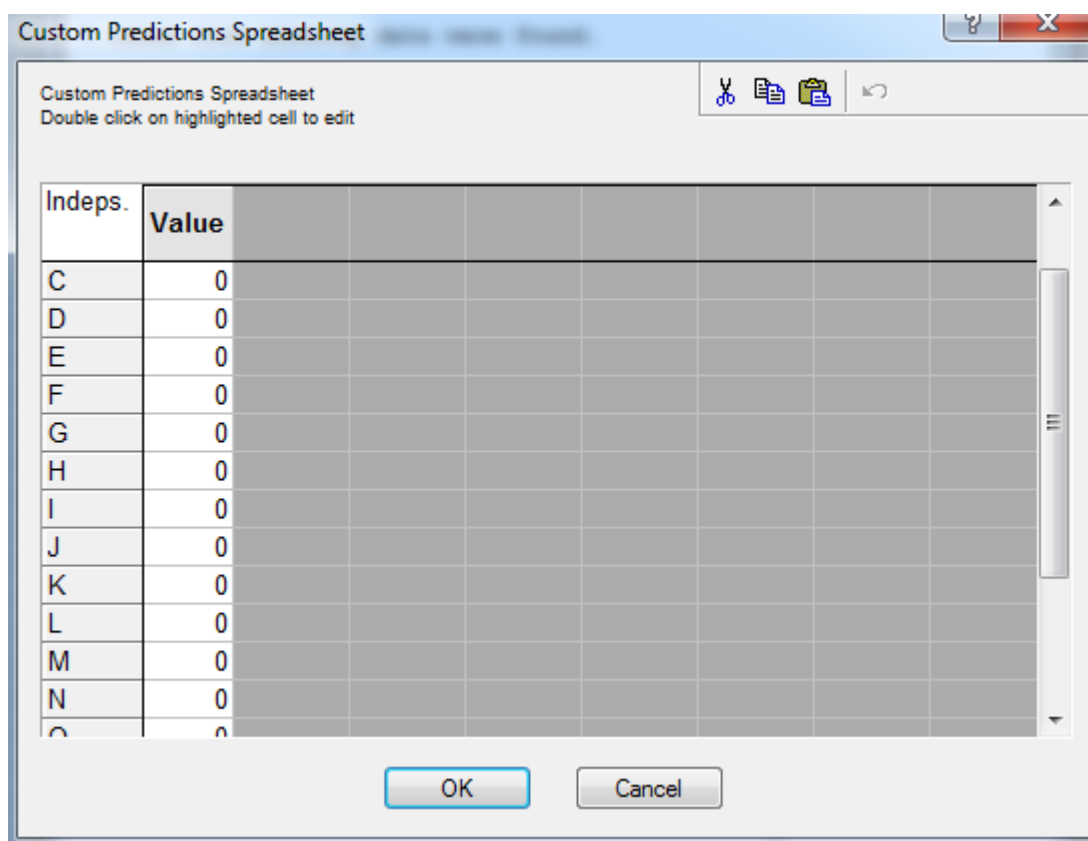


Рис. 2.33. Діалогове вікно генерування варіантів структури економіки регіону на основі сплайнової моделі

Таким чином, запропоновано інструментарій оцінювання і прогнозування галузевої структури економіки регіону, що дає змогу виявляти латентні чинники впливу на економічний результат функціонування регіону, моделювати взаємозв'язки її складових та генерувати альтернативні сценарії подальшого розвитку регіону.

Висновки до розділу 2

1. У розділі узагальнено і розвинено теоретико-практичні підходи до моделювання структури економіки регіону на основі сучасного статистичного та економетричного інструментарію; проведено структурно-динамічний аналіз економіки Західного економічного регіону; розроблено багатofакторні моделі економіки регіонів.

2. Проведений структурно-динамічний аналіз Західного економічного регіону України (Волинська, Івано-Франківська, Закарпатська, Львівська, Рівненська, Тернопільська, Хмельницька, Чернівецька області) показав, що значних структурних зрушень в економіці регіону протягом останніх п'яти років не спостерігається, що свідчить про консервування застарілої структури економіки, що не забезпечує якісного відтворення і не сприяє економічному розвитку територій через існування структурних дисбалансів.

3. Проведеним факторним аналізом з Varimax нормалізацією встановлено структурні рівняння, коефіцієнти яких представлено в таблиці 4, що відображають синергетичний вплив галузей економіки регіонів за видами економічної діяльності відносно позначень за КВЕД2010 і формують латентні чинники впливу на основні економічні результати регіону.

4. Отримані адаптивні сплайнові регресійні моделі оптимальної структури економіки регіону за критерієм максимізації ВРП, випуску в основних цінах і випуску в ринкових цінах дали змогу сформувати прогностичні сценарії станів економіки регіону і відповідні їм прогностичні моделі галузевих структур, що можуть бути використані як альтернативи для вибору управлінських рішень при формуванні напрямів структурної галузевої політики на рівні регіонів.

Основні результати досліджень, отримані автором у ході написання розділу, опубліковані у роботах [39, 40, 46, 47]

РОЗДІЛ 3

РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛЕЙ ФОРМУВАННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ СТРУКТУРИ ЕКОНОМІКИ РЕГІОНУ

3.1. Моделювання вибору оптимальної галузевої структури економіки регіону на основі Байєсівського підходу

Питання оптимальності функціонування та розвитку економічних систем за умов невизначеності досліджується у багатьох працях, зокрема в [27; 40]. Це пов'язано з різноманітністю прояву чинників невизначеності в реальних економічних системах. Дослідження у цьому напрямі ґрунтуються на математичному апараті теорії ігор та математичної статистики і теорії прийняття рішень із врахуванням ступеня невизначеності. Такі задачі розв'язуються за допомогою байєсівського підходу (*Bayesian approach*).

Цей підхід є частиною парадигми управління, що базований на принципі максимальної інформованості у процесі управління соціально-економічними системами.

Методи на основі байєсівського підходу базуються на положенні про те, що для будь-якого твердження або події існує апріорна ймовірність того, що дане твердження істинне. А якщо ймовірність гіпотези існує, то має існувати деяка сукупність положень, які підтверджують дане твердження. Якби це не було так, то оцінювання зупинилося б, і дана апріорна ймовірність залишилася б незмінною. Проте при наявності інформації, що стосується певної події, можна модифікувати апріорну ймовірність так, щоб уже отримати апостеріорну ймовірність тієї ж гіпотези із врахуванням нової інформації. Іншими словами, байєсівський підхід дає змогу обчислювати істинності конкуруючих гіпотез, виходячи із впливу і наявності супутніх свідчень.

В основу обчислення ймовірностей гіпотез після проведення випробувань (експериментів) покладено теорему Байєса [136].

Ситуація прийняття рішень характеризується множиною $\{X, \theta, F\}$, де: $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ — множина можливих рішень, $\theta = \{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n\}$ — множина станів економічного середовища, $F = \{f_{kj}\}$ — матриця оцінювання, що визначена на декартовому добутку $\theta \times X$, $f_{kj} = f(x_k, \theta_j)$, $k = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$.

У розгорнутій формі ситуацію прийняття рішень у вигляді матриці, компоненти якої є дійсними числами f_{kj} - кількісні оцінки (ВРП, валовий випуск) можливого рішення $x_k \in X$ (структура економіки регіону) за умови, що економічне середовище перебуває у стані $\theta_j \in \theta$:

$$f = \begin{pmatrix} & \theta_1 & \dots & \theta_j & \dots & \theta_n \\ x_1 & f_{11} & \dots & f_{1j} & \dots & f_{1n} \\ \dots & & & & & \\ x_k & f_{k1} & \dots & f_{kj} & \dots & f_{kn} \\ \dots & & & & & \\ x_m & f_{m1} & \dots & f_{mj} & \dots & f_{mn} \end{pmatrix}. \quad (3.1)$$

Величини f_{kj} мають розмірність грошових одиниць і означають або можливі втрати (недоотримані економічні вигоди, недовипуск продукції, податки, тощо), або можливі обсяги ВРП чи валового виробництва регіону (перевиробництво, надприбутки).

Для прийняття оптимального рішення потрібно знати ймовірності настання прогнозованих станів регіональної економічної системи регіональної економічної системи $P(\theta_1) = p_1, P(\theta_2) = p_2, \dots, P(\theta_n) = p_n$, причому $p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1$.

Тоді у випадку, коли величини f_{kj} означають високі рівні ВРП, найкращим є те рішення про вибір структури економіки, при якій величина

$\sum_{j=1}^n f_{kj} p_j$, $k = \overline{1, m}$ набуває свого найбільшого значення:

$$B^+(x_{k_0}, p) = \max_{k=\overline{1, m}} \sum_{j=1}^n (p_j f_{kj}^+), \quad (3.2)$$

Такі рішення приймаються тоді, коли немає змоги провести попередню експертизу майбутньої альтернативи рішення про вибір структури для бажаного рівня ВРП. Проте, якщо така експертиза для прийняття рішення проводиться, то її результати потрібно враховувати за наступною схемою.

Нехай $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_N$ означають можливі результати спостереження чи експерименту. Тоді потрібно обчислити умовні ймовірності $P(\xi_\nu / \theta_j)$, ($\nu = \overline{1, N}$, $j = \overline{1, m}$) отримання результату ξ_ν при економічному стані θ_j . Тоді, маючи певний результат ξ_{ν_0} , за формулами Байєса обчислюють апостеріорні ймовірності настання прогнозованих станів регіональної економічної системи:

$$P(\theta_j / \xi_{\nu_0}) = \frac{P(\xi_{\nu_0} / \theta_j)P(\theta_j)}{\sum_{j=1}^n P(\xi_{\nu_0} / \theta_j)P(\theta_j)}$$

Отримані ймовірності потім використовують для знаходження мінімуму чи максимуму функціоналу $\sum_{j=1}^n f_{kj}P(\theta_j / \xi_{\nu_0})$.

Якщо даний результат істотно відрізняється від отриманого на основі апіорних ймовірностей, то у цьому випадку доцільно провести додаткову експертизу результату прийняття рішення.

Коли ймовірності $p_j (j = \overline{1, n})$ невідомі, для вибору оптимального рішення використовують критерій Бернуллі-Лапласа або принцип максимуму Гіббса - Джейнса.

Згідно з принципом Бернуллі, ймовірності $p_j (j = \overline{1, n})$ треба вважати рівними між собою $p_1 = p_2 = \dots = p_n = 1/n$, якщо немає даних для того, щоб вважати один стан середовища з множини $\theta = \{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n\}$ більш ймовірним, ніж будь-який інший.

Отже, згідно з критерієм Бернуллі-Лапласа, рішення $x_{k_0} \in X$ вважається оптимальним, якщо

$$B^+(x_{k_0}, p) = \max \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n f_{kj}^+ . \quad (3.3)$$

Рекомендації щодо прийняття рішень, що ґрунтуються на теоретико-ймовірнісних методах, можуть інколи призводити і до гірших рішень, але при частій повторюваності аналогічних ситуацій прийняття рішень у цілому вони призводять до кращих результатів, ніж при прийнятті інтуїтивних, математично необґрунтованих рішень.

Дослідження принципу Гіббса-Джейнса для випадку двох можливих прогнозованих станів регіональної економічної системи. Нехай потрібно прийняти певне рішення з x_1, \dots, x_m у випадку, коли відомо, що можливий один з двох прогнозованих станів регіональної економічної системи θ_1, θ_2 . Для кожного з цих станів відомі показники f_{kj} , ($k = \overline{1, m}, j = 1; 2$). Однак невідомі ймовірності p_1 стану θ_1 і p_2 стану θ_2 , $p_1 + p_2 = 1$. Отже, скористатися підходом Байеса в такому випадку не можемо.

Для визначення невідомих ймовірностей у випадку недостатності статистичного матеріалу доцільно використовувати принцип максимуму невизначеності Гіббса-Джейнса.

Згідно з цим принципом, невідомі ймовірності p_1 і $p_2 = 1 - p_1$ повинні надавати максимального значення функції:

$$H(p_1, p_2) = -p_1 \ln p_1 - p_2 \ln p_2 . \quad (3.4)$$

При відсутності інших обмежень на p_1 і p_2 цей максимум знаходиться згідно з теоремою Ферма:

$$\begin{aligned} H &= -p_1 \ln p_1 - (1 - p_1) \ln (1 - p_1); \\ \frac{dH}{dp_1} &= -1 - \ln p_1 + 1 + \ln (1 - p_1) = 0; \end{aligned}$$

$$\ln (1 - p_1) = \ln p_1; \quad 1 - p_1 = p_1; \quad p_1 = \frac{1}{2}; \quad p_2 = 1 - p_1 = \frac{1}{2}.$$

Отже, при відсутності обмежень на ймовірності p_1 і p_2 отримуємо результат, запропонований Бернуллі.

Розглянемо випадки можливих обмежень на ймовірності p_1 і $p_2=1-p_1$. Нехай для якогось рішення x_k , ($k=\overline{1,m}$) відомо, що його математичне сподівання сукупного виробництва (рівня ВРП, забезпеченості ресурсами тощо) не перевищує деякої величини B . Не зменшуючи загальності, можемо вважати, що $k=1$. Отже, нехай $f_{11}p_1 + f_{12}p_2 \leq B$ або $\square (f_{11} - f_{12})p_1 \leq B - f_{12}$.

Якщо $f_{11} > f_{12}$, то $p_1 \leq \frac{B - f_{12}}{f_{11} - f_{12}}$. то можливі два випадки:

$$\text{а) } \frac{B - f_{12}}{f_{11} - f_{12}} \geq \frac{1}{2}, \text{ тобто } B \geq \frac{1}{2}f_{11} + \frac{1}{2}f_{12}.$$

У цьому випадку найбільше значення функції H досягається, знову ж таки, при $p_1 = \frac{1}{2}$ і $p_2 = \frac{1}{2}$, тобто таке обмеження істотно нових результатів не дає.

$$\text{б) } \frac{B - f_{12}}{f_{11} - f_{12}} < \frac{1}{2}, \text{ чи } B < \frac{1}{2}f_{11} + \frac{1}{2}f_{12}. \text{ Функція } H \text{ як функція від } p_1$$

визначена тепер на інтервалі $\left[0; \frac{B - f_{12}}{f_{11} - f_{12}}\right]$. Не важко показати, що на даному

інтервалі функція H монотонно зростає, а отже, досягає свого найбільшого

значення при $p_1 = \frac{B - f_{12}}{f_{11} - f_{12}}$; ймовірність $p_2 = 1 - p_1 = 1 - \frac{B - f_{12}}{f_{11} - f_{12}} = \frac{f_{11} - B}{f_{11} - f_{12}}$.

Якщо $f_{11} < f_{12}$, то з нерівності $(f_{11} - f_{12})p_1 \leq B - f_{12}$ випливає нерівність $p_1 \leq \frac{B - f_{12}}{f_{11} - f_{12}}$.

Нехай $\frac{B - f_{12}}{f_{11} - f_{12}} \geq \frac{1}{2}$, тобто $B - f_{12} \geq \frac{1}{2}f_{11} - \frac{1}{2}f_{12}$; $B \geq \frac{1}{2}f_{11} + \frac{1}{2}f_{12}$. Тоді

$p_1 = \frac{1}{2}$ і $p_2 = \frac{1}{2}$, Коли ж $\frac{B - f_{12}}{f_{11} - f_{12}} > \frac{1}{2}$, тобто $B < \frac{1}{2}f_{11} + \frac{1}{2}f_{12}$, то $p_1 = \frac{B - f_{12}}{f_{11} - f_{12}}$,

оскільки функція H монотонно спадає на інтервалі $\left[\frac{B - f_{12}}{f_{11} - f_{12}}; -1\right)$.

$$p_2 = 1 - p_1 = 1 - \frac{B - f_{11}}{f_{11} - f_{12}} = \frac{f_{11} - B}{f_{11} - f_{12}}.$$

У випадку $f_{11}=f_{12}$ нерівність $f_{11}p_1 + f_{12}p_2 \leq B$ не дає додаткової інформації для знаходження ймовірностей p_1 і p_2 , тому треба вважати їх рівними між собою $p_1 = p_2 = \frac{1}{2}$.

Узагальнюючи щойно наведені викладки, робимо *висновок*: якщо в нерівності $f_{11}p_1 + f_{12}p_2 \leq \bar{B}_1$ значення \bar{B}_1 задовольняє умову $B \geq \frac{1}{2}f_{11} + \frac{1}{2}f_{12}$, то

$$p_1 = \frac{1}{2} \text{ і } p_2 = \frac{1}{2}. \text{ Якщо ж } B < \frac{1}{2}f_{11} + \frac{1}{2}f_{12}, \text{ то } p_1 = \frac{B - f_{12}}{f_{11} - f_{12}}, \text{ а } p_2 = \frac{f_{11} - B}{f_{11} - f_{12}}.$$

Розглянемо тепер випадок, коли математичне сподівання рівне відносно до виробництва чи ВРП є не меншим за певну величину, тобто $f_{11}p_1 + f_{12}p_2 \geq B$.

Якщо цю нерівність задовольняють значення $p_1 = p_2 = 1/2$, тобто $B \leq \frac{1}{2}f_{11} + \frac{1}{2}f_{12}$, то їх треба взяти для подальшого вибору оптимального рішення.

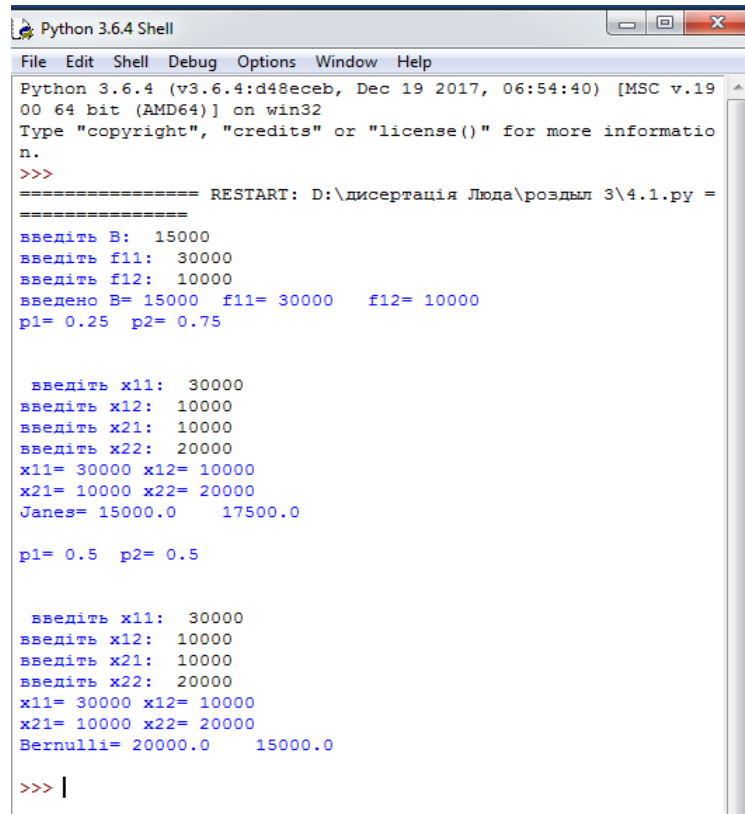
Якщо $B < \frac{1}{2}f_{11} + \frac{1}{2}f_{12}$, то значення p_1 і p_2 необхідно взяти з розв'язку системи рівнянь:

$$\square \begin{cases} f_{11}p_1 + f_{12}p_2 = B \\ p_1 + p_2 = 1 \end{cases}.$$

Маємо:

$$\begin{aligned} f_{11}p_1 + f_{12}(1 - p_1) &= B; \\ p_1 &= \frac{B - f_{12}}{f_{11} - f_{12}}; \quad p_2 = \frac{f_{11} - B}{f_{11} - f_{12}}. \end{aligned} \quad (3.5)$$

Результати можливого варіанту прийняття рішень за принципами Гіббса-Джейнса і Бернуллі за умови, що $f_{11}p_1 + f_{12}p_2 \leq B$



```

Python 3.6.4 Shell
File Edit Shell Debug Options Window Help
Python 3.6.4 (v3.6.4:d48ecef, Dec 19 2017, 06:54:40) [MSC v.19
00 64 bit (AMD64)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more informatio
n.
>>>
===== RESTART: D:\дисертація Люда\роздл 3\4.1.py =
=====
введіть B: 15000
введіть f11: 30000
введіть f12: 10000
введено B= 15000 f11= 30000 f12= 10000
p1= 0.25 p2= 0.75

    введіть x11: 30000
    введіть x12: 10000
    введіть x21: 10000
    введіть x22: 20000
x11= 30000 x12= 10000
x21= 10000 x22= 20000
Janes= 15000.0 17500.0

p1= 0.5 p2= 0.5

    введіть x11: 30000
    введіть x12: 10000
    введіть x21: 10000
    введіть x22: 20000
x11= 30000 x12= 10000
x21= 10000 x22= 20000
Bernulli= 20000.0 15000.0

>>> |

```

Рис. 3.1 Результати можливого варіанту прийняття рішень за принципами Гіббса-Джейнса і Бернуллі

Джерело: розрахунки автора в середовищі Python

На рис. 3.2 наведено розрахунки згідно з формулами (3.5) при $B=15000$ у.о. і $f_{11}=30000$, $f_{12}=10000$, з рис.3.1. видно що ймовірність першого економічного стану $p_1 = \frac{B - f_{12}}{f_{11} - f_{12}} = 0,25$, а ймовірність другого $p_2 = 0,75$.

При таких ймовірностях, обчислених згідно з принципом Гіббса-Джейнса, математичне сподівання для рішення x_2 перевищує відповідне сподівання для рішення x_1 . А отже, якщо показники f_{kj} означають можливі обсяги виробництва регіону чи рівень його ВРП, то кращим є рішення x_2 .

При таких ймовірностях, обчислених згідно з принципом Гіббса-Джейнса, математичне сподівання для рішення x_2 перевищує відповідне сподівання для рішення x_1 . А отже, якщо показники f_{kj} означають можливі обсяги виробництва регіону чи рівень його ВРП, то кращим є рішення x_2 .

Якщо ж знехтувати обмеженням $f_{11}p_1 + f_{12}p_2 \leq B$, і скористатися принципом Бернуллі, тобто взяти ймовірності p_1 і p_2 рівними між собою, $p_1 = p_2 = \frac{1}{2}$, то можна зробити хибний висновок, що кращим є рішення x_1 (рис.3.2).

```

4.1.py - D:\дисертація Люда\роздл 3\4.1.py (3.6.4)
File Edit Format Run Options Window Help
B=int(input("введіть B: "))
f11=int(input("введіть f11: "))
f12=int(input("введіть f12: "))
#Janes
p1=(B-f12)/(f11-f12)
p2=1-p1
print("введено B=",B," f11=",f11," f12=",f12)
print("p1=",p1," p2=",p2,"\n")
x11=int(input("\n введіть x11: "))
x12=int(input("введіть x12: "))
x21=int(input("введіть x21: "))
x22=int(input("введіть x22: "))
Janes1=p1*x11+p2*x12
Janes2=p1*x21+p2*x22
print("x11=",x11," x12=", x12)
print("x21=",x21," x22=", x22)
print("Janes=",Janes1," ",Janes2,"\n")

#Bernulli
p1=1/2
p2=1-p1
print("p1=",p1," p2=",p2,"\n")
x11=int(input("\n введіть x11: "))
x12=int(input("введіть x12: "))
x21=int(input("введіть x21: "))
x22=int(input("введіть x22: "))
Bernul1=p1*x11+p2*x12
Bernul2=p1*x21+p2*x22
print("x11=",x11," x12=", x12)
print("x21=",x21," x22=", x22)
print("Bernulli=",Bernul1," ",Bernul2,"\n")

```

Рис. 3.2. Програма обчислення можливого варіанту прийняття рішень за принципами Гіббса-Джейнса і Бернуллі на мові програмування Python
Джерело: розрахунки автора в середовищі Python

3. Нехай тепер обмеження відоме у вигляді нерівності з дисперсією:

а) $D_1 \leq \overline{D}_1$, ($\overline{D}_1 > 0$); або б) $D_1 \geq \overline{D}_1$, де дисперсія D_1 виражається формулою:

$$D_1 = p_1(f_{11} - (p_1 f_{11} + p_2 f_{12}))^2 + p_2(f_{12} - (p_1 f_{11} + p_2 f_{12}))^2.$$

Перетворимо цю формулу:

$$\begin{aligned} D_1 &= p_1(f_{11}(1-p_1) - (1-p_1)f_{12})^2 + (1-p_1)(p_1 f_{12} - p_1 f_{11})^2 = \\ &= p_1(1-p_1)^2(f_{11} - f_{12})^2 + (1-p_1)p_1^2(f_{11} - f_{12})^2 = p_1(1-p_1)(1-p_1+p_1) \times \\ &\quad \times (f_{11} - f_{12})^2 = p_1(1-p_1)(f_{11} - f_{12})^2. \end{aligned}$$

Нерівність а) має тепер такий вигляд:

$$p_1(1-p_1)(f_{11} - f_{12})^2 \leq \overline{D}_1.$$

Можна побачити, що значення $p_1=1/2$ є розв'язком цієї нерівності, якщо

$$\overline{D}_1 \geq \frac{1}{4}(f_{11} - f_{12})^2.$$

Висновок. Обмеження $D_1 \leq \overline{D}_1$, за умови, що $\overline{D}_1 \geq \frac{1}{4}(f_{11} - f_{12})^2$ є не істотним, тобто при такому обмеженні, згідно з принципом максимуму Гіббса-Джейнса, ймовірності $p_1 = p_2 = 1/2$.

Нехай $\overline{D}_1 < \frac{1}{4}(f_{11} - f_{12})^2$. Розв'яжемо нерівність: $p_1(1 - p_1)(f_{11} - f_{12})^2 \leq \overline{D}_1$.

Вважатимемо, що $f_{11} \neq f_{12}$, оскільки у випадку $f_{11} = f_{12}$ нерівність стає тривіальною: $0 \leq \overline{D}_1$ і її розв'язком є будь-яке допустиме значення p_1 , зокрема і $p_1 = \frac{1}{2}$, а отже, і $p_1 = \frac{1}{2}$.

Відтак, маємо: $p_1 - p_1^2 \leq \frac{\overline{D}_1}{(f_{11} - f_{12})^2}$;

$$p_1^2 - p_1 + \frac{\overline{D}_1}{(f_{11} - f_{12})^2} \geq 0; \quad p_1^2 - p_1 + \frac{1}{4} \geq \frac{1}{4} - \frac{\overline{D}_1}{(f_{11} - f_{12})^2};$$

$$\left(p_1 - \frac{1}{2}\right)^2 \geq \frac{1}{4} - \frac{\overline{D}_1}{(f_{11} - f_{12})^2} = \frac{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}{4(f_{11} - f_{12})^2};$$

$$p_1 - \frac{1}{2} \geq \frac{\sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|}; \quad p_1 - \frac{1}{2} \leq -\frac{\sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|}.$$

Отже, розв'язок нерівності записується у вигляді об'єднання двох інтервалів:

$$p_1 \in \left[0; \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|}\right] \cup \left[\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|}; 1\right].$$

Функція $H = -p_1 \ln p_1 - (1 - p_1) \ln (1 - p_1)$ з аргументами p_1 з цієї множини набуває свого найбільшого значення при

$$p_1 = \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|} \quad \text{і при} \quad p_1 = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|}.$$

Однозначно вибрати ймовірність p_1 з цих двох величин у межах даної постановки задачі неможливо. Для цього потрібне ще принаймні одне додаткове обмеження. Наприклад, якщо відомо, що прогнозований стан

регіональної економічної системи θ_1 є ймовірнішим, ніж θ_2 , то, очевидно, варто

вибрати $p_1 = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|}$, а $p_2 = 1 - p_1 = \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|}$.

Розглянемо інші можливі випадки обмежень:

$$f_{k1}p_1 + f_{k2}p_2 \leq B_k \text{ де } k - \text{якесь значення від } 1 \text{ до } m.$$

Якщо $f_{k1} > f_{k2}$, то $p_1 \leq \frac{B_k - f_{k2}}{f_{k1} - f_{k2}}$. Якщо крім цього виконується нерівність

$\frac{B_k - f_{k2}}{f_{k1} - f_{k2}} < \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|}$, то, мабуть, треба взяти:

$$p_1 = \frac{|f_{11} - f_{12}| - \sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|}, \text{ а } p_2 = \frac{|f_{11} - f_{12}| + \sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|}. \quad (3.6)$$

Якщо виконується протилежна нерівність:

$$\frac{B - f_{12}}{f_{11} - f_{12}} \geq \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|},$$

то таке обмеження не дає можливості однозначно вибрати невідому ймовірність p_1 .

Якщо $f_{k1} < f_{k2}$, то $p_1 \geq \frac{f_{k2} - B}{f_{k2} - f_{k1}}$ і якщо

$\frac{f_{k2} - B}{f_{k2} - f_{k1}} > \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|}$, то

$$p_1 = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|}, \quad p_2 = \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|}. \quad (3.7)$$

Протилежна нерівність $\frac{f_{k2} - \overline{B}_1}{f_{k2} - f_{k1}} \leq \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|}$ не забезпечує

однозначного вибору ймовірності p_1 .

Нехай додаткове обмеження задано у вигляді нерівності:

$f_{k1}p_1 + f_{k2}p_2 \geq B_k$ де індекс k — будь-яке число з інтервалу $(\overline{1, m})$.

Якщо $f_{k1} > f_{k2}$ і $\frac{B_k - f_{k2}}{f_{k1} - f_{k2}} > \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|}$, то $p_1 = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|}$, $p_2 = 1$

– p_1 .

Якщо $f_{k1} < f_{k2}$ і $\frac{f_{k2} - B_k}{f_{k2} - f_{k1}} < \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|}$, то $p_1 = \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{(f_{11} - f_{12})^2 - 4\overline{D}_1}}{2|f_{11} - f_{12}|}$,

$p_2 = 1 - p_1$.

Інші випадки нерівностей не дають змогу однозначно вибрати значення p_1 і p_2 .

Нерівність б) $D_1 \geq \overline{D}_1$, як можна переконатися, виконується при $p_1 = \frac{1}{2}$ і

$p_2 = \frac{1}{2}$, тобто принцип Гіббса-Джейнса дає той самий результат, що й принцип

Бернуллі.

3.2. Реалізація однокритеріального вибору оптимальної структури економіки регіону з урахуванням ризиковості

Проведемо дослідження принципу Гіббса-Джейнса для випадку трьох і більше прогнозованих станів регіональної економічної системи. Нехай необхідно прийняти оптимальне рішення з m можливих (x_1, \dots, x_m) за одним з критеріїв (максимуму математичного сподівання, мінімуму дисперсії - ризику, максимально можливого ВРП, валового випуску, тощо), коли відомо, що може настати один з трьох прогнозованих станів регіональної економічної системи $\theta_1, \theta_2, \theta_3$, відомі рівні прибутків для кожного стану і рішення, тобто відома матриця:

$$\begin{array}{c|ccc} & \theta_1 & \theta_2 & \theta_3 \\ \hline x_1 & f_{11} & f_{12} & f_{13} \\ x_2 & f_{21} & f_{22} & f_{23} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_m & f_{m1} & f_{m2} & f_{m3} \end{array} , \square \quad (3.8)$$

проте невідомі ймовірності станів $p(\theta_1)=p_1$, $p(\theta_2)=p_2$, $p(\theta_3)=p_3$.

Згідно з принципом Гіббса-Джейнса, ці ймовірності треба вибирати так, щоб функція $H(p_1, p_2, p_3) = -p_1 \ln p_1 - p_2 \ln p_2 - p_3 \ln p_3$ набувала найбільшого значення. При відсутності будь-яких обмежень на ці ймовірності їх треба вибрати рівними між собою, тобто $p_1=p_2=p_3=1/3$. Якщо відома якась, нехай і неповна, інформація про ймовірності p_1 , p_2 , p_3 , то їх значення, очевидно, можуть і змінитися.

Розглянемо спочатку випадок, коли відома ймовірність настання якогось одного з можливих прогнозованих станів регіональної економічної системи θ_1 , θ_2 , θ_3 .

Нехай є ймовірність $p(\theta_1)=p_1^0$. За такої умови дослідимо на максимум функцію $H(p_1^0, p_2, p_3) = -p_1^0 \ln p_1^0 - p_2 \ln p_2 - p_3 \ln p_3$. Оскільки $p_3=1-p_1^0-p_2$, то:

$H(p_1^0, p_2, p_3) = -p_1^0 \ln p_1^0 - p_2 \ln p_2 - (1-p_1^0-p_2) \ln(1-p_1^0-p_2)$. Похідна цієї функції за p_2 має вигляд:

$$\frac{dH}{dp_2} = -\ln p_2 - 1 + \ln(1-p_1^0-p_2) + 1 = \ln \frac{1-p_1^0-p_2}{p_2}.$$

Прирівнюючи її до нуля, отримаємо:

$$\ln \frac{1-p_1^0-p_2}{p_2} = 0; \quad \frac{1-p_1^0-p_2}{p_2} = 1;$$

$$p_2 = 1-p_1^0-p_2; \quad p_2 = \frac{1-p_1^0}{2};$$

$$p_3 = 1-p_1^0-p_2; \quad p_3 = \frac{1-p_1^0}{2}.$$

Отже, якщо відома ймовірність одного з станів p_1^0 , то ймовірності інших станів треба, згідно з принципом Гіббса-Джейнса, брати рівними між собою:

$$p_2 = p_3 = \frac{1-p_1^0}{2}.$$

Аналогічний результат отримується і у разі більшої кількості станів θ_1 , θ_2 , ... θ_n , де $n>3$. Справді, тоді:

$$H = -p_1^0 \ln p_1^0 - \sum_{j=2}^{n-1} p_j \ln p_j - \left(1 - p_1^0 - \sum_{j=2}^{n-1} p_j\right) \ln \left(1 - p_1^0 - \sum_{j=2}^{n-1} p_j\right).$$

$$\frac{dH}{dp_2} = \ln \frac{1 - p_1^0 - \sum_{j=2}^{n-1} p_j}{p_2}; \dots; \frac{dH}{dp_{n-1}} = \ln \frac{1 - p_1^0 - \sum_{j=2}^{n-1} p_j}{p_{n-1}}.$$

Прирівнявши ці частинні похідні до нуля, отримаємо систему лінійних алгебраїчних рівнянь:

$$\begin{cases} 1 - p_1^0 - \sum_{j=2}^{n-1} p_j = p_2 \\ \dots \\ 1 - p_1^0 - \sum_{j=2}^{n-1} p_j = p_{n-1} \end{cases}.$$

Зведемо її до канонічної форми:

$$\begin{cases} 2p_2 + p_3 + p_4 + \dots + p_{n-1} = 1 - p_1^0 \\ p_2 + 2p_3 + p_4 + \dots + p_{n-1} = 1 - p_1^0 \\ \dots \\ p_2 + p_3 + p_4 + \dots + 2p_{n-1} = 1 - p_1^0 \end{cases}.$$

Оскільки вигляд системи не зміниться при заміні будь-якої шуканої величини p_i ($i = \overline{2, n-1}$) на іншу p_j ($j = \overline{2, n-1}$), то її розв'язки є рівними між собою $p_2 = p_3 = \dots = p_{n-1}$. Підставляючи цю рівність у будь-яке з рівнянь системи, наприклад, у перше, отримаємо:

$$(n-1)p_2 = 1 - p_1^0; \quad p_2 = \frac{1 - p_1^0}{n-1}; \quad p_3 = \frac{1 - p_1^0}{n-1}; \dots \\ \dots; \quad p_{n-1} = \frac{1 - p_1^0}{n-1}; \quad p_n = 1 - p_1^0 - \sum_{j=2}^{n-1} \frac{1 - p_1^0}{n-1} = \frac{1 - p_1^0}{n-1}.$$

Якщо відомі ймовірності кількох станів: $p(\theta_1) = p_1$, $p(\theta_2) = p_2$, ..., $p(\theta_r) = p_r$,

$1 \leq r \leq n - 2$, то решта невідомих ймовірностей, згідно з досліджуваним принципом, також розподіляються рівномірно:

$$p_{r+1} = \dots = p_n = \frac{1 - \sum_{j=1}^r p_j}{n - r}. \quad (3.9)$$

Розглянемо тепер інший варіант апіорної інформації про ймовірності p_1, \dots, p_n .

Нехай дано, що $p(\theta_2) = kp(\theta_1)$, $p_2 = kp_1$, тобто ймовірність стану θ_2 в k разів більша, ніж ймовірність стану θ_1 , причому конкретні значення p_1 і p_2 невідомі. Дослідимо цю задачу спочатку при $n=3$. Функція H тепер набуває вигляду:

$$H = -p_1 \ln p_1 - kp_1 \ln(kp_1) - (1 - p_1 - kp_1) \cdot \ln(1 - p_1 - kp_1);$$

$$H = -p_1 \ln p_1 - kp_1 \ln(kp_1) - (1 - (k+1)p_1) \cdot \ln(1 - (k+1)p_1).$$

Продиференціювавши цю функцію за p_1 , отримаємо:

$$H' = -\ln p_1 - 1 - kp_1 \ln(kp_1) - k + (k+1) \ln(1 - (k+1)p_1) + k + 1;$$

$$H' = (k+1) \ln(1 - (k+1)p_1) - k \ln(kp_1) - \ln p_1.$$

Знайдемо тепер значення p_1 , яке надає цій похідній нульового значення, а функції H — максимального:

$$(k+1) \cdot \ln(1 - (k+1)p_1) - k \cdot \ln(kp_1) - \ln p_1 = 0; \quad \ln(1 - (k+1)p_1)^{k+1} = \ln(kp_1)^k + \ln p_1;$$

$$(1 - (k+1)p_1)^{k+1} = k^k p_1^{k+1}; \quad 1 - (k+1)p_1 = k^{\frac{k}{k+1}} p_1; \quad p_1(k^{\frac{k}{k+1}} + k + 1) = 1;$$

$$p_1 = \frac{1}{\frac{k}{k^{\frac{k}{k+1}} + k + 1}}. \quad (3.10)$$

Ймовірність

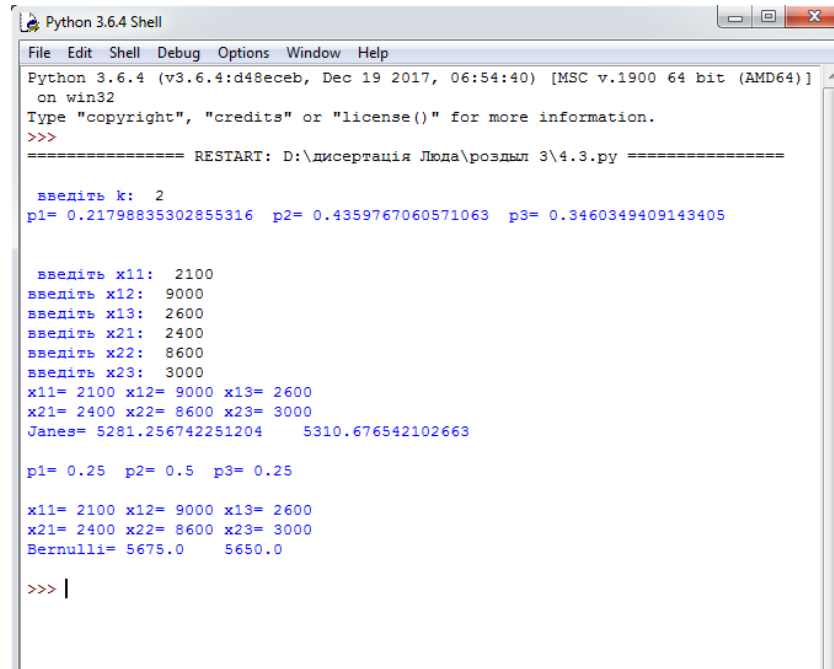
$$P(\theta_2) = p_2 = kp_1 = \frac{k}{\frac{k}{k^{\frac{k}{k+1}} + k + 1}}. \quad (3.11)$$

Знаючи ці ймовірності, обчислюємо ймовірність третього стану:

$$p_3 = 1 - p_1 - p_2; \quad p_3 = \frac{\frac{k}{k^{\frac{k}{k+1}} + k + 1}}{\frac{k}{k^{\frac{k}{k+1}} + k + 1}}. \quad (3.12)$$

На рис. 3.3 наведено приклад вибору оптимального рішення при $k=2$. Як видно з наведених обчислень тут кращим рішенням є x_2 , оскільки його

математичне сподівання $\sum_{j=1}^3 p_j f_{2j} = 5310,7 > \sum_{j=1}^3 p_j f_{1j} = 5281,3$.



```
Python 3.6.4 Shell
File Edit Shell Debug Options Window Help
Python 3.6.4 (v3.6.4:d48eceb, Dec 19 2017, 06:54:40) [MSC v.1900 64 bit (AMD64)]
on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>>
===== RESTART: D:\дисертація Люда\роздл 3\4.3.py =====
введіть k: 2
p1= 0.21798835302855316 p2= 0.4359767060571063 p3= 0.3460349409143405

введіть x11: 2100
введіть x12: 9000
введіть x13: 2600
введіть x21: 2400
введіть x22: 8600
введіть x23: 3000
x11= 2100 x12= 9000 x13= 2600
x21= 2400 x22= 8600 x23= 3000
Janes= 5281.256742251204 5310.676542102663

p1= 0.25 p2= 0.5 p3= 0.25

x11= 2100 x12= 9000 x13= 2600
x21= 2400 x22= 8600 x23= 3000
Bernulli= 5675.0 5650.0

>>> |
```

Рис.3.3. Вибір оптимального рішення за принципами Гіббса-Джейнса і Бернуллі

за умови, що $p(\theta_2) = k \cdot p(\theta_1)$ і $n = 3$

Джерело: розрахунки автора в середовищі Python

Згідно ж з принципом Бернуллі ймовірності p_1 і p_3 треба вважати рівними між собою $p_1 = p_3$, а ймовірність $p_2 = kp_1 = 2p_1$ і, розв'язавши рівняння $p_1 + 2p_1 + p_3 = 1$, отримаємо, що $p_1 = 0,25$; $p_2 = 0,5$; $p_3 = 0,25$. На основі вибору таких ймовірностей отримуємо, що математичне сподівання для першого рішення більше, ніж математичне сподівання для рішення x_2 .

Однак згідно з принципом максимуму невизначеності Шеннона величина $-\sum_{j=1}^3 p_j \ln(p_j)$ для ймовірностей у першому випадку є більшою, ніж відповідна величина у другому. Отже, рішення x_2 більш обґрунтовано можна вважати за краще. Програму обчислення наведено у додатку Ж рис.1.

На рис.3.4. наведено приклад обчислення невідомих ймовірностей за принципом Гіббса-Джейнса при $k=0.5$, який характеризує випадок, коли ймовірність настання другого економічного стану менша, ніж ймовірність двох інших станів. Як видно з наведених результатів, пріоритетним є рішення x_2 . Аналогічний результат отримується і при використанні принципу Бернуллі.

```

Python 3.6.4 Shell
File Edit Shell Debug Options Window Help
Python 3.6.4 (v3.6.4:d48eceb, Dec 19 2017, 06:54:40) [MSC v.1900 64 bit (AMD64)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>>
===== RESTART: D:\дисертация Люда\роздыл 3\4.4.py =====
====

введіть k: 0.5
p1= 0.4359767060571063 p2= 0.21798835302855316 p3= 0.34603494091434056

введіть x11: 21000
введіть x12: 90000
введіть x13: 26000
введіть x21: 24000
введіть x22: 86000
введіть x23: 30000
x11= 21000 x12= 90000 x13= 26000
x21= 24000 x22= 86000 x23= 30000
Janes= 37771.37106354187 39591.48753325634

введіть k: 2
p1= 0.16666666666666669 p2= 0.6666666666666666 p3= 0.16666666666666663
x11= 21000 x12= 90000 x13= 26000
x21= 24000 x22= 86000 x23= 30000
Bernulli= 67833.33333333333 66333.33333333333
>>> |

```

Рис. 3.4. Обчислення невідомих ймовірностей за принципом Гіббса-Джейнса і Бернуллі при $k=0.5$

Джерело: розрахунки автора в середовищі Python

У додатку Ж рис.2 подано програму обчислення.

У випадку більшої кількості можливих прогнозованих станів регіональної економічної системи ($n > 3$) функція H стає функцією кількох незалежних аргументів:

$$H = -p_1 \ln p_1 - kp_1 \ln(kp_1) - \sum_{j=3}^{n-1} p_j \ln p_j - \left(1 - p_1 - kp_1 - \sum_{j=3}^{n-1} p_j\right) \ln \left(1 - p_1 - kp_1 - \sum_{j=3}^{n-1} p_j\right).$$

Частинні похідні цієї функції за змінними p_1, p_3, \dots, p_{n-1} :

$$\frac{\partial H}{\partial p_1} = (k+1) \ln \left(1 - (k+1)p_1 - \sum_{j=3}^{n-1} p_j \right) - k \ln(kp_1) - \ln p_1;$$

$$\frac{\partial H}{\partial p_3} = \ln \left(1 - (k+1)p_1 - \sum_{j=3}^{n-1} p_j \right) - \ln p_3;$$

...

$$\frac{\partial H}{\partial p_{n-1}} = \ln \left(1 - (k+1)p_1 - \sum_{j=3}^{n-1} p_j \right) - \ln p_{n-1}.$$

Прирівнявши ці похідні до нуля, маємо:

$$\begin{cases} 1 - (k+1)p_1 - \sum_{j=3}^{n-1} p_j = \left(\frac{k}{k^{k+1} + 1} \right) p_1 \\ 1 - (k+1)p_1 - \sum_{j=3}^{n-1} p_j = p_3 \\ \dots \\ 1 - (k+1)p_1 - \sum_{j=3}^{n-1} p_j = p_{n-1} \end{cases} .$$

Запишемо:

$$\begin{cases} \left(\frac{k}{k^{k+1} + k + 1} \right) \cdot p_1 + p_3 + p_4 + \dots + p_{n-1} = 1 \\ (k+1)p_1 + 2p_3 + p_4 + \dots + p_{n-1} = 1 \\ \dots \\ (k+1)p_1 + p_3 + p_4 + \dots + 2p_{n-1} = 1 \end{cases} .$$

Віднімаючи від другого рівняння цієї системи третє, потім четверте і т.д. до $(n-1)$ -го, можна переконатися, що ймовірності p_3, p_4, \dots, p_{n-1} рівні між собою $p_3 = p_4 = \dots = p_{n-1}$.

Отже, система з $(n-2)$ рівнянь зводиться до системи:

$$\begin{cases} \left(\frac{k}{k^{k+1} + k + 1} \right) \cdot p_1 + (n-3)p_3 = 1 \\ (k+1)p_1 + (n-2)p_3 = 1 \end{cases} .$$

Розв'язавши, отримаємо:

$$\begin{aligned}
 p_1 &= \frac{1}{\frac{k}{(n-2)k^{k+1} + k + 1}}; & p_2 &= \frac{k}{\frac{k}{(n-2)k^{k+1} + k + 1}}; \\
 p_3 &= \frac{\frac{k}{k^{k+1}}}{\frac{k}{(n-2)k^{k+1} + k + 1}} = p_4 = \dots = p_n.
 \end{aligned}
 \tag{3.13}$$

Нехай, при $n=5$ і $k=2$ ймовірності прогнозованих станів регіональної економічної системи згідно з (3.13) набувають значень:

$$p(\theta_1) \approx 0,129; \quad p(\theta_2) \approx 0,258; \quad p(\theta_3) = p(\theta_4) = p(\theta_5) \approx 0,205.$$

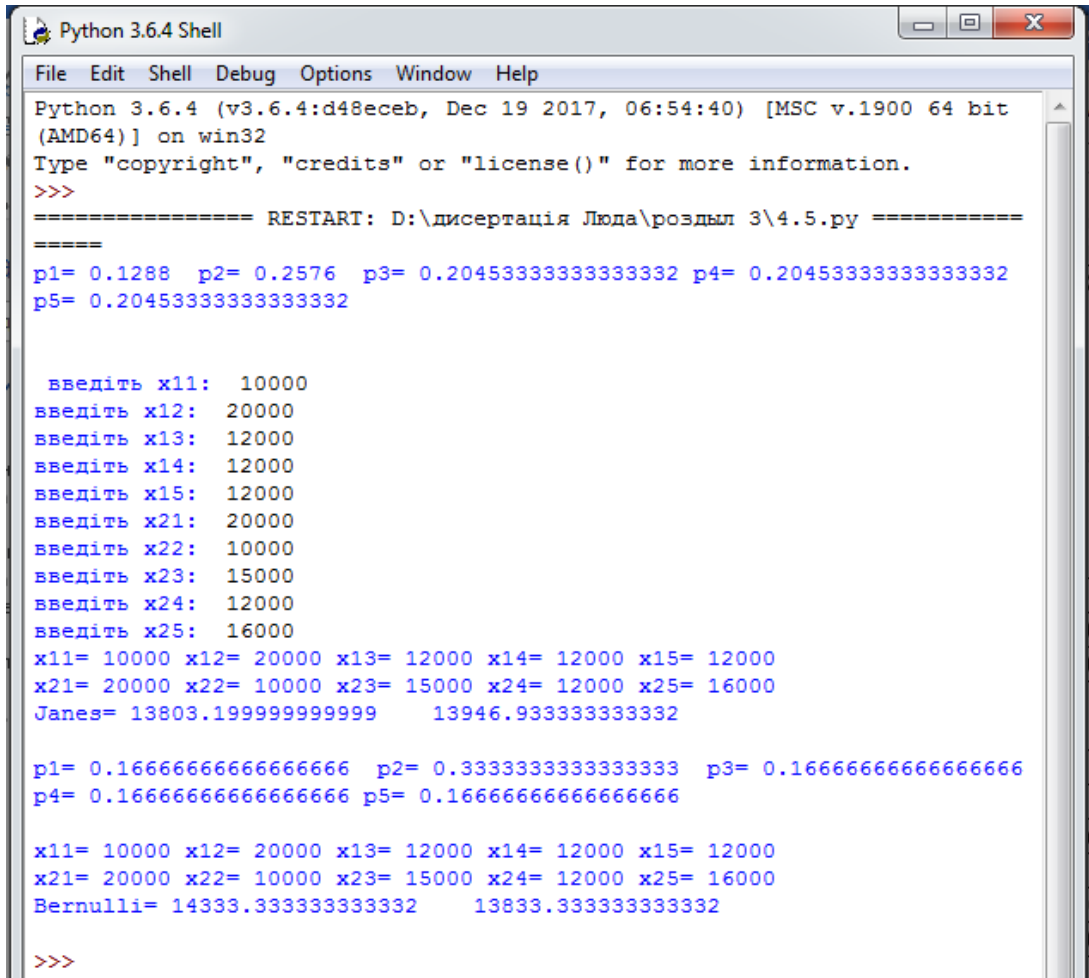
При таких ймовірностях для наведених числових характеристик $f_{ij}(i = \overline{1,5}; j = 1,2)$ перевагу потрібно віддати рішенню x_2 .

Якщо для цих самих числових характеристик використовувати принцип Бернуллі, то ймовірності повинні бути рівними, а ймовірність .

$$p_1 = p_3 = p_4 = p_5 = \frac{1}{6}; \quad p_2 = \frac{1}{3}.$$

Тоді математичне сподівання для рішення вибору структури x_1 є більшим, ніж для рішення x_2 , отже, на цій основі можна вибрати рішення, яке з точки зору принципу максимуму невизначеності Шеннона не є найкращим.

Для даного випадку програму обчислення та вибору оптимального варіанту прийняття рішень за принципом Гіббса-Джейнса і Бернуллі подано в додатку Ж рис.3.



```

Python 3.6.4 Shell
File Edit Shell Debug Options Window Help
Python 3.6.4 (v3.6.4:d48eceb, Dec 19 2017, 06:54:40) [MSC v.1900 64 bit
(AMD64)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>>
===== RESTART: D:\дисертація Люда\роздл 3\4.5.py =====
=====
p1= 0.1288 p2= 0.2576 p3= 0.20453333333333332 p4= 0.20453333333333332
p5= 0.20453333333333332

введіть x11: 10000
введіть x12: 20000
введіть x13: 12000
введіть x14: 12000
введіть x15: 12000
введіть x21: 20000
введіть x22: 10000
введіть x23: 15000
введіть x24: 12000
введіть x25: 16000
x11= 10000 x12= 20000 x13= 12000 x14= 12000 x15= 12000
x21= 20000 x22= 10000 x23= 15000 x24= 12000 x25= 16000
Janes= 13803.199999999999 13946.933333333332

p1= 0.16666666666666666 p2= 0.3333333333333333 p3= 0.16666666666666666
p4= 0.16666666666666666 p5= 0.16666666666666666

x11= 10000 x12= 20000 x13= 12000 x14= 12000 x15= 12000
x21= 20000 x22= 10000 x23= 15000 x24= 12000 x25= 16000
Bernulli= 14333.333333333332 13833.333333333332

>>>

```

Рис. 3.5. Обчислення невідомих ймовірностей за принципами Джейнса-Гіббса

та Бернуллі за умови, що $p(\theta_2) = k \cdot p(\theta_1)$ i $n = 5$

Джерело: розрахунки автора в середовищі Python

Розглянемо питання знаходження невідомих ймовірностей для випадку, коли відомо пропорційні залежності між ймовірностями кількох станів.

Припустимо, що шукані ймовірності задовольняють такі умови: $p_2 = k_2 p_1$; $p_3 = k_3 p_1$; ... ; $p_r = k_r p_1$, де $3 \leq r \leq n-2$, n — кількість можливих станів.

Функція H запишеться у вигляді:

$$\begin{aligned}
 H = & -p_1 \ln p_1 - k_2 p_1 \ln (k_2 p_1) - k_3 p_1 \ln (k_3 p_1) - \dots - k_r p_1 \ln (k_r p_1) - \\
 & - p_{r+1} \ln (p_{r+1}) - p_{r+2} \ln (p_{r+2}) - \dots - p_{n-1} \ln (p_{n-1}) - (1 - p_1 - k_2 p_1 - \\
 & - \dots - k_r p_1 - p_{r+1} - \dots - p_{n-1}) \ln (1 - (1 + k_2 + \dots + k_r) p_1 - p_{r+1} - \dots - p_{n-1}).
 \end{aligned}$$

Як видно з цієї формули, досліджувана функція має $(n-r)$ незалежних аргументів: $p_1, p_{r+1}, \dots, p_{n-1}$. Щоб знайти максимум цієї функції, треба знайти частинні похідні за цими аргументами:

$$\frac{\partial H}{\partial p_1} = -\ln p_1 - k_2 \ln(k_2 p_1) - \dots - k_r \ln(k_r p_1) + (1 + k_2 + \dots + k_r) \times \ln(1 - (1 + k_2 + \dots + k_r)p_1 - p_{r+1} - \dots - p_{n-1});$$

$$\frac{\partial H}{\partial p_{r+1}} = -\ln(p_{r+1}) + \ln(1 - (1 + k_2 + \dots + k_r)p_1 - p_{r+1} - \dots - p_{n-1});$$

$$\frac{\partial H}{\partial p_{n-1}} = -\ln(p_{n-1}) + \ln(1 - (1 + k_2 + \dots + k_r)p_1 - p_{r+1} - \dots - p_{n-1});$$

Прирівнявши ці похідні до нуля, отримаємо систему рівнянь, яка після потенціювання і перетворень має вигляд:

$$\begin{cases} \left(k_2^{k_2} \dots k_r^{k_r}\right)^{\frac{1}{1+k_2+\dots+k_r}} + k_2 + \dots + k_r)p_1 + p_{r+1} + \dots + p_{n-1} = 1; \\ (1 + k_2 + \dots + k_r)p_1 + 2p_{r+1} + p_{r+2} + \dots + p_{n-1} = 1; \\ \dots \\ (1 + k_2 + \dots + k_r)p_1 + p_{r+1} + \dots + p_{n-2} + 2p_{n-1} = 1 \end{cases}$$

Віднімаючи від другого рівняння третє, четверте і т.д., отримаємо, що $p_{r+1} = p_{r+2} = \dots = p_{n-1}$. Підставимо ці рівності у перше і друге рівняння системи:

$$p_1 = \frac{1}{(n-r)\left(k_2^{k_2} \dots k_r^{k_r}\right)^{\frac{1}{1+k_2+\dots+k_r}} + k_2 + \dots + k_r + 1}; \quad (3.14)$$

$$p_{r+1} = p_{r+2} = \dots = p_n = \frac{\left(k_2^{k_2} \dots k_r^{k_r}\right)^{\frac{1}{1+k_2+\dots+k_r}}}{(n-r)\left(k_2^{k_2} \dots k_r^{k_r}\right)^{\frac{1}{1+k_2+\dots+k_r}} + k_2 + \dots + k_r + 1}. \quad (3.15)$$

Враховуючи співвідношення, дані в умові задачі, обчислюємо решту ймовірностей:

$$p_1 = \frac{1}{(n-r)\left(k_2^{k_2} \dots k_r^{k_r}\right)^{\frac{1}{1+k_2+\dots+k_r}} + k_2 + \dots + k_r + 1}; \quad \text{де } j=2; 3; \dots; r. \quad (3.16)$$

На рис.3.6. наведено приклад обчислення ймовірностей (3.14 – 3.16) і вибору рішення за критерієм максимуму математичного сподівання при $n = 5$, $r = 2$, $k_1 = 2$, $k_2 = 0,5$ згідно з принципами невизначеності Гіббса-Джейнса і Бернуллі. Як видно з наведених результатів обчислень, ці принципи можуть, взагалі кажучи, призводити до вибору відповідних рішень.

Також, на рис.3.6. наводиться обчислення міри ризику на основі розглянутих підходів до її обчислень.

```

Python 3.7.3 Shell
File Edit Shell Debug Options Window Help
Python 3.7.3 (v3.7.3:ef4ec6ed12, Mar 25 2019, 22:22:05) [MSC v.1916 64 bit (AMD64)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>>
----- RESTART: G:\роздмл 3\4.6 MIRA.py -----
>>>
введіть k: 2
введіть k: 0.5
p1= 0.166666666666666666 p2= 0.333333333333333333 p3= 0.083333333333333333 p4= 0.2
083333333333333334 p5= 0.208333333333333334

введіть x11: 10000
введіть x12: 20000
введіть x13: 12000
введіть x14: 10000
введіть x15: 10000
введіть x21: 18000
введіть x22: 12000
введіть x23: 12000
введіть x24: 15000
введіть x25: 12000
x11= 10000 x12= 20000 x13= 12000 x14= 10000 x15= 10000
x21= 18000 x22= 12000 x23= 12000 x24= 15000 x25= 12000
Janes= 13500.0 13625.0

Janes matrix
[[10000, 20000, 12000, 10000, 10000], [18000, 12000, 12000, 15000, 12000]]

Janes vidhyl max
[[172319769878906.25, 1650558207378906.2, 6901457378906.25, 172319769878906.25,
172319769878906.25], [365844519878906.25, 6901457378906.25, 6901457378906.25, 6901457378906.25, 35
23363628906.25, 6901457378906.25]]

s=
[651281056337239.8, 66021531597656.25]

mins= 66021531597656.25

dm=
9.254396612770204e+29

Janes vidhyl ser
[[172319769878906.25, 1650558207378906.2, 6901457378906.25, 172319769878906.25,
172319769878906.25], [365844519878906.25, 6901457378906.25, 6901457378906.25, 6901457378906.25, 35
23363628906.25, 6901457378906.25]]

ss=
[651281056337239.8, 66021531597656.25]

mins= 66021531597656.25

dm=
2.2339390542672163e+28

p1= 0.18181818181818182 p2= 0.36363636363636365 p3= 0.09090909090909091 p4= 0.
18181818181818182 p5= 0.18181818181818182

x11= 10000 x12= 20000 x13= 12000 x14= 10000 x15= 10000
x21= 18000 x22= 12000 x23= 12000 x24= 15000 x25= 12000
Bernulli= 13618.18181818182 13636.363636363636

Bernul matrix
[[10000, 20000, 12000, 10000, 10000], [18000, 12000, 12000, 15000, 12000]]

Bernul vidhyl max
[[212132965707329.1, 1459327766608905.0, 10837644895908.787, 212132965707329.1,
212132965707329.1], [305336343618673.0, 10837644895908.787, 10837644895908.787,
1912597563076.282, 10837644895908.787]]

s=
[647358773234136.6, 62760126966805.46]

mins= 62760126966805.46

dm=
7.361391951591954e+29

Bernul vidhyl ser
[[212132965707329.1, 1459327766608905.0, 10837644895908.787, 212132965707329.1,
212132965707329.1], [305336343618673.0, 10837644895908.787, 10837644895908.787,
1912597563076.282, 10837644895908.787]]

ss=
[647358773234136.6, 62760126966805.46]

mins= 62760126966805.46

dm=
1.5612551635427e+28

```

Рис. 3.6. Результати можливого варіанту прийняття рішень за принципами

Гіббса-Бернуллі за умови $p_2 = k_2 \cdot p_1$; $p_3 = k_3 \cdot p_1$; $n = 5$.

Джерело: розрахунки автора в середовищі Python

Міру ризику на основі відхилень від максимального сподіваного прибутку (рис.3.6) обчислено згідно з формулою:

$$\min_{j=1,\dots,m} D_j = \sum_{i=1}^n p_i \left(f_{ij} - \max_{j=1,\dots,m} \sum_{i=1}^n p_i f_{ji} \right)^2. \quad (3.17)$$

Міру ризику як дисперсію (рис.3.6.) обчислено згідно з формулою:

$$\min_{j=1,\dots,m} D_j = \sum_{i=1}^n p_i \left(f_{ij} - \sum_{i=1}^n p_i f_{ji} \right)^2. \quad (3.18)$$

Міру ризику на основі відхилень від середнього з математичних сподівань обчислено за формулою:

$$\min_{j=1,\dots,m} D_j = \sum p_i \left(f_{ij} - \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n p_i f_{ji} \right)^2. \quad (3.19)$$

Як видно з наведених обчислень для всіх варіантів розрахунку міри ризику величина $D_1 > D_2$.

Якщо врахувати те, що математичне сподівання, обчислене згідно з принципом Гіббса-Джейнса для рішення x_2 , більше, ніж для рішення x_1 , то на основі розглянутих критеріїв кращим є рішення x_2 . Програму обчислення та вибору оптимального варіанту прийняття рішень за принципами Гіббса-Джейнса і Бернуллі за умови, що $p_2 = k_2 p_1$; $p_3 = k_3 p_1$ і $n = 5$ подано в додатку Ж рис.5.

Повертаючись до випадку $n=3$, тобто трьох можливих станів, дослідимо його за умови, що ймовірність одного із станів є лінійною комбінацією ймовірностей інших станів.

Отже, нехай $P(\theta_3) = k_1 P(\theta_1) + k_2 P(\theta_2)$, або $p_3 = k_1 p_1 + k_2 p_2$, де k_1, k_2 — довільні дійсні числа, які не можуть бути водночас від'ємними. Підставимо цю умову у рівність $p_1 + p_2 + p_3 = 1$. Одержимо рівняння $p_1 + p_2 + k_1 p_1 + k_2 p_2 = 1$, або $(k_1 + 1)p_1 + (k_2 + 1)p_2 - 1 = 0$.

Дослідимо спочатку це рівняння для випадку, коли один з його коефіцієнтів дорівнює нулеві. Нехай, для визначеності $k_2 + 1 = 0$, або $k_2 = -1$. Тоді

$$p_1 = \frac{1}{k_1 + 1}, \quad (3.20)$$

якщо $k_1 > 0$. Підставивши цю формулу в умову задачі, отримаємо: $p_3 = \frac{k_1}{k_1 + 1} - p_2$,

або $p_3 = 1 - p_1 - p_2$, де ймовірність p_2 є поки що невизначеною.

Однак її легко оцінити на підставі раніше зробленого висновку про те, що при одній відомій ймовірності і відсутності інших обмежень решта ймовірностей рівні між собою.

$$\text{Отже, } p_3 = p_2 \text{ і } p_2 = \frac{k_1}{k_1 + 1} - p_2;$$

$$p_2 = \frac{k_1}{2(k_1 + 1)}; \quad (3.21)$$

$$p_3 = \frac{k_1}{2(k_1 + 1)}. \quad (3.22)$$

На рис. наведено приклад обчислення ймовірностей за формулами (3.20)-(3.22) при $k_1 = 3$ і $k_2 = -1$.

```

Python 3.7.3 Shell
Python 3.7.3 (v3.7.3:ef4e6ed12, Mar 25 2019, 22:22:05) [MSC v.1916 64 bit (AMD64)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>>
===== RESTART: G:\роздмл 3\4.7.py =====
=====
p1= 0.3333333333333333 p2= 0.3333333333333333 p3= 0.3333333333333333

введіть x11: 12000
введіть x12: 20000
введіть x13: 10000
введіть x21: 16000
введіть x22: 10000
введіть x23: 14000
x11= 12000 x12= 20000 x13= 10000
x21= 16000 x22= 10000 x23= 14000
Janes1= 14000.0 13333.333333333332

Janes matrix
[[12000, 20000, 10000], [16000, 10000, 14000]]

Janes vidhyl max
[[15890853444444.445, 1295016186777778.0, 255562853444444.47], [15890853
444444.445, 255562853444444.47, 18677777.77777776]]

s=
[52215663122222.25, 9048463122222.23]

mins= 9048463122222.23

dm=
5.8087727175215165e+29

p1= 0.25 p2= 0.25 p3= 0.5

x11= 12000 x12= 20000 x13= 10000
x21= 16000 x22= 10000 x23= 14000
Bernulli1= 13000.0 13500.0

Bernul matrix
[[12000, 20000, 10000], [16000, 10000, 14000]]

Bernul vidhyl max
[[5003050562500.0, 1783943050562500.0, 149738050562500.0], [38897050562500.0, 14
9738050562500.0, 56050562500.0]]

s=
[646228050562500.0, 62897050562499.99]

mins= 62897050562499.99

dm=
8.068302014198022e+29

Bernul vidhyl ser
[[5003050562500.0, 1783943050562500.0, 149738050562500.0], [38897050562500.0, 14
9738050562500.0, 56050562500.0]]

ss=
[646228050562500.0, 62897050562499.99]

mins= 62897050562499.99

dm=
5.983617651754335e+27

```

Рис.3.7. Результати можливого прийняття рішень за принципами Гіббса-Джейнса

і Бернуллі за умови, що $p(\theta_3) = k_1 \cdot p(\theta_1) + k_2(\theta_2)$ і $k_2 = -1$

Джерело: розрахунки автора в середовищі Python

Як видно з таблиці, рішення x_1 згідно з принципом Гіббса-Джейнса характеризується більшим математичним сподіванням, ніж рішення x_2 . Однак і дисперсія, тобто міра ризику, для рішення x_1 більша, ніж дисперсія для рішення x_2 .

Якщо ж користуватися принципом невизначеності Бернуллі, то рішення x_2 виглядатиме кращим як з точки зору критерію максимуму математичного сподівання, так і з критерію мінімуму ризику. Програму обчислення подано у додатку Б.6.

Випадок, коли $k_1 = -1$, досліджується аналогічно. Тому наведемо лише результати:

$$p_2 = \frac{1}{k_2 + 1}; \quad p_1 = p_3 = \frac{k_2}{2(k_2 + 1)}. \quad (3.23)$$

Перейдемо тепер до випадку, коли коефіцієнти відмінні від мінус одиниці. Тоді з рівняння $(k_1 + 1) p_1 + (k_2 + 1) p_2 - 1 = 0$ одну ймовірність можна виразити через іншу. Наприклад, $p_2 = \frac{1}{k_2 + 1} - \frac{k_1 + 1}{k_2 + 1} p_1$. Виразимо також

ймовірність p_3 через p_1 :

$$p_3 = 1 - p_1 - p_2; \quad p_3 = 1 - p_1 - \frac{1}{k_2 + 1} + \frac{k_1 + 1}{k_2 + 1} p_1; \quad p_3 = \frac{k_2}{k_2 + 1} + \frac{k_1 + 1}{k_2 + 1} p_1.$$

Для знаходження ймовірності p_1 , згідно з принципом максимуму невизначеності, потрібно досліджувати функцію H :

$$H = -p_1 \ln p_1 - \left(\frac{1}{k_2 + 1} + \frac{k_1 + 1}{k_2 + 1} p_1 \right) \cdot \ln \left(\frac{1}{k_2 + 1} + \frac{k_1 + 1}{k_2 + 1} p_1 \right) - \\ - \left(\frac{k_2}{k_2 + 1} + \frac{k_1 + 1}{k_2 + 1} p_1 \right) \cdot \ln \left(\frac{k_2}{k_2 + 1} + \frac{k_1 + 1}{k_2 + 1} p_1 \right).$$

Похідна цієї функції за змінною p_1 має вигляд:

$$\frac{\partial H}{\partial p_1} = -\ln p_1 - \frac{k_1 + 1}{k_2 + 1} \cdot \ln \left(\frac{1}{k_2 + 1} + \frac{k_1 + 1}{k_2 + 1} p_1 \right) + \left(1 - \frac{k_1 + 1}{k_2 + 1} p_1 \right) \times \ln \left(\frac{k_2}{k_2 + 1} + \frac{k_1 + 1}{k_2 + 1} p_1 \right) = 0.$$

Прирівнявши цей вираз до нуля, отримаємо трансцендентне рівняння:

$$-\ln p_1 - \frac{k_1 + 1}{k_2 + 1} \ln \left(\frac{1}{k_2 + 1} - \frac{k_1 + 1}{k_2 + 1} p_1 \right) + \left(1 - \frac{k_1 + 1}{k_2 + 1} \right) \cdot \ln \left(\frac{k_2}{k_2 + 1} + \frac{k_1 + 1}{k_2 + 1} p_1 \right) = 0.$$

Лише в окремих часткових випадках це рівняння можна розв'язати явно.

Розглянемо деякі з них:

Випадок 1. Нехай коефіцієнти k_1 і k_2 будуть рівними між собою: $k_1 = k_2 = k$. За цієї умови отримане рівняння значно спрощується:

$$-\ln p_1 + \ln \left(\frac{1}{k + 1} - p_1 \right) = 0.$$

Відтак можна переконатися, що розв'язком даного рівняння є

$$p_1 = \frac{1}{2(k + 1)}. \quad (3.24)$$

Маючи значення p_1 , знайдемо ймовірність другого і третього прогнозованих станів регіональної економічної системи:

$$p_2 = \frac{1}{k + 1} - p_1 = \frac{1}{2(k + 1)} \quad (3.25)$$

$$p_3 = k(p_1 + p_2) = \frac{k}{k + 1}. \quad (3.26)$$

Отриманий результат можна проілюструвати графічно. Для цього на координатній площині $p_1 \theta p_2$ зобразимо допустиму множину ймовірностей p_1 і p_2 (рис. 3.8)

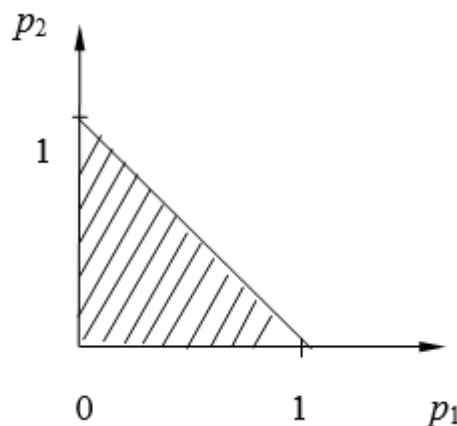


Рис.3.8. Графік допустимої множини ймовірностей p_1 і p_2

Обмеження $p_3 = k(p_1 + p_2)$, враховуючи рівність $p_1 + p_2 + p_3 = 1$, запишемо у вигляді: $(k+1)p_1 + (k+1)p_2 = 1$, або $\frac{p_1}{k+1} + \frac{p_2}{k+1} = 1$. Остання формула — це

рівняння прямої у відрізках. Графік її зображено на рис.3.9.

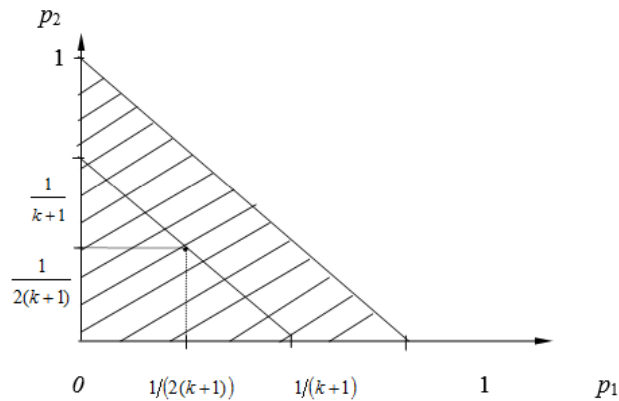


Рис.3.9. Графік прямої у відрізках

Ймовірності p_1 і p_2 , обчислені за принципом максимуму, є невизначеними, знаходяться графічно як координати середини відрізка, що сполучає точки $(1/(k+1); 0)$ і $(0; 1/(k+1))$.

На рис. 3.10 наведено приклад обчислення ймовірностей згідно з отриманими формулами (3.24-3.26) при $k_1 = k_2 = 3$.

Як видно з наведених результатів принципи Гіббса-Джейнса і Бернуллі для розглянутого випадку призводять до ідентичних результатів. Програму обчислення подано у додатку Ж рис.5.

```

Python 3.7.3 Shell
File Edit Shell Debug Options Window Help
Python 3.7.3 (v3.7.3:ef4ec6ed12, Mar 25 2019, 22:22:05) [MSC v.1916 64 bit (AMD64)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>>
===== RESTART: G:\розддл 3\4.8.py =====

введіть k: 3
p1= 0.125 p2= 0.125 p3= 0.75

введіть x11: 1200
введіть x12: 2000
введіть x13: 1000
введіть x21: 1600
введіть x22: 1000
введіть x23: 1400
x11= 1200 x12= 2000 x13= 1000
x21= 1600 x22= 1000 x23= 1400
Janes= 1150.0 1375.0

введіть k1: 3
введіть k2: 3
p1= 0.125 p2= 0.125 p3= 0.75

введіть x11: 1200
введіть x12: 2000
введіть x13: 1000
введіть x21: 1600
введіть x22: 1000
введіть x23: 1400
x11= 1200 x12= 2000 x13= 1000
x21= 1600 x22= 1000 x23= 1400
Bernulli= 1150.0 1375.0

>>>

```

Рис. 3.10. Результати можливого варіанту прийняття рішень за принципами Гіббса-Джейнса і Бернуллі за умови, що $p_3 = k_1 \cdot p_1 + k_2 \cdot p_2$ і $k_1 = k_2$
Джерело: розрахунки автора в середовищі Python

Випадок 2: Нехай $\frac{k_1 + 1}{k_2 + 1} = 2$, або $k_1 = 2k_2 + 1$.

Тоді рівняння, яке потрібно розв'язати для обчислення ймовірності p_1 економічного стану θ_1 , має такий вигляд:

$$-\ln p_1 + 2 \ln \left(\frac{1}{k_2 + 1} - 2p_1 \right) - \ln \left(\frac{k_2}{k_2 + 1} + p_1 \right) = 0.$$

Як видно з цього рівняння, шукана ймовірність p_1 не повинна перевищувати величини $\frac{1}{2(k_2 + 1)}$. Перетворивши отримане рівняння,

одержимо:

$$\ln\left(\frac{1}{k_2+1} - 2p_1\right)^2 = \ln p_1 + \ln\left(\frac{k_2}{k_2+1} + p_1\right);$$

$$\left(\frac{1}{k_2+1} - 2p_1\right)^2 = p_1\left(\frac{k_2}{k_2+1} + p_1\right);$$

$$\frac{1}{(k_2+1)^2} - \frac{4p_1}{k_2+1} + 4p_1^2 = \frac{k_2 p_1}{k_2+1} + p_1^2;$$

$$3p_1^2 - \frac{k_2+4}{k_2+1} p_1 + \frac{1}{(k_2+1)^2} = 0.$$

Дослідимо спочатку необхідну умову розв'язуваності отриманого рівняння. Цією умовою є невід'ємність дискримінанта:

$$D = \left(\frac{k_2+4}{k_2+1}\right)^2 - \frac{12}{(k_2+1)^2} \geq 0.$$

Оскільки $(k_2+1)^2 > 0$, то остання нерівність легко розв'язується:

$$(k_2+4)^2 \geq 12; \quad k^2+4 \geq 2\sqrt{3}, \quad \text{або} \quad k^2+4 \leq -2\sqrt{3}.$$

Очевидно, що випадок $k_2 \leq -4 - 2\sqrt{3}$ треба виключити з розгляду, оскільки при таких значеннях k_2 значення коефіцієнта $k_1 = 2k_2 + 1$ також є від'ємним, а отже, ймовірність $p_3 = k_1 p_1 + k_2 p_2$ теж отримається від'ємною, що є неможливим.

Перша ж нерівність $k_2 \leq -4 - 2\sqrt{3}$ виконується при всіх допустимих значеннях $k_2 \geq -\frac{1}{2}$, бо $2\sqrt{3} - 4 < -\frac{1}{2}$. Розв'язок рівняння

$3p_1^2 - \frac{k_2+4}{k_2+1} p_1 + \frac{1}{(k_2+1)^2} = 0$ запишемо у вигляді:

$$p_1 = \frac{\frac{k_2+4}{k_2+1} \pm \sqrt{\frac{k_2^2+8k_2+4}{(k_2+1)^2}}}{6} = \frac{k_2+4 \pm \sqrt{k_2^2+8k_2+4}}{6(k_2+1)}.$$

Неважко перекопатися, що розв'язок $p_1 = \frac{k_2 + 4 + \sqrt{k_2^2 + 8k_2 + 4}}{6(k_2 + 1)}$ не

задовольняє умову $p_1 < \frac{1}{2(k_2 + 1)}$. Справді, нерівність

$\frac{k_2 + 4 + \sqrt{k_2^2 + 8k_2 + 4}}{6(k_2 + 1)} < \frac{1}{2(k_2 + 1)}$ при $k_2 > -1/2 > -1$ еквівалентна нерівності

$k_2 + 4 + \sqrt{k_2^2 + 8k_2 + 4} < 3$; $\sqrt{k_2^2 + 8k_2 + 4} < -1 - k_2 < 0$, що є неможливим.

Перевіримо тепер, чи виконується умова $p_1 < \frac{1}{2(k_2 + 1)}$ для розв'язку

$$p_1 = \frac{k_2 + 4 - \sqrt{k_2^2 + 8k_2 + 4}}{6(k_2 + 1)} :$$

$$\frac{k_2 + 4 - \sqrt{k_2^2 + 8k_2 + 4}}{6(k_2 + 1)} < \frac{1}{2(k_2 + 1)}; \quad k_2 + 1 < \sqrt{k_2^2 + 8k_2 + 4};$$

$$2k_2 + 1 < 8k_2 + 4; \quad 6k_2 + 3 > 0; \quad 2k_2 + 1 > 0,$$

тобто при $k_2 > -1/2$ ймовірність економічного стану θ_1 обчислюється за формулою:

$$p_1 = \frac{k_2 + 4 - \sqrt{k_2^2 + 8k_2 + 4}}{6(k_2 + 1)}. \quad (3.27)$$

Ймовірність

$$p_2 = \frac{1}{k_2 + 1} - 2p_1 = \frac{1}{k_2 + 1} - 2 \frac{k_2 + 4 - \sqrt{k_2^2 + 8k_2 + 4}}{6(k_2 + 1)} = \frac{-2k_2 - 2 + 2\sqrt{k_2^2 + 8k_2 + 4}}{6(k_2 + 1)}. \quad (3.28)$$

I, нарешті, ймовірність

$$p_3 = \frac{k_2}{k_2 + 1} + p_1 = \frac{k_2}{k_2 + 1} + \frac{k_2 + 4 - \sqrt{k_2^2 + 8k_2 + 4}}{6(k_2 + 1)} = \frac{7k_2 + 4 - \sqrt{k_2^2 + 8k_2 + 4}}{6(k_2 + 1)}. \quad (3.29)$$

На рис.3.11 наведено результати обчислення ймовірностей за отриманими в цьому підпункті формулами (3.27-3.29), математичне сподівання прибутку (3.16) і міру ризику (дисперсію) (3.18) при $k_2 = 3$. Як видно з результатів обчислень рішення \square є кращим за рішення \square як за критерієм максимуму

сподіваного прибутку, так і за критерієм мінімуму ризику. Програму обчислення подано в додатку Ж. рис. 6.

Якщо ж для масиву $f_{ij}(i = \overline{1,3}, j = \overline{1,2})$ користуватися принципом невизначеності Бернуллі, то потрібно вважати, що $p_1 = p_2$ і $p_3 = k_1 p_1 + k_2 p_2 = (3k_2 + 1)p_1 = 10p_1$.

```

Python 3.7.3 Shell
File Edit Shell Debug Options Window Help
Python 3.7.3 (v3.7.3:ef4e06ed12, Mar 25 2019, 22:22:05) [MSC v.1916 64 bit (AMD64)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>>
===== RESTART: G:\розв'язки 3\4.10.py =====
введіть k: 3
pidkor= 6.082762530298219
p1= 0.03821822790424086 p2= 0.17356354419151826 p3= 0.7882182279042409

введіть x11: 10000
введіть x12: 20000
введіть x13: 25000
введіть x21: 20000
введіть x22: 12000
введіть x23: 25000
x11= 10000 x12= 20000 x13= 25000
x21= 20000 x22= 12000 x23= 25000
James= 23558.908860478798 22552.58278598906

James matrix
[[10000, 20000, 25000], [20000, 12000, 25000]]

James vidhyl max
[[[3.3790143034231456e+16, 159839798422191.9, 4217634099793.9473], [159839798422191.9, 1.7845037265053698e+16, 4217634099793.9473]]]

s=
[1322466165392256.2, 3106681123872792.5]

mins= 1322466165392256.2

dm=
4.364101836918117e+31

James vidhyl ser
[[[3.3790143034231456e+16, 159839798422191.9, 4217634099793.9473], [159839798422191.9, 1.7845037265053698e+16, 4217634099793.9473]]]

ss=
[1322466165392256.2, 3106681123872792.5]

mins= 1322466165392256.2

dm=
5.527149489299822e+31

введіть k1: 3
p1= 0.03821822790424086 p2= 0.03821822790424086 p3= 0.9235635441915182

x11= 10000 x12= 20000 x13= 25000
x21= 20000 x22= 12000 x23= 25000
Bernulli= 24235.63544191518 24312.07189772366 |

Bernul matrix
[[10000, 20000, 25000], [20000, 12000, 25000]]

Bernul vidhyl max
[[[3.3790143034231456e+16, 159839798422191.9, 4217634099793.9473], [159839798422191.9, 1.7845037265053698e+16, 4217634099793.9473]]]

s=
[1322466165392256.2, 3106681123872792.5]

mins= 1322466165392256.2

dm=
4.363756287160396e+31

Bernul vidhyl ser
[[[3.3790143034231456e+16, 159839798422191.9, 4217634099793.9473], [159839798422191.9, 1.7845037265053698e+16, 4217634099793.9473]]]

ss=
[1322466165392256.2, 3106681123872792.5]

mins= 1322466165392256.2

dm=
1.2171410009196601e+31

>>>

```

Рис.3.11. Результати можливого варіанту прийняття рішень за принципами

Гіббса-Джейнса і Бернуллі за умови, що $p_3 = k_1 \cdot p_1 + k_2 \cdot p_2$ і $k_1 = 2k_2 + 1$

Джерело: розрахунки автора в середовищі Python

Підставляючи ці ймовірності в рівняння $p_1 + p_2 + p_3 = 1$, отримаємо, що

$p_1 = p_2 = \frac{1}{12}$ і $p_3 = \frac{5}{6}$. При таких ймовірностях, як видно з розрахунків,

кращим є рішення x_2 , отже за обома критеріями: максимуму сподіваного ВРП і мінімуму дисперсії.

Випадок 3: $\frac{k_1+1}{k_2+1} = \frac{1}{2}$.

Звідси $k_2 = 2k_1 + 1$ або $k_1 = \frac{1}{2}k_2 - \frac{1}{2}$. Підставляючи цей вираз у рівняння з

невідомим p_1 , отримаємо:

$$\begin{aligned}
 -\ln p_1 + \frac{1}{2} \ln \left(\frac{1}{k_2+1} - \frac{1}{2} p_1 \right) + \frac{1}{2} \ln \left(\frac{k_2}{k_2+1} - \frac{1}{2} p_1 \right) &= 0; \\
 \ln \left(\left(\frac{1}{k_2+1} - \frac{1}{2} p_1 \right) \left(\frac{k_2}{k_2+1} - \frac{1}{2} p_1 \right) \right) &= \ln p_1^2; \\
 \left(\frac{1}{k_2+1} - \frac{1}{2} p_1 \right) \left(\frac{k_2}{k_2+1} - \frac{1}{2} p_1 \right) &= p_1^2; \\
 \left(\frac{2}{k_2+1} - p_1 \right) \cdot \left(\frac{2k_2}{k_2+1} - p_1 \right) &= 4p_1^2; \\
 \frac{4k_2^2}{(k_2+1)^2} - 2p_1 + 3p_1^2 &= 0.
 \end{aligned}$$

Дискримінант цього рівняння $D = 4 - \frac{48k_2^2}{(k_2+1)^2}$ повинен бути невід'ємним,

$$D \geq 0;$$

$$4 \cdot \left(1 - \frac{12k_2^2}{(k_2+1)^2} \right) \geq 0; \quad \left(\frac{k_2}{k_2+1} \right)^2 \leq \frac{1}{12}; \quad \left| \frac{k_2}{k_2+1} \right| \leq \frac{1}{\sqrt{12}}.$$

Враховуючи те, що в даному випадку коефіцієнт $k_2 > 0$, отримаємо нерівність:

$$\frac{k_2}{k_2+1} \leq \frac{1}{\sqrt{12}}.$$

При цьому обмеженні розв'язок рівняння $3p_1^2 - 2p_1 + \frac{4k_2^2}{(k_2+1)^2} = 0$

обчислюється за формулою:

$$p_{11} = \frac{1 + \sqrt{1 - \frac{12k_2^2}{(k_2 + 1)^2}}}{3} = \frac{k_2 + 1 + \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{3(k_2 + 1)} \quad (3.30)$$

$$\text{або } p_{12} = \frac{k_2 + 1 - \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{3(k_2 + 1)}.$$

Дослідимо тепер, які значення матимуть ймовірності другого і третього прогнозованих станів регіональної економічної системи при p_{11} і p_{12} . Якщо $P(\theta_1) = p_{11} = p_1$, то ймовірність другого стану

$$\begin{aligned} P(\theta_2) = p_{21} &= \frac{1}{k_2 + 1} - \frac{1}{2} p_{11} = \frac{1}{k_2 + 1} - \frac{k_2 + 1 + \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{6(k_2 + 1)} = \\ &= \frac{5 - k_2 - \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{6(k_2 + 1)} = p_2. \end{aligned} \quad (3.31)$$

Ймовірність стану θ_3 :

$$P(\theta_3) = p_{31} = \frac{k_2}{k_2 + 1} - \frac{1}{2} p_{11} = \frac{k_2}{k_2 + 1} - \frac{k_2 + 1 + \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{6(k_2 + 1)} = \frac{5k_2 - 1 - \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{6(k_2 + 1)} = p_2. \quad (3.32)$$

Дослідимо тепер, при яких значеннях k_2 цей вираз буде додатним. Очевидно, необхідною умовою його додатності є нерівність $5k_2 - 1 \geq 0$ або $k_2 \geq 1/5$. За цієї умови розв'яжемо нерівність:

$$\frac{5k_2 - 1 - \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{6(k_2 + 1)} \geq 0.$$

Отримаємо:

$$\begin{aligned} 5k_2 - 1 &\geq \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}; \quad 25k_2^2 - 10k_2 + 1 \geq 1 + 2k_2 - 11k_2^2; \\ 36k_2^2 - 12k_2 &\geq 0; \quad 12k_2(3k_2 - 1) \geq 0; \quad k_2 \geq \frac{1}{3}. \end{aligned}$$

Отже, отримані формули виражають ймовірності прогнозованих станів регіональної економічної системи при значеннях k_2 з відрізка $k_2 \in \left[\frac{1}{3}; \frac{1}{2\sqrt{3}-1} \right]$. У випадку, коли ймовірність стану θ_1 виражається формулою:

$p_{12} = \frac{k_2 + 1 - \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{3(k_2 + 1)}$, ймовірності інших станів дорівнюють:

$$p_{22} = \frac{1}{k_2 + 1} - \frac{1}{2} p_{12} = \frac{5 - k_2 + \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{6(k_2 + 1)}; \quad p_{32} = \frac{5k_2 - 1 + \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{6(k_2 + 1)}.$$

З'ясуємо тепер, при яких значеннях k_2 отримані вирази знаходяться у межах від 0 до 1; для цього досить розв'язати нерівність $p_{12} \geq 0$; або

$$\frac{k_2 + 1 - \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{3(k_2 + 1)} \geq 0; \quad k_2 + 1 \geq \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2};$$

$$k_2^2 + 2k_2 + 1 \geq 1 + 2k_2 - 11k_2^2; \quad 12k_2^2 \geq 0.$$

Як бачимо, ця нерівність виконується для довільних додатних значень k_2 , що не перевищують числа $\frac{1}{2\sqrt{3}-1}$. Отже, якщо $0 < k_2 \leq 1/3$, то для прийняття

ефективного рішення ймовірності прогнозованих станів регіональної економічної системи доцільно обчислювати за формулами:

$$\begin{aligned} P(\theta_1) &= p_1 = \frac{1}{3} - \frac{\sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{3(k_2 + 1)}; \\ P(\theta_2) &= p_2 = \frac{1}{k_2 + 1} - \frac{1}{2} p_1; \\ P(\theta_3) &= p_3 = 1 - p_1 - p_2. \end{aligned} \quad (3.33)$$

На рис.3.12 наведено приклад обчислення ймовірностей за формулами (3.33) і математичних сподівань (3.16) на їх основі для рішень x_1 і x_2 при певних кількісних характеристиках для кожного прогнозованого економічного стану. Програму обчислення подано у додатку Ж.рис.6. Як видно з отриманого результату, в цьому випадку рішення x_2 має перевагу над рішенням x_1 . Якби треба було скористатися принципом Бернуллі, тобто вважати, що $p_1 = p_2$ та $p_3 = k_1 p_1 + k_2 p_2 = (k_1 + k_2) p_1 = \left(\frac{1}{2} k_2 - \frac{1}{2}\right) p_1 + k_2 p_1 = -0,2 p_1 < 0$, що не можливо. Отже, принцип Бернуллі в даному випадку застосувати не можна.


```

Python 3.7.3 Shell
File Edit Shell Debug Options Window Help
Python 3.7.3 (v3.7.3:ef4ec6ed12, Mar 25 2019, 22:22:05) [MSC v.1916 64 bit (AMD64)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>>
===== RESTART: G:\4.100.py =====
p1= 0.3333333333333333 p2= 0.3333333333333333 p3= 0.6666666666666665

введіть x11: 20000
введіть x12: 10000
введіть x13: 30000
введіть x21: 10000
введіть x22: 15000
введіть x23: 20000
x11= 20000 x12= 10000 x13= 30000
x21= 10000 x22= 15000 x23= 20000
James= 29999.999999999996 21666.666666666664

введіть k: 0.2
p1= 0.7252516921786418 p2= 0.47070748724401246 p3= -0.19595917942265428

```

Рис.3.12 Обчислення невідомих ймовірностей економічних станів за принципами Гіббса-Джейнса і Бернуллі за умови, що $p_3 = k_1 \cdot p_1 + k_2 \cdot p_2$; $k_2 = 2k_1 + 1$ і

$$0 < k_1 < 1/3$$

Джерело: розрахунки автора в середовищі Python

Якщо ж $\frac{1}{3} < k_2 < \frac{1}{2\sqrt{3}-1}$, то є дві різні можливості оцінити невідомі ймовірності. Для однозначного вибору треба тоді порівняти відповідні значення ентропії H у точках (p_{11}, p_{21}, p_{31}) і (p_{12}, p_{22}, p_{32}) .

$$\begin{aligned}
 H(p_{11}, p_{21}, p_{31}) = & -\frac{k_2 + 1 + \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{3(k_2 + 1)} \cdot \ln \left(\frac{k_2 + 1 + \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{3(k_2 + 1)} \right) - \\
 & - \left(\frac{5 - k_2 - \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{6(k_2 + 1)} \right) \cdot \ln \left(\frac{5 - k_2 - \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{6(k_2 + 1)} \right) - \\
 & - \frac{5k_2 - 1 - \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{6(k_2 + 1)} \cdot \ln \left(\frac{5k_2 - 1 - \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{6(k_2 + 1)} \right);
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
H(p_{12}, p_{22}, p_{32}) = & -\frac{k_2 + 1 - \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{3(k_2 + 1)} \cdot \ln \left(\frac{k_2 + 1 - \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{3(k_2 + 1)} \right) - \\
& - \left(\frac{5 - k_2 + \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{6(k_2 + 1)} \right) \cdot \ln \left(\frac{5 - k_2 + \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{6(k_2 + 1)} \right) - \\
& - \frac{5k_2 - 1 + \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{6(k_2 + 1)} \cdot \ln \left(\frac{5k_2 - 1 + \sqrt{1 + 2k_2 - 11k_2^2}}{6(k_2 + 1)} \right).
\end{aligned}$$

Якщо $H(p_{11}, p_{21}, p_{31}) > H(p_{12}, p_{22}, p_{32})$, то ймовірності станів $P(\theta_1) = p_{11}$, $P(\theta_2) = p_{21}$, $P(\theta_3) = p_{31}$. У протилежному випадку $P(\theta_1) = p_{12}$, $P(\theta_2) = p_{22}$, $P(\theta_3) = p_{32}$.

3.3. Вектори формування структурної регіональної політики

Виклики сучасного етапу розвитку держави об'єктивно вимагають посилення уваги до формування й реалізації державної регіональної політики, одним із пріоритетних напрямів якої є регіональна структурна політика. Останню розглядають як сукупність практичних заходів, спрямованих на зміну внутрішніх пропорцій в регіональній економічній системі. Структурна політика передбачає обґрунтування цілей та характеру структурних зрушень, визначення комплексу заходів щодо підтримки розвитку тих елементів.

Реалізація сучасної структурної політики України передбачає наявність цілей та завдань структурної корекції регіональної економіки, використання інструментарію впливу на формування та коригування основних структурних пропорцій, ефективне регулювання структурної перебудови регіональної економіки.

Пріоритетними напрямами для дослідження розвитку Західного економічного регіону у нашій дисертації стали:

- дослідження теоретичного базису функціонування економічного регіону;
- виявлення особливостей процесів формування структури економіки регіону;

- систематизування сучасного досвіду моделювання оптимальної структури економіки регіону;
- здійснення структурно-динамічного аналізу економіки регіону;
- розроблення методів та моделей для багатофакторного оцінювання структури економіки регіону;
- сформовано моделі і підходи до прогнозування оптимальної структури економіки регіону;
- запропоновано інструментарій прогнозування оптимальної галузевої структури економіки регіону;
- розроблення моделі вибору оптимальної структури економіки регіону в умовах ризику і невизначеності;
- визначення пріоритетних напрямів удосконалення структури економіки регіону.

У програмних документах уряду України визначено такі цілі структурної політики, які мають стратегічне і тактичне спрямування: встановлення оптимальних макроекономічних пропорцій та формування раціональної структури регіональної економіки; формування інноваційної моделі економічного розвитку; підвищення конкурентоспроможності вітчизняного виробництва та збільшення експортного потенціалу країни; розвиток виробництв, які здатні на внутрішньому ринку замінити імпорتنу продукцію; зниження ресурсомісткості і насамперед енергоємності виробництва; розвиток конкуренції через реструктуризацію та диверсифікацію виробництва.

Під час формування структурної політики важливе значення має вибір пріоритетних напрямів розвитку окремих видів виробництв, галузей, регіонів. При цьому враховують такі критерії пріоритетності:

1) наукомісткість і високотехнологічність виробництва, тобто коли галузь функціонує на використанні новітніх технологій, які відповідають світовим зразкам, а вироблена продукція задовольняє вимоги споживачів і є конкурентоспроможною;

- 2) експортний потенціал галузі (продукція підприємств такої галузі демонструє можливості швидкого нарощування експорту, склалися сприятливі умови та перспективи посилення конкурентоспроможності на зовнішніх ринках, є стійкі конкурентні переваги галузі);
- 3) перспективи попиту на продукцію галузі на внутрішньому ринку;
- 4) досягнення вищої індустріальної стадії розвитку;
- 5) мінімізація залежності від імпорту сировини, енергії та зниження ресурсомісткості виробництва до оптимального рівня;
- 6) позитивний побічний ефект (якщо прискорений розвиток цієї галузі сприяє підвищенню ефективності в інших секторах економіки, зумовлює мультиплікативний ефект в економіці, вона є пріоритетною);
- 7) можливість вирішення соціальних та екологічних проблем, гарантування безпеки країни, забезпечення зростання наукового та інтелектуального потенціалу країни.

До концептуальних орієнтирів структурної перебудови економіки України, які створюють умови її здійснення, слід віднести: подолання технічної відсталості та оновлення технологій; реструктуризацію виробництва; збільшення порівняльних переваг національних виробників відносно іноземних конкурентів; згорання енергоємних трудо- та матеріаломістких галузей і товарних груп; розвиток ресурсозберігаючих виробництв; пропорційний територіальний розвиток; формування розвинутого споживчого сектору; зниження негативних наслідків структурних перетворень для ринку праці (структурного безробіття); підвищення соціальної орієнтації економіки.

Важливий напрям структурного реформування економіки пов'язаний зі збереженням та послідовним нарощуванням економічного потенціалу на основі ефективного використання як внутрішніх територіально-ресурсних можливостей, так і тих, що виникають у результаті поглиблення економічної глобалізації та інтеграції.

Досягнення поставлених цілей передбачає використання таких інструментів як державні інвестиції, пільгові кредити, субсидії, державні

(регіональні) програми, державна підтримка, державні гарантії приватним інвесторам, пільги в оподаткуванні та інвестуванні, державні замовлення та закупки.

Важливим етапом в системі стратегічного і тактичного планування, що дозволяє точніше орієнтуватися у складній економічній ситуації, - є моделювання майбутнього розвитку регіону відповідно до позначених пріоритетів. Тому потрібно знаходити оптимальні шляхи реалізації намічених цілей. Ключовою проблемою при розробці стратегій і програм розвитку виступає надійність прогнозів, зміни внутрішніх та зовнішніх умов функціонування регіональної економічної системи.

Регіональна економіка не існує сама по собі і входить до складу систем більш високого порядку, тому її розвиток багато в чому залежить від стану економіки в світі та країні, який постійно знаходиться в динаміці, а нестабільність соціально-економічних процесів стає нормою розвитку сучасного суспільства[4]. В силу цих причин точно передбачити характер змін і ступінь впливу всіх факторів в їх взаємозалежності практично неможливо. Класичним прикладом є сучасні процеси на світових ринках, які протягом чотирьох років важко було прогнозувати, а ступінь їх впливу виявилася суттєвою як для економіки України, так і для економіки окремих регіонів.

Розробка науково обґрунтованих короткострокових, середньострокових, довгострокових прогнозів, стратегій і програм соціально-економічного розвитку регіону є однією з найважливіших функцій органів регіональної виконавчої влади. Успішне виконання цієї функції багато в чому залежить від методології прогнозування соціально-економічної діяльності регіону і врахування особливостей територіального розвитку. Традиційні технології прогнозування регіонального розвитку, як показали результати дослідження, мають ряд стримуючих факторів:

➤ недостатня діагностика системного взаємозв'язку соціально-економічних показників (населення, трудові ресурси, промисловість, сільське господарство,

капітальні вкладення, доходи і витрати бюджету, фінансові ресурси та витрати, валовий регіональний продукт, тощо);[5]

- істотне переважання інтуїтивних методів прогнозування над формалізованими;
- недостатня повнота і непослідовність вихідної статистичної інформації.

У підсумку результати прогнозування, особливо на довгостроковий період, мають елемент суперечливості. Виникає необхідність додаткового узгодження прогнозних розрахунків регіонального рівня з метою усунення невідповідностей. При цьому будь-яка зміна в сценарії прогнозування веде до повторення трудомістких і неформалізованих процедур.

Важливими напрямками вдосконалення системи регіонального прогнозування повинні стати підвищення якості та повноти вихідних даних, що використовуються для проведення прогнозних розрахунків, а також оновлення технологій обробки, систематизації та аналізу ретроспективної інформації, на основі якої формується образ майбутнього.

Треба відзначити, що в даний час при прогнозуванні в основному використовуються результати ретроспективного аналізу соціально-економічних умов регіонів за останні кілька років. Дані короткочасних спостережень дозволяють визначити досягнутий рівень розвитку регіонів, але не дають уявлення про динаміку цього рівня в середньостроковій і довгостроковій ретроспективі, не розкривають процеси, що мають глибоке історичне коріння та роблять негативний або позитивний вплив на сучасний і майбутній розвиток. Це призводить до недооцінки існуючих регіональних проблем, неефективного їх вирішення в реалізованих стратегіях і програмах розвитку.

Комплексне використання результатів ретроспективного дослідження з різною глибиною аналізу динаміки рівня соціально-економічного розвитку регіонів розширює можливості регіонального прогнозування.

Даний підхід дозволяє пов'язати проблеми поточного розвитку регіонів з проблемами, що мають глибоке історичне коріння, обґрунтувати систему

заходів, спрямованих на зниження і запобігання негативного впливу подій минулого на сучасний та майбутній розвиток.

Удосконалення прогнозування шляхом широкого застосування економіко-математичних моделей поряд з методами експертних оцінок є перспективним напрямком. Досягнення цієї мети передбачає вирішення питань теорії, методології та методики системного математичного моделювання економічних процесів, розробку комплексу моделей прогнозування соціально-економічного розвитку, відповідного інформаційного, математичного та програмного забезпечення прогнозних розрахунків.

Динамічно розвиваються інформаційні технології, які на сьогоднішній день дозволяють моделювати соціально-економічний розвиток регіону, який при цьому розглядається як складна динамічна система, що складається з безлічі підсистем та володіють певними властивостями і мають власні цілі.

Соціально-економічна система регіону як об'єкт моделювання має такі особливості:[3]

- ✓ унікальність, існуючі аналоги таких об'єктів значно відрізняються один від одного;
- ✓ складна взаємодія підсистем;
- ✓ недостатній рівень структурованості теоретичних і практичних знань про систему;
- ✓ різномірність підсистем;
- ✓ високий рівень динамічності;
- ✓ випадковість і невизначеність факторів;
- ✓ багатокритеріальних оцінок процесів, що протікають в системі.

Складність вибору однозначної оцінки визначається наступними обставинами:

- наявністю великої кількості підсистем, кожна з яких виконує свої цілі і завдання;
- множинністю показників;

- відсутністю формалізованих критеріїв, що дозволяють адекватно оцінити досліджувані процеси в системі.[6]

Істотно стримуючим фактором в цьому напрямку виступають проблеми, пов'язані з обмеженнями рівня розвитку наук економіки і математики як мови, що описує формальні відносини. На жаль, поки не створені адекватні формалізовані теорії, які дозволили б в повній мірі і системно використовувати накопичений емпіричний матеріал в прогностичних розробках. Набір відомих економіці фундаментальних законів також поки що недостатній для формалізації залежностей, що комплексно описують майбутній розвиток складних регіональних систем.

У цих умовах важливим напрямком наукових досліджень повинен стати системний аналіз економіки регіону, в якому методологія математичного моделювання складних систем синтезується з досягненнями сучасної економічної теорії. Зусилля мають бути зосереджені на розробці методів опису реальних економічних відносин у досліджуваній системі. Особливі труднощі представляють моделювання та на його основі прогнозування перехідної економіки. Внаслідок її еволюції кожен новий етап розвитку передбачає створення нової моделі, що базується на системному аналізі змінених економічних відносин. Нові економічні відносини описуються іншими змінними і співвідношеннями, як правило вимагають використання більш досконалих математичних методів аналізу та моделювання.

Проведений в цьому дослідженні аналіз моделей прогнозування української економіки показав істотну різноманітність внутрішньої структури і логіки функціонування моделей, створених різними дослідницькими групами, що ускладнює їх порівнянність. В той же час не можна не відзначити той факт, що в даний час активно створюються не просто різні моделі, але і розвиваються різні підходи до моделювання регіональних економічних систем.

Існує багато економетричних моделей, творці яких основний акцент роблять на пошуку стійких кореляційних зв'язків, які спостерігаються між показниками. У той же час велика увага приділяється балансовим моделям[2], в

яких описано економічні механізми регулювання, які замінюються дослідженнями траєкторій розвитку, допустимих з технологічної точки зору.

Останнім часом великий інтерес викликають моделі, засновані на методах опису поведінки економічних суб'єктів, які постійно намагаються знайти нові засоби досягнення своїх інтересів в умовах постійно мінливої соціально-економічної системи

По суті розглянуті моделі описують поки що різні ракурси складної економічної системи, в них використовуються різні набори понять та методів, і за рамками моделі залишаються невидимими значущі явища.

Проте продовження дослідницької роботи в цьому напрямку забезпечить основу для створення універсальних моделей, які легко настроюються для цілей прогнозування розвитку соціально-економічної системи будь-якої складності.

На даний час в органах державної влади суб'єктів України існують проблеми із забезпеченням програмного забезпечення, необхідного для прогнозування. Часто це пов'язано з відсутністю нормативно правових актів, що регулюють дане питання. Кожен суб'єкт самостійно забезпечує процес прогнозування необхідним програмним забезпеченням, розробка і супровід якого здійснюється за рахунок коштів регіонального бюджету.

Багато регіонів самостійно забезпечують розробку необхідних програмних продуктів для підтримки прийняття рішень, в тому числі і програмного забезпечення процесу прогнозування соціально-економічного розвитку, що призводить до позитивних результатів.[7] Основний з них полягає в кінцевому підвищенні якості розроблюваних прогнозів. Однак, подібний підхід в рамках всієї країни є нераціональним з фінансової точки зору та допускає наявність різних методик прогнозування одних і тих же показників у різних регіонах, а також поява цих проблем зводить прогнозні дані на рівні регіону і формує єдиний інформаційний простір.

Для вирішення зазначених проблем є доцільним створення і впровадження на території всіх суб'єктів країни єдиного інформаційно-аналітичного комплексу із залученням комерційних структур, які професійно займаються

прогнозуванням. Подібний підхід буде відповідати конкретним потребам органів державної влади регіонального рівня.

Фінансування запропонованого підходу за рахунок коштів регіонального бюджету буде виправдано, оскільки вартість розробки єдиного програмного продукту буде істотно дешевше розробки аналогічних продуктів на замовлення кожного регіону країни в окремо. Крім цього, наявність єдиного сховища даних по всіх регіонах України дозволить на регіональному рівні більш якісно здійснювати оцінку та контроль прогнозних індикаторів соціально-економічного розвитку окремих регіонів, а також оперативно отримувати систематизовану інформацію із досліджуваних напрямків в регіональному розрізі.

В умовах єдиного програмного забезпечення спрощуються процедури технологічного оновлення процесу прогнозування і впровадження «Пілотних» проектів спочатку в окремо взятому регіоні, а пізніше на території всіх регіонів України.

В рамках заходів щодо вдосконалення регіональної системи соціально-економічного прогнозування в Західному економічному регіоні вважаємо за доцільне внести пропозицію про створення на території регіону колегіального незалежного органу, призначення якого вбачається в консолідації зусиль регіональних органів державної влади, вищих навчальних закладів, представників промислового, аграрного та торгового секторів економіки, банківського сектора, спрямованих на вирішення проблемних питань прогнозної діяльності та обговорення цільових орієнтирів перспективного розвитку економіки регіону.

В умовах роботи комітету в найбільш повній мірі може бути використаний потенціал вищих навчальних закладів в розробці методології прогнозування, проведенні регіональних досліджень і здійсненні науково обґрунтованої експертної оцінки результатів прогнозної роботи, а також підготовки рекомендацій щодо вдосконалення регіональної системи прогнозування.

Участь представників базових секторів економіки і банківського сектора в обговоренні питань майбутнього соціально-економічного розвитку дозволить знайти найбільш оптимальні шляхи досягнення бажаних прогнозних параметрів, а також підвищить рівень їх зацікавленості в реалізації планових та програмних документів, розроблених на основі прогнозних розрахунків.

На підставі вищевикладеного сформулюємо пропозиції щодо вдосконалення регіональної системи соціально-економічного прогнозування на території регіонів України. (Таблиця 3.1)

Таблиця 3.1

Проблеми системи прогнозування соціально-економічного розвитку регіону та можливі шляхи їх вирішення

Основні проблеми	Можливі шляхи вирішення
<ul style="list-style-type: none"> - документи регіонального рівня потребують актуалізації і конкретизації; - документи регіонального рівня істотно відрізняються як за складом, так за змістом. 	<p>законодавством регіонального рівня важливо визначити:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятійний апарат; - перелік, склад і структуру прогнозних документів для кожного рівня державної влади; - відповідальність за підготовку документів та їх адекватність; - критерії оцінки якості прогнозів і процедуру контролю якості підготовки прогнозних документів
<ul style="list-style-type: none"> - незадовільна якість статистичної інформації і прогнозних розрахунків; - несумісність даних за різні періоди часу в силу появи нових показників, зміни методики розрахунків, розрахунок показників із запізненням понад рік; - недооблік даних тіньового сектору економіки; - недостатній рівень системності, комплексності та гнучкості прогнозних розрахунків, прогнозування ведеться за розрізненими групами показників без їх глибокої системної ув'язки; - непрозорість регіональних прогнозів. 	<p>усунення проблем непорівнянності даних за різні періоди часу шляхом перерахунку органами статистики даних відповідно до нової методики, розробка і застосування методик розрахунку прихованої економіки;</p> <ul style="list-style-type: none"> - розробка і широке використання економіко-математичних моделей, що описують багатосторонні зв'язки із соціально-економічними параметрами, і дозволяють гнучко перебудувати систему зв'язків в умовах мінливої ситуації; - постійний моніторинг економічної ситуації в регіоні і публікація його результатів в ЗМІ, суспільне обговорення проектів прогнозів із залученням експертів в області прогнозування.
<ul style="list-style-type: none"> - недостатній рівень математичної формалізації залежностей; - комплексно описують розвиток складних регіональних систем; 	<ul style="list-style-type: none"> - важливим напрямком наукових досліджень повинен стати системний аналіз економіки регіону, в якому методологія математичного моделювання складних систем синтезується з

<ul style="list-style-type: none"> - різномірність інформаційно-програмного забезпечення прогностичної діяльності в регіонах; - вузьке коло організацій, що займаються прогнозуванням на комерційній основі. 	<ul style="list-style-type: none"> досягненнями сучасної економічної теорії; - розробка на регіональному рівні єдиних вимог і стандартів до програмного забезпечення, використовуваному для цілей прогнозування регіональними органами влади; - залучення комерційних структур і науково дослідних інститутів, які професійно займаються прогнозуванням, для розробки програмного забезпечення в регіонах; - ліцензування прогностичної діяльності і розвиток інституту комерційного прогнозування, а надалі розгляд питання про можливий перехід до аутсорсингу в питаннях розробки прогнозів.
<ul style="list-style-type: none"> - відсутність можливості активної участі в розробці стратегічно важливих для регіону прогностичних документів з боку представників науки, бізнесу, громадянського суспільства; - відсутність незалежного контролю з боку органів влади федерального рівня за якістю підготовки прогнозів. 	<ul style="list-style-type: none"> - консолідація зусиль регіональних органів державної влади, вищих навчальних закладів, представників основних секторів економіки, банківського сектора, спрямованих на вдосконалення регіональної системи соціально-економічного прогнозування шляхом створення колегіального незалежного органу з питань стратегічного планування; - забезпечення незалежного контролю з боку федеральних органів влади.

Джерело: розроблено автором

Реалізація комплексу перерахованих вище заходів щодо вдосконалення системи прогнозування соціально-економічного розвитку регіону дозволить, на наш погляд, підвищити якість розроблюваних прогнозів, а також забезпечить ефективне використання прогностичних розрахунків в управлінській діяльності регіональних органів влади.

На закінчення хотілося б звернути увагу ще на один важливий момент, який має політичне забарвлення і негативно впливає на виконання прогностичних функцій та полягає в тому, що прогнозування як важливий елемент стратегування часто розглядається органами державної влади в якості ефективного інструменту в конкурентній боротьбі з іншими регіонами за залучення державної фінансової підтримки, інвестицій. В результаті в регіональних стратегіях ставляться надто амбітні цілі і завдання, які не

підкріплені реальним потенціалом, а прогнозні розрахунки підлаштовуються під ці завдання.

Прогнозування в умовах реформування, переходу економіки на нові принципи функціонування, коли фактор невизначеності досить високий, - складне завдання. Проте регіони України поступово накопичують знання і досвід з питань регіональних прогнозних досліджень, в тому числі в умовах настання кризових явищ, що, в свою чергу, робить позитивний вплив на розвиток всієї системи стратегічного планування та державного управління.

Таким чином, вдосконалення системи прогнозування соціально-економічного розвитку регіонів має здійснюватися комплексно і за участю органів регіонального рівня. Реалізація зазначених напрямів удосконалення, які зачіпають структурні аспекти ситуації, системи, принципи її функціонування та використання інструментарію дозволить підвищити якість прогнозової діяльності та створить умови для прийняття органами державної влади стратегічно правильних і обґрунтованих рішень.

Таким чином, забезпечити стає збалансоване економічне зростання країни, ефективну структурну регіональну політику здатна грошово-кредитна політика, пріоритетом якої є стабілізація темпів інфляції на основі створення умов для нарощування пропозиції товарів і послуг через розвиток конкуренції, вдосконалення ринкової інфраструктури, розвиток механізмів раціонального розміщення та ефективного використання фінансових ресурсів шляхом комплексного застосування заходів грошово-кредитної, податкової, конкурентної, структурної політики, шляхом створення гнучкої та ефективної інституційної системи мобілізації і розміщення позичкових капіталів, розвитку механізмів довгострокового кредитування, заохочення сполучення капіталів комерційних банків і промислових підприємств, що дозволяють спрямувати грошові ресурси у модернізацію виробництва.

Висновки до розділу 3

Щоб забезпечити реалізацію інноваційного вектора модернізації економіки Західного економічного регіону, було здійснено:

1. Сформовано моделі і підходи для прогнозування оптимальної структури економіки регіону залежно від його економічного стану, що дає змогу приймати управлінські рішення в умовах невизначеності і ризиковості, і на відміну від існуючих моделей базується на теоретико-ігровому підході до прийняття рішень за принципами Гіббса-Джейнса і Бернуллі;
2. Багатофакторне моделювання з використанням факторного, дискримінантного, канонічного аналізу дало змогу ідентифікувати існування двох латентних факторів впливу на економіку регіонів, що являють собою відображення структури зв'язків окремих складових галузевої структури економіки регіону, які здійснюють вплив на результуючі показники (ВРП і валовий випуск).
3. Отримані експериментальні оцінки з використанням розробленої моделі засвідчили, що оптимальна галузева структура економіки регіону визначає економічний стан і економічний результат однозначно і враховує ідентифіковані латентні чинники структурного взаємозв'язку складових.
4. Розроблено ймовірно-ігрову модель вибору оптимальної галузевої структури економіки регіону в умовах невизначеності на основі басівського підходу в умовах невизначеності і ризику.
5. Запропоновано інструментарій прогнозування оптимальної галузевої структури економіки регіону, а саме: мова програмування Python, ПП - Microsoft Visio, ПП - *STATISTICA* 10.0 та ін;
6. Визначено пріоритетні напрямки вдосконалення структури економіки регіону.

Основні результати досліджень, отримані автором у ході написання розділу, опубліковані у роботах[41, 42, 45, 49]

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі запропоновано вирішення актуального науково-практичного завдання моделювання оптимальної галузевої структури економіки регіону та розроблено моделі оцінки, прогнозування і вибору оптимальної структури економіки регіону. Результати проведеного дослідження дають можливість зробити такі висновки:

1. Галузева структура регіональної економіки, як детермінанта формування кількісних та якісних закономірностей та тенденцій розвитку системи економічних відносин регіону є сукупністю елементів економічної системи та множини зв'язків, що формуються під впливом екзогенних та ендогенних чинників, пропорційне співвідношення яких створює підґрунтя для стійкого, стабільного і сталого розвитку регіональної економіки, тому система принципів оптимізації структури економіки регіону має складатися з наступних принципів: цілісність, системність, структурність, ієрархічність та стійкість, а також запропонований принцип еволюційної циклічності, що характеризує динамічність та еволюційність зміни структури економіки регіону під впливом внутрішніх і зовнішніх трансформацій.

2. Сучасний досвід моделювання оптимальної структури економіки регіону свідчить про переважання комплексних підходів на базі поєднання різних методів математичного, статистичного та комп'ютерного моделювання економічних процесів, що зумовлене необхідністю врахування багаторозмірності масивів вхідних змінних та багатофакторністю, що характерна процесам формування економіки регіону, необхідністю проведення прогнозних розрахунків з достатньою точністю для оцінки реальних міжгалузевих зв'язків в структурі економіки та генерування сценаріїв стану цієї структури та оцінки результатів її формування у аспекті забезпечення економічного розвитку.

3. Проведений структурно-динамічний аналіз Західного економічного регіону України (Волинська, Івано-Франківська, Закарпатська, Львівська, Рівненська, Тернопільська, Хмельницька, Чернівецька області) показав, що

значних структурних зрушень в економіці регіону протягом останніх п'яти років не спостерігається, що свідчить про консервування застарілої структури економіки, що не забезпечує якісного відтворення і не сприяє економічному розвитку території через існування структурних дисбалансів. Економетричне оцінювання галузевої структури економіки регіону показало, що лінійних зв'язків між її складовими не існує, як і не існує багатофакторного лінійного детермінованого зв'язку між усіма складовими та економічним результатом діяльності регіону - ВРП. Отримане логарифмічне рівняння багатофакторної регресії і проведення його аналізу засвідчило факт низького впливу промисловості на ВРП та майже повну відсутність її міжгалузевих зв'язків у структурі Західного економічного регіону.

4. Багатофакторне моделювання з використанням факторного, дискримінантного, канонічного аналізу дало змогу ідентифікувати існування двох латентних факторів впливу на економіку регіонів, що являють собою відображення структури зв'язків окремих складових галузевої структури економіки регіону (за видами економічної діяльності), які здійснюють вплив на результуючі показники (ВРП і валовий випуск). Отримані адаптивні сплайнові регресійні моделі оптимальної структури економіки регіону за критерієм максимізації ВРП, випуску в основних цінах і випуску в ринкових цінах дали змогу сформуванню прогностичних сценаріїв станів економіки регіону і відповідні їм прогностичні моделі галузевих структур, що можуть бути використані як альтернативи для вибору управлінських рішень при формуванні напрямів структурної галузевої політики на рівні регіонів. Отримані експериментальні оцінки з використанням розробленої моделі засвідчили, що оптимальна галузева структура економіки регіону визначає економічний стан і економічний результат однозначно і враховує ідентифіковані латентні чинники структурного взаємозв'язку складових.

5. Розроблено ймовірно-ігрову модель вибору оптимальної галузевої структури економіки регіону в умовах невизначеності на основі баєсівського підходу в умовах невизначеності і ризику, змодельовані

ймовірності настання реальних економічних станів і відповідні їм оптимальні галузеві структури економіки регіону. Проведене моделювання показало однозначність критеріїв оптимальності галузевої структури економіки регіону (максимізація математичного сподівання ВРП) та дало змогу отримати кількісні оцінки ризику економічних станів та неоптимальних галузевих структур.

Розроблені економіко-математичні методи, моделі та програмне забезпечення у сукупності є практичним інструментарієм моделювання і формування напрямів структурної політики на регіональному рівні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Актуальні проблеми прогнозування розвитку економіки України: Монографія / За ред. О.І.Черняка, П.В.Захарченка. – Бердянськ: Видавець Ткачук О.В., 2017, 371 с.
2. Алаев Э.Б. Социально-экономическая география: Понятийно-терминологический словарь/ Э.Б. Алаев. — М.: Мысль, 1983. — С. 350.
3. Андерсон В. Регіональна конкуренція як фактор соціально-економічного розвитку України в умовах глобалізації / Володимир Андерсон // Агора. Подолання розбіжностей – розвиток особливостей. Вип. 4. – К.: Стилос, 2006. – С. 66–72.
4. Апарин Н. С., Мымрикова Л. С., Заварина Е. С., Рябушкин Б. Т. К вопросу о концепции и содержании системы статистических показателей для анализа социально-экономического развития России и ее регионов // Вопросы статистики. – 1999. – №7. – С. 40.
5. Артеменко Л.Б. Оцінка стану та шляхи забезпечення якісного економічного зростання в Україні / Л.Б. Артеменко, Г.В. Ціх // Сучасні соціально-економічні проблеми теорії та практики розвитку економічних систем [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/21285/2/SSEP_2016_Artemenko_L_B-Otsinka_stanu_ta_shliakhy_32 .pdf](http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/21285/2/SSEP_2016_Artemenko_L_B-Otsinka_stanu_ta_shliakhy_32.pdf)
6. Базиліук А. В. Інклюзивне зростання як основа соціально-економічного розвитку / А. В. Базиліук, О. В. Жулин // Економіка та управління на транспорті. - 2015. - Вип. 1. - С. 19–29. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eut_2015_1_5
7. Бакаев А.А., Костина Н.И., Яровицкий Н.В. Имитационные модели в экономике. – К.: Наукова думка, 1978. – 304 с.
8. Барановський М. О. Наукові засади суспільно-географічного вивчення сільських депресивних територій України: Монографія / М. О. Барановський. – Ніжин: ПП Лисенко М. М., 2009. – 396 с.
9. Безугла В. О. Парадигма економічного зростання в умовах відкритої економіки /В. О. Безугла // Modern trends in scientific thought development:

Materials Digest of the 2nd International Scientific and Practical Conference Economic Sciences, Odessa: InPress, 2011. – P. 160-163

10. Бережная И. В. Структура экономики АР Крым в вопросах регионалистики / И. В. Бережная ; Институт региональных исследований НАН Украины. – Львов, 2004. – 152 с.

11. Беленький П. Ю. Фактори і механізми забезпечення конкурентоспроможності регіону : наук. доп. / наук. ред. П. Ю. Беленький. – Львів : ІРД НАН України, 2005. – 145 с.

12. Біла С.О. Регіональний вимір соціально-економічного розвитку і засади нової регіональної політики: аналіт. доп. /С. О. Біла, О. В. Шевченко, М. О. Кушнір, В. І. Жук [та ін.]. – К.: НІСД, 2013. – 82 с.

13. Біла С.О. Стимулювання економічного зростання на місцевому рівні: аналіт. доп. /С. О. Біла, О. В. Шевченко, М. О. Кушнір, В. І. Жук [та ін.]. – К.: НІСД, 2013. – 88с.

14. Благун І.С. Просторово-структурний аналіз доходів населення / І.С. Благун, Л.І. Дмитришин // Регіональна економіка. – 2013. – № 1 (67). – С. 99–106.

15. Благун І.С. Просторова інтерпретація потенціалу регіональної конкурентоспроможності на основі гравітаційної моделі / І. С. Благун, Л. І. Дмитришин, А.В. Кацедан // Актуальні проблеми економіки. – 2014. – (158). – С. 411–418.

16. Блэк Дж. Экономика. Толковый словарь / Дж. Блэк ; общ. ред. И. М. Осадчей. – М. : ИНФРА-М, Весь Мир, 2000. – 832 с.

17. Борденюк В. Децентралізація державної влади і місцеве самоврядування: поняття, суть та форми (види) / В. Борденюк // Право України [Текст]. – 2010. – № 1. – С. 21-25.

18. Бубенко П.Т. Регіональні аспекти інноваційного розвитку: [Текст] /П.Т. Бубенко / Монографія. – Х.: НТУ «ХПІ», 2002. – 316 с.

19. Бутко М. П. Регіональні особливості економічних трансформацій в перехідній економіці / М. П. Бутко - К.: Знання України, 2005. – 476 с

20. Вахович І.М. Формування конкурентоспроможної економіки регіонів України: [монографія] / І.М. Вахович, В.О. Гавура. – Луцьк, 2013. – 306 с.
21. Вахович І.М. Регіональні асиметрії сталого розвитку України: діагностика та механізми вирівнювання: [Монографія] / І.М. Вахович, О.Є. Табалова. - Луцьк: Друкарня "Волиньполіграф", 2013. - 344 с. 29.
22. Вахович І. М. Сутність асиметрії регіонального розвитку / І. М. Вахович, І. М. Лакатош // Економічні науки. Серія «Економіка та менеджмент»: збірник наукових праць. – Луцький державний технічний університет. [Редкол.: відп. ред. д.е.н., професор Герасимчук З. В.] – Луцьк, 2008. – Випуск 5 (18). – Ч. 1 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nbuiv.gov.ua/Portal/Soc_Gum/en_em/2008_5_1/Zbirnik_EM_08_1_59.pdf
23. Гранберг А. Г. Василий Леонтьев в мировой и отечественной экономической науке / А. Г. Гранберг // Экономический журнал Высшей школы экономики. – 2006. – Т. 10. – № 3. – С. 471-492.
24. Геєць В.М. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування: [підручник] / В.М. Геєць, Т.С. Клебанова, О.І. Черняк, А.В. Ставицький та інші.-2 вид., виправ. –Х.: ВД „ІНЖЕК”, 2008.- 396 с.
25. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики: учебник для вузов / А.Г. Гранберг. — 2-е изд. — М.: ЮНИТИ ДАНА, 2001. — 495 с.
26. Гур'янова Л. С. Моделювання збалансованого соціально-економічного розвитку регіонів /Л. С.Гур'янова. – Бердянськ :ФОП Ткачук О.В., 2013 – 406 с.
27. Данилишин Б.М. Чи замінить децентралізація цілісність державної регіональної політики в Україні. [Електронний ресурс] /Б.М. Данилишин - Режим доступу: <http://www.ukr.lb.ua>
28. Дмитришин Л.І. Моделювання просторово-структурної диференціації грошових доходів населення : монографія / Л. І. Дмитришин, ДВНЗ "Прикарпат. нац. ун-т ім. В. Стефаника".– Івано-Франківськ: Видавець Віктор Дяків, 2013.– 403 с.
29. Дмитришин Л. І. Дослідження диференціації доходів населення в просторово-структурному вимірі / Л. І. Дмитришин, А. В. Кацедан //

Інституціональний вектор економічного розвитку. – 2013. – Вип. 6 (1). – С. 52–59.

30. Дмитришин Л. І. Типологізація регіонів України за рівнем соціального і економічного розвитку / Л. І. Дмитришин // Економіка та підприємництво: зб. наук. праць молодих учених та аспірантів / М-во освіти і науки України, ДВНЗ "Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана"; відп. ред. С. І. Дем'яненко. – 2012. – Вип. 29. – С. 447–455.

31. Дегтярьова І.О. Принципи нової державної регіональної політики України [Електронний ресурс] / І.О. Дегтярьова // Теорія і практика державного управління. – Вип. 3 (26). – Режим доступу: irbisnbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis./cgiirbis_64.

32. Деретулювання економіки: проблеми та перспективи: Монографія / [М. О. Кизим, Ю. Б. Іванов, В. А. Зінченко та ін.] ; під заг. ред. М. О. Кизима і Ю. Б. Іванова. – Х. : ВД «ІНЖЕК», 2014. – 288 с.

33. Державна регіональна політика України : особливості та стратегічні пріоритети [З. С. Варналій, В. Є. Воротін, В. С. Куйбіда, Е. М. Лібанова та ін.] : Монографія / за ред. проф. З. С. Варналія. – К. : НІСД, 2007. – 768 с.

34. Добровольская О. П. Региональная экономика: учеб. пособ. / О. П. Добровольская. – Симферополь : Эльиньо, 2007. – 262 с. 9. Економічна енциклопедія : у трьох томах. Т. 3 / редкол.: С. В. Мочерний (відп. ред.) та ін. – К. : Вид. центр «Академія», 2002. – 952 с.

35. Добрынин А. И. Региональные пропорции воспроизводства / А. И. Добрынин. — Л., 2005. — 467 с.

36. Долішній М. І., Паламарчук М. М., Паламарчук О. М., Шев-27. чук Л. Т. Соціально-економічне районування України. – Львів: Інститут регіональних досліджень НАН України, 1997. – 50 с.

37. Дронь Ю.П. Категорія "регіон": сутність і напрями досліджень / Ю.П. Дронь // Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка. — 2011. — №1. — С. 52—58.

38. Дума Л. В. Instrumentation for the implementation of the regional policy of structural modernization in Ukraine / Л. В. Дума, І. В. Данилюк, Л. М. Буяк. // Transformational processes the development of economic systems in conditions of globalization: scientific bases, mechanisms, prospects. – ISMA University. – Riga: “Landmark” SIA. – 2018. – №2. – С. 309–316
39. Дума Л. В. Використання аналізу диспропорцій між областями Подільського регіону для комплексної оцінки рівня соціально-економічного розвитку регіонів України / Л. В. Дума, І. В. Данилюк. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2017. – С. 203–207.
40. Дума Л. В. Імітаційне моделювання прогнозування соціально-економічного розвитку регіонів України в умовах нестандартності / Л. В. Дума. // Науковий Вісник ЛЛУ. – 2017. – №2. – С. 174–177.
41. Дума Л. В. Вдосконалення соціально-економічного розвитку регіону на основі методів прогнозування / Л. В. Дума. // Науковий вісник Ужгородського національного університету - Ужгород. – 2018. – №20. – С. 150–154.
42. Дума Л.В. Оптимізація міжгалузевих процесів в економіці західного регіону / «Scientific discussion», - Praha, Czech republic. – Vol. 1, №28, (2019). – с. 38-43
43. Дума Л.В. Багатофакторне моделювання структури економіки регіону/Л.В. Дума// Моделювання регіональної економіки: зб. наук. праць – Івано-Франківськ : Плай, 2017 1(29). – с.30-38
44. Дума Л. В. Концептуальні проблеми визначення регіональних диспропорцій /Л. В. Дума // II Міжнародна наук.-практ. конференція «Сучасні тенденції розвитку фінансових та інноваційних інвестиційних процесів України» - Збірник матеріалів. – Чернівці. – 2013. – С. 21–23.
45. Дума Л. В. Дослідження диспропорцій економічного розвитку Тернопільської області / Л. В. Дума. // Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція молодих учених та студентів «Особливості ефективного управління підприємствами в умовах глобальних викликів» - Збірник матеріалів. - Чернівці,. – 2013. – С. 16–18.

46. Дума Л. В. Деякі аспекти вдосконалення прогнозування соціально-економічного розвитку українських регіонів / Л. В. Дума. // Двадцяті економіко-правові дискусії: матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Випуск Львів. – 2017. – С. 38–40.
47. Дума Л. В. Регулювання міжрегіональних диспропорцій з урахуванням податкових трансформацій / Л. В. Дума. // Збірник тез міжнародної наук.-практ. інтернет-конференції Модернізація національної економіки країни: шляхи виходу із кризи. – 2017. – С. 77–78.
48. Дума Л. В. Тенденції розвитку та реалізації регіональної політики регіону / Л. В. Дума. // Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці: Матеріали V Міжнародної науково-методичної конференції.. – 2017. – С. 71–72.
49. Дума Л. В. Modern methods and models of forecasting social-economic development of the region / Л. В. Дума, І. В. Данилюк, Л. М. Буяк. // International scientific conference The Formation of a Modern Competitive Environment: Integration and Globalization, Part II, May 25, 2018. Greenwich, UK: Baltija Publishing. 160 pages.. – 2018. – С. 128–132.
50. Дума Л. В. The role development in the social-economic forecasting of the region / Л. В. Дума. // "Світ економічної науки. Випуск 6": матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції економічного спрямування. - Тернопіль. – 2018. – С. 31–34.
51. Економіко-математичне моделювання: навч. Посібник/ Клебанова Т. С., Раєвська О. В., Прокопович С. В., Степурина С. О., Яценко Р. М., Чуйко І. М. – Х.: ВД «Інжек», 2010. – 352 с.
52. Економічна енциклопедія: у трьох томах / редкол.: С.В. Мочерний (відп. ред.) та ін. – Т. 3. – К.: Видавничий центр «Академія», 2002. – 952 с.
53. Економіка України: стратегія і політика довгострокового розвитку / [В.М. Геєць, В.П. Александрова, О.І. Барановський та інші.]; за ред. акад. НАН України В.М. Гейця. – К.: Ін-т економ. прогнозув.; Фенікс, 2003. – 1008 с.

54. Экономический потенциал региона: анализ, оценка, диагностика: Монография / А. Н. Тищенко, О. М. Кизим, А. И. Кубах, Е. В. Давискиба. – Х.: ИД «ИНЖЕК», 2005. – 176 с.
55. Єпіфанов А.О. Регіональна економіка / А.О. Єпіфанов, І.В. Сало. — 2-ге видання. — К.: Наукова думка, 2000. — 344 с.
56. Жаліло Я. А. Вектори економічного розвитку: зростання та його чинники / Я. А. Жаліло, Д. С. Покришка, О. О. Молдован // Україна в 2005– 2009 рр.: стратегічні оцінки суспільно-політичного та соціально-економічного розвитку: монографія / за заг. ред. Ю. Г. Рубана. – К.: НІСД, 2009. – С. 217–233.
57. Жаліло Я. Чи є потенціал для прискорення розвитку регіонів /Я. Жаліло // Дзеркало тижня, від 22 червня 2018, №24-25 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.dt.ua/macrolevel>
58. Закон України «Про Генеральну схему планування території України» № 3059-III від 7.02.2002 / Верховна Рада України / Відомості Верховної Ради України. – 2002. – № 30, ст. 204.
59. Закон України «Про державне прогнозування та розроблення програм економічного і соціального розвитку України» № 1602-III від 23.03.2000 / Відомості Верховної Ради України. – 2000. – № 25, ст. 195.
60. Закон України «Про державні цільові програми» № 1621-IV від 18.03.2004 / Відомості Верховної Ради України. – 2004. – № 25, стор. 1042, ст. 352.
61. Закон України «Про державну статистику». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
62. Закон України «Про місцеве самоврядування в Україні» № 280/97-ВР від 18.05.1997 / Відомості Верховної Ради України. – 1997. – № 25, ст. 170.
63. Закон України «Про стимулювання розвитку регіонів» № 2850-IV від 08.09.2005 / Відомості Верховної Ради України. – 2005. – № 51, стор. 2662, ст. 548.
64. Іванов Ю. Б. Моделювання сценаріїв фінансової децентралізації / Ю. Б. Іванов, О. Ю. Іванова // Сучасні проблеми економіки та управління підприємствами України в Умовах європейської інтеграції : збірник тез

- доповідей I Міжнародної науково-практичної конференції (м. Дніпропетровськ, 21–22 квітня 2016 р.) – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2016. – С. 136–137.
65. Кизим М. О. Аналіз теоретичних передумов нерівномірності розвитку регіональних утворень у рамках концепції конвергенції - [Електронний ресурс] / М. О. Кизим, О. А. Гейман. – Режим доступу : www.nbuv.gov.ua
66. [Електронний ресурс] / М. О. Кизим, О. А. Гейман. – Режим доступу : www.nbuv.gov.ua/portal/Soc_gum/Modre/208/8_2/2.pdf.
67. Кизимишин Н.М., Благун І.С. Еволюція підходів Європейського Союзу щодо класифікації регіонів за ознаками інноваційності / І.С. Благун, Н.М. Кизимишин // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2016. – №1(232). – С.150-154.
68. Кизимишин Н.М. Інноваційний розвиток регіонів України на тлі євроінтеграції / Н.М. Кизимишин // Соціально-економічний розвиток регіонів в контексті міжнародної інтеграції. – Херсон, 2014. – №15(4). – Т. 1. – С. 92-96.
69. Кенэ Ф. Избранные экономические произведения / Ф. Кенэ. – М. : Изд-во социально-экономической литературы, 1960. – 552 с.
70. Керецман В. Регіональний розвиток як предмет державного регулювання / В. Керецман // Вісник національної академії державного управління при Президентіві України. — 2003. — № 4. — С. 397—401.
71. Коваленко Е.Г. Региональная экономика и управление: Учебное пособие / Е.Г. Коваленко. — СПб.: Питер, 2005. — 288 с.
72. Коляденко С. В. Структурні зміни в економіці регіонів як запорука економічного зростання / С.В. Коляденко // Ефективна економіка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.economy.nauka.com.ua>.
73. Коломицева О. В. Формування інституційного середовища в трансформаційній економіці / О. В. Коломицева // Вісник Криворізького економічного інституту КНЕУ. – 2009. – №3 (19). – С. 3-6.
74. Кондратьев Н. Д. Проблемы экономической динамики / Н. Д. Кондратьев; ред. Л. И. Абалкина. – М. : Экономика, 1989. – 523 с.

75. Король В. Балансові міжрегіональні моделі в аналізі соціально-економічних зв'язків // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.econa.at.ua/Vypusk_3/korol.pdf.
76. Кравченко Т. В. Методи прогнозування регіонального економічного розвитку / Т. В. Кравченко // Економічний аналіз. Збір. наук. праць. Том 13. – Тернопіль : 2013. – С. 88–94.
77. Круш П. В. Національна економіка [Текст]: підручник. / За ред. проф., к.е.н. П. В. Круша. 2-е вид. — К.:
78. Леонтьев В.В. Избранные произведения. В 3 томах / Том 2. Специальные исследования на основе методологии "Затраты-выпуск" / В.В. Леонтьев – М.: Экономика. – 2006. – 544 с.
79. Лутчин Н. Статистичне вивчення якості та стійкості економічного зростання: регіональний аспект / Н. Лутчин // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2011.– №129. – С. 29–32.
80. Ляшенко І.М. Економічні гіпотези та динаміка рівноважних цін в моделі Леонтьєва «витрати-випуск» / Ляшенко І.М., Ляшенко О.І., Онищенко А.М. // Економічна кібернетика. – 2009.– №3-4.
81. Ляшенко О. Математична модель взаємодії легального та нелегального секторів ринкової економіки / Оксана Ляшенко, Леся Буяк // Вісник Тернопільського національного економічного університету. – Тернопіль, 2012. – Вип. 3. – С. 17-32.
82. Майборода Г. М. Депресивні регіони: сутність поняття, види// [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.geograf.com.ua/geoinfocentre/20-human-geography-ukraine-world/772-depresivni-regioni-sutnist> Офіційний сайт Міністерства
83. Максимчук М.В. Інституційне середовище регіональної структурної політики. – регіональна економіка / М.В. Максимчук, О.М.Луцків // – 2014. - №3. - С.37-45
84. Маниліч М. І. Трансформація регіонального економічного механізму: монографія / М.І. Маниліч. — Чернівці: Книги XXI, 2004. — 164 с.

85. Мельник А.Ф. Механізми реалізації регіональної структурної політики: монографія / Мельник А.Ф., Лаврів Л.А., Васіна А.Ю. [та ін.]; за заг. наук. ред. професора А.Ф.Мельник. – Тернопіль: ТНЕУ, 2015. – 343 с.
86. Мельник С. А. Управління регіональною економікою: Навч. посібник. – К. : КНЕУ, 2000. – 124 с.
87. Моделі і методи соціально–економічного прогнозування: підручник / В. М. Геєць, Т. С. Клебанова, О. І. Черняк та ін. – Х. : ВД «Інжек» . – 2005. – 396 с.
88. Н. М. Матвєєва, С. М. Гайдєнко, О.В. Димченко – Регіональна економіка: навч. посібник / О.В. Димченко, Н.М. Матвєєва, С.М. Гайдєнко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва – Х.: ХНАМГ, 2010, - 221 с.
89. Наконечна К. В. Еволюція теоретичних поглядів на регіональні галузеві зміни й зрушення / К. В. Наконечна // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Економіка, аграрний менеджмент, бізнес : зб. наук. пр. – 2015. – Вип. 211(1). – С. 136- 140.
90. Негода В. Нова регіональна політика в Україні – шлях до успіху /В.Негода // Стратегія розвитку. - 2017. - №2. - [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http:// www.regionet.org.ua/ua/](http://www.regionet.org.ua/ua/)
91. Некрасов Н.Н. Региональная экономика: теория, проблемы, методы / Н.Н. Некрасов. — М.: Экономика, 1978. — 344 с.
92. Некрасов Н. Н. Региональная экономика: Монография / Н. Н. Некрасов. – М. : Экономика, 1978. – 382 с.
93. Никифорчин І.В. Оцінка стратегічних позицій і вибір напрямку діяльності фірми на основі нечіткої логіки. Моделювання регіональної економіки. №1(23), 2014. С.304-309.
94. Никифорчин І.В. Неадитивні міри і прийняття рішень в умовах невизначеності. Моделювання регіональної економіки. №1(9), 2007. С. 49- 53.
95. О. П. Тищенко; ДВНЗ Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана. – К.: КНЕУ, 2009. – 471 с.
96. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.ukrstat.gov.ua.

97. Пивоварчук И. Д. Структурные изменения в экономике Одесского региона – основа обеспечения его эффективного социально-экономического развития / И. Д. Пивоварчук // Вісник Хмельницького національного університету: Економічні науки. – 2009. – №3. – Т.2. – С. 85-88.
98. Пирог О.В. Стратегічні перспективи економічного розвитку національної економіки України /О.В. Пирог //Бізнес інформ, 2011, №11. – С. 32-34.
99. Пікус А. Ю. Галузеві структурні зрушення як чинник економічного зростання: дис. на здобуття учен. ступеня наук: спец. 08.00.01 Економічна теорія та історія економічної думки / А. Ю. Пікус. – Київ. – 2011. – 229 с.
100. Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в экономических исследованиях: Методы таксономии и факторного анализа / Пер. с пол. В.В. Иванова; Науч. ред. В.М. Жуковской. – М.: Статистика, 1980. – С. 15
101. Полтерович В. М. Стратегии институциональных реформ. Перспективные траектории / Виктор Меерович Полтерович // Экономика и математические методы. – 2006. – № 1. – С. 3–18.
102. Постанов КМУ «Про затвердження Державної стратегії регіонального розвитку на період до 2020 року» від 06.08.2014 р. №385 [Електронний ресурс].– Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show>
103. Поповкін В.А. Регіонально-цілісний підхід в економіці / В.А. Поповкін. — К.: Наукова думка, 1993. — 210 с.
104. Поппер К. Открытое общество и его враги. Т.1: Чары Платона / К. Поппер ; пер. с англ. под ред. В. Н. Садовского. – М. : Феникс; Международный фонд «Культурная инициатива», 1992. – 448 с.
105. Прикладная статистика: современные подходы и инструментарий анализа массовых явлений и процессов. Монография. – Х. : ФЛП Либуркина Л. М.; ИД «ИНЖЭК», 2010. – 288 с.
106. Прокопюк Александер Структурні трансформації економіки регіонів в умовах євроінтеграції: досвід Польщі та перспективи його використання в Україні / Александер Прокопюк. - Львів: ДУ «Інститут 392 регіональних

досліджень імені М. І. Долішнього НАН України, 2016. - 375 с. (Серія «Проблеми регіонального розвитку»)

107. Прогнозирование и планирование экономики [Текст] : учеб.пособие / В. И. Борисевич, 434 с.

108. Раєвська О. В., Бобкова О. Ю. Диспропорційність соціально-економічного розвитку регіонів України: інструментарій оцінювання та регулювання: Монографія. – Х. : ВД «ІНЖЕК», 2014. – 264 с.

109. Регіони України: проблеми та пріоритети соціально-економічного розвитку: монографія / [З.С. Варналій, А.І. Мокій, О.Ф. Новікова, С.А. Романюк, В.І. Чужиков та ін.]; за ред. З.С. Варналія. — К.: Знання України, 2005. — 498 с.

110. Силкін В. В. Генезис теоретичних поглядів на галузеві зрушення в економіці регіонів / В. В. Силкін // Економіка та держава. – 2012. – № 12. – С. 86-89.

111. Сімків Л.Є. Вплив структурних зрушень на динаміку економічного розвитку регіонів /Л.Є. Сімків //Сучасні технології підвищення ефективності управління галузевими і регіональними соціально-економічними системами: колективна монографія під ред. д.е.н., професора Петренка В.П., д.е.н., професора Полянської А.С. – ІФНТУНГ, 2015. – С. 209-218 (287 с.)

112. Смоляков Ю.И., Медведева И.А. Система индикаторов устойчивого развития социальной инфраструктуры региона// [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.morvesti.ru/archive>

113. Статистичний щорічник України Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.ukrstat.gov.ua

114. Социально-экономическое развитие Украины и ее регионов: проблемы науки и практики [Текст] : монография : [сб. ст.] / Харьк. нац. экон. ун-т и др. - Х. : ИНЖЭК, 2010. - 340 с.

115. Сторонянська І. Міжрегіональні інтеграційні процеси в Україні: тенденції та перспективи розвитку: монографія / І. Сторонянська. – Львів: ІРД НАН України, 2009. – 392 с.
116. Соціально-економічний потенціал сталого розвитку України та її регіонів: національна доповідь [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/sites/default/files/nas_dop_2015.pdf
117. Структурні трансформації в економіці України: динаміка, суперечності та вплив на економічний розвиток: наукова доповідь / [Шинкарук Л.В., Бевз І.А., Барановська І.В. та ін.]; за ред. чл.-кор. НАН України Л.В. Шинкарук; НАН України, ДУ «Ін-т екон. та прогнозув. НАН України». – К., 2015. – 304 с, С. 17.
118. Структурні зміни та економічний розвиток України : монографія / В. Геєць, Л. Шинкарук, Т. Артемова та ін. ; наук. ред.: Л. Шинкарук. – К.: Ін-т економіки та прогнозування НАНУ, 2011. – 696 с.
119. Судук Н.В. Методи розв'язку багатоступової транспортно-виробничої задачі / Н.В. Судук // Вісник Хмельницького національного університету: наук. журнал. – Хмельницький, 2012. - №4. Т.1.- С. 36-41.
120. Тищенко А.Н. Экономический потенциал региона: анализ, оценка, диагностика: монография / А.Н. Тищенко, Н.А. Кизим, А.И. Кубах, Е.В. Давыскина. — Х.: ИД "ИНЖЕК", 2005. — 176 с.
121. Токарчук О.В. Соціально-економічна сутність поняття "регіон" / О.В. Токарчук. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: www.rusnauka.com.
122. Турський І., Ляшенко О.М. Теоретико-прикладні аспекти моделювання процесів розвитку підприємництва регіонів // Економіка: реалії часу. №3(31). 2017. С. 60-69.
123. Фісун, К. А. Методологія програмування розвитку регіонів України [Текст]: монографія / К. А. Фісун. – А. Н. Ефимова, А. И. Анчишкина, В. М. Савинкова ; пер. с нем. – М.: Прогресс, 1971. – 400 с.
124. Цільові орієнтири регіональної політики в контексті забезпечення економічного зростання / Шульц С.Л. // Сучасні економічні, соціальні та екологічні детермінанти активізації розвитку країни та її регіонів : м-ли міжн.

наук.-практ. конф., 28-29 квітня 2017 р. - Ужгород: Вид-во УжНУ "Говерла", 2017. – С. 85-86.

125. Чайка Ю.М. Галузеві трансформації економіки України / Ю.М. Чайка // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. – 2013. – № 4. – С. 21–25/

126. Череп А.В. Структурні реформи економіки : світовий досвід, інститути, стратегії для України : [кол. моногр.] / А.В. Череп. – Тернопіль-Донецьк: Економічна думка ТНЕУ, 2011. – 502 с.

127. Шилов В. Три подхода к понятию «Регион» // Регион. Проблемы и перспективы. – 1997. – № 4. – С. 50–51.

128. Шумпетер Й.А. Теория экономического развития / Й. Шумпетер. – М: Прогресс, 1982. – 452 с.

129. Шульц С.Л. Економічне зростання регіонів: кількісні та якісні складові / С.Л. Шульц, О.М. Луцків, Л.Є. Сімків // Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України регіону [зб. наук. праць]. / НАН України. Ін-т регіональних досліджень; редкол.: відп. Ред. В.С.Кравців. – Львів, 2017. – Вип. 4 (126). – С.27-32.

130. Фадєєв О.В. Особливості реалізації регіональної політики в Україні / О.В. Фадєєв // Механізм регулювання економіки. — 2004. — № 4. — С. 201—205.

131. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth /THE COMMISSION EUROPE 2020. – Brussels, 3.3.2010. – Retrieved from - 406 [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://eur-lex.europa.eu>

132. Antonescu D. Theoretical approaches of regional development [Electronic resource] / Daniela Antonescu // MPRA Munich Personal Repec Archive. – Mode access : <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/60524/>

133. Capello R. Location, regional growth and local development theories / R. Capello // AESTIMUM. – 2011. – № 58. – P. 1 – 25.

134. Enabling prosperity: success factors in indigenous economic development [Electronic resource] / L. Kurti, S. Hudson, R. McKenzie, K. Milward, P. Ventura. – Mode access : <http://apo.org.au/node/52154>

135. Fujita M. The spatial economy: cities, regions and international trade / Fujita M., Krugman P., Venables A. – Cambridge : MIT Press, 1999. – 367 p.
136. Handbook of regional growth and development theories / ed. by R. Capello and P. Nijkamp. – Cheltenham ; Northampton : Elgar, 2009. – 542 p.
137. Krugman P. Increasing returns and economic geography/ P. Krugman // Journal of political economy. – 1991. – № 49. – P. 137–150.
138. Lacoste Y. Dictionnaire de géopolitique / Y. Lacoste. – Paris: Flammarion, 1995.
139. Lewis W. A. Economic development with unlimited supplies of labour, Manchester School of Economics and Social Studies, Vol. 22 (May 1954). – P. 139–191.
140. Lewis W. A. Unlimited labour : Further Notes, Manchester School of Economics and Social Studies, Vol. 26 (January, 1958). – P. 1–32.
141. Local Governance and the Drivers of Growth [Electronic resource] / Published by the OECD Centre for Entrepreneurship, SMEs and Local Development. – Mode access : <http://www.oecd.org>.
142. McCall T. What do we mean by Regional Development? [Electronic resource] / T. McCall // Regional Development and Proximity Relations. – Mode access: <http://www.ebook-3000.com>.
143. Melnyk A.F. Mechanisms of stimulating regional development: the Ukrainian dimension / Regionalization in Central-Eastern European Countries: Bulgaria, Poland, Russia, Slovakia, Ukraine. Monograph (Scientific editorship by: Doktor of Economics, professor A. Krysovaty, doktor of Economics, professor Yev. Savelyev, Berlin, 2016. – 360 p.
144. Melnyk A.F. Integrated Regional Development. Conceptual, Financial and Organizational Aspects. Monograph / Lech Jańczuk (Ed.), Wyd. KUL, Lublin 2015. – C.125–155.
145. Myrdal G. Economic Theory and Under-developed Regions. – London, 1957.
146. Oates W. E. Fiscal decentralization and economic development // National Tax Journal. – Vol. 46, no. 2, (June, 1993). – P. 237 –243.

147. Promoting growth in all regions [Electronic resource] / OECD Publishing (2012). – Mode access : <http://www.oecd.org>.
148. Smoke P. Fiscal Decentralization in Developing Countries : A review of Current Concepts and practice / Smoke Paul [Democracy, Governance and Human Rights Programme] // United nations Research Institute for social development. – Paper Number 2 (February), 2001. – 51 p.
149. Zahariy Varnaliy. Factors and ways of cross-border cooperation development of border regions of Ukraine (Фактори та шляхи розвитку прикордонного співробітництва прикордонних регіонів України) / Z. Varnaliy, T. Vasyltsiv // The USV Annals of Economics and Public Administration. Vol 16, No 3. – P. 66–71.
150. Storonianska I. Z., Pelehatyy A. O. The Ways of Providing Financial Self-sufficiency of Territorial Communities / I. Z. Storonianska, A. O. Pelehatyy // Регіональна економіка. – 2014. – №1. – С. 87–94.
151. The ONS productivity handbook: A statistical overview and guide [Electronic resource] / Office for National Statistics. – Mode access: <http://www.ons.gov.uk>.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Список публікацій за темою дисертації

1. Дума Л. В. Instrumentation for the implementation of the regional policy of structural modernization in Ukraine / Л. В. Дума, І. В. Данилюк, Л. М. Буяк. // Transformational processes the development of economic systems in conditions of globalization: scientific bases, mechanisms, prospects. – ISMA University. – Riga: “Landmark” SIA. – 2018. – №2. – С. 309–316
2. Дума Л. В. Використання аналізу диспропорцій між областями Подільського регіону для комплексної оцінки рівня соціально-економічного розвитку регіонів України / Л. В. Дума, І. В. Данилюк. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2017. – С. 203–207.
3. Дума Л. В. Імітаційне моделювання прогнозування соціально-економічного розвитку регіонів України в умовах нестандартності / Л. В. Дума. // Науковий Вісник ЛЛУ. – 2017. – №2. – С. 174–177.
4. Дума Л. В. Вдосконалення соціально-економічного розвитку регіону на основі методів прогнозування / Л. В. Дума. // Науковий вісник Ужгородського національного університету - Ужгород. – 2018. – №20. – С. 150–154.
5. Дума Л.В. Оптимізація міжгалузевих процесів в економіці західного регіону / «Scientific discussion», - Praha, Czech republic. – Vol. 1, №28, (2019). – с. 38-43
6. Дума Л.В. Багатофакторне моделювання структури економіки регіону/Л.В. Дума// Моделювання регіональної економіки: зб. наук. праць – Івано-Франківськ : Плай, 2017 1(29). – с.30-38

Відомості про апробацію результатів дисертації

1. Дума Л. В. Концептуальні проблеми визначення регіональних диспропорцій /Л. В. Дума // II Міжнародна наук.-практ. конференція «Сучасні тенденції розвитку фінансових та інноваційних інвестиційних процесів України» - Збірник матеріалів. – Чернівці. – 2013. – С. 21–23.
2. Дума Л. В. Дослідження диспропорцій економічного розвитку Тернопільської області / Л. В. Дума. // Міжнародна науково-практична

Інтернет-конференція молодих учених та студентів «Особливості ефективного управління підприємствами в умовах глобальних викликів» - Збірник матеріалів. - Чернівці, - 2013. - С. 16–18.

3. Дума Л. В. Деякі аспекти вдосконалення прогнозування соціально-економічного розвитку українських регіонів / Л. В. Дума. // Двадцять економіко-правові дискусії: матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Випуск Львів. - 2017. - С. 38–40.

4. Дума Л. В. Регулювання міжрегіональних диспропорцій з урахуванням податкових трансформацій / Л. В. Дума. // Збірник тез міжнародної наук.-практ. інтернет-конференції Модернізація національної економіки країни: шляхи виходу із кризи. - 2017. - С. 77–78.

5. Дума Л. В. Тенденції розвитку та реалізації регіональної політики регіону / Л. В. Дума. // Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці: Матеріали V Міжнародної науково-методичної конференції.. - 2017. - С. 71–72.

6. Дума Л. В. Modern methods and models of forecasting social-economic development of the region / Л. В. Дума, І. В. Данилюк, Л. М. Буяк. // International scientific conference The Formation of a Modern Competitive Environment: Integration and Globalization, Part II, May 25, 2018. Greenwich, UK: Baltija Publishing. 160 pages.. - 2018. - С. 128–132.

7. Дума Л. В. The role development in the social-economic forecasting of the region / Л. В. Дума. // "Світ економічної науки. Випуск 6": матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції економічного спрямування. - Тернопіль. - 2018. - С. 31–34.

8. Міжкафедральний семінар розширеного засідання кафедр економічної кібернетики та інформатики ТНЕУ, кафедри економіки підприємств і корпорацій ТНЕУ, кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління ТНЕУ, автоматизованих систем і моделювання в економіці ХНУ, менеджменту та публічного управління ТНЕУ, економічної теорії ТНЕУ, прикладної математики ТНЕУ, комп'ютерних наук ТНЕУ, комп'ютерної інженерії ТНЕУ, підприємництва і торгівлі ТНЕУ (м. Тернопіль, 12.03.2019 р., Протокол № 8).

ДОДАТОК Б

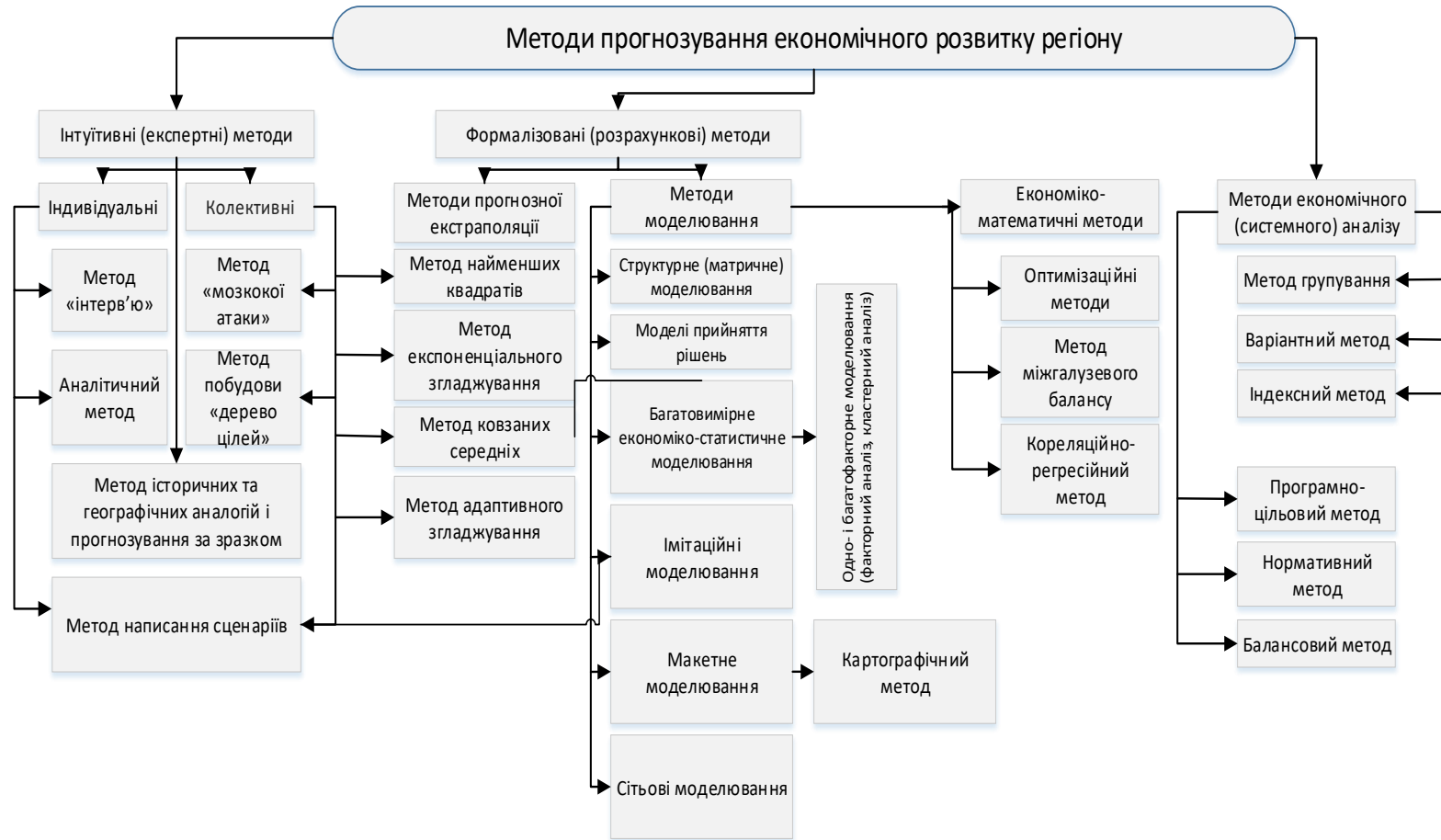


Рис. Класифікація основних методів прогнозування економічного розвитку регіону

розробка автора на основі [71]

ДОДАТОК В

Позначення видів економічної діяльності за КВЕД-2010

Секція	Назва
A	Сільське господарство, лісове господарство та рибне господарство
B	Добувна промисловість і розроблення кар'єрів
C	Переробна промисловість
D	Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря
E	Водопостачання; каналізація, поводження з відходами
F	Будівництво
G	Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів
H	Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність
I	Тимчасове розміщування й організація харчування
J	Інформація та телекомунікації
K	Фінансова та страхова діяльність
L	Операції з нерухомим майном
M	Професійна, наукова та технічна діяльність
N	Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування
O	Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування
P	Освіта
Q	Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги
R	Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок
S	Надання інших видів послуг
T	Діяльність домашніх господарств
U	Діяльність екстериторіальних організацій і органів

ДОДАТОК Г
РЕЗУЛЬТАТИ КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ ЗАСОБАМИ
STATISTICA 10.0

Таблиця 1

**Коефіцієнт кореляції ВРП з змінними, що визначають структуру
економіки регіону**

	Валовий регіональний продукт
Промисловість	0,430443
Будівництво	0,988721
Оптова та роздрібна торгівля	0,989034
Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	0,964955
Інформація та телекомунікації	0,993300
Фінансова та страхова діяльність	0,977881
Операції з нерухомим майном	0,991783
Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	0,986149
Освіта	0,975531
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	0,991116
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	0,981327
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	0,991116
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	0,981327
Середня зар.плата по регіону	0,980975
Доходи населення	0,995543
Сільське господарство, лісове господарство та риболовство	0,902978

Кореляційна матриця

Correlations (Західний регіон) Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=10 (Casewise deletion of missing data)																	
	Валовий регіональний продукт,	Сільське господарство, лісове господарство та риболовство,	Промисловість,	Будівництво,	Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів,	Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність,	Інформація та телекомунікації,	Фінансова та страхова діяльність,	Операції з нерухомим майном,	Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування,	Освіта	Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги,	Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок,	Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги,	Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок,	Середня зар.плата по регіону	Доходи населення,
Валовий регіональний продукт,	1	0,903	0,430	0,989	0,989	0,965	0,993	0,978	0,992	0,986	0,976	0,991	0,981	0,991	0,981	0,981	0,996
Сільське господарство, лісове господарство та риболовство,	0,903	1	0,592	0,913	0,913	0,898	0,911	0,884	0,862	0,927	0,893	0,934	0,889	0,934	0,889	0,914	0,888
Промисловість,	0,430	0,592	1	0,404	0,477	0,487	0,377	0,306	0,335	0,489	0,402	0,465	0,294	0,465	0,294	0,533	0,408
Будівництво,	0,989	0,913	0,404	1	0,973	0,935	0,990	0,976	0,975	0,975	0,969	0,986	0,977	0,986	0,977	0,967	0,983
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів,	0,989	0,913	0,477	0,973	1	0,987	0,979	0,972	0,979	0,994	0,979	0,986	0,966	0,986	0,966	0,986	0,991
Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність,	0,965	0,898	0,487	0,935	0,987	1	0,949	0,947	0,959	0,976	0,961	0,966	0,942	0,966	0,942	0,974	0,972

Інформація та телекомунікації,	0,993	0,911	0,377	0,990	0,979	0,949	1	0,991	0,987	0,979	0,979	0,989	0,985	0,989	0,985	0,970	0,990
Фінансова та страхова діяльність,	0,978	0,884	0,306	0,976	0,972	0,947	0,991	1	0,979	0,966	0,984	0,976	0,977	0,976	0,977	0,959	0,982
Операції з нерухомим майном,	0,992	0,862	0,335	0,975	0,979	0,959	0,987	0,979	1	0,969	0,971	0,972	0,988	0,972	0,988	0,963	0,994
Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування,	0,986	0,927	0,489	0,975	0,994	0,976	0,979	0,966	0,969	1	0,960	0,993	0,966	0,993	0,966	0,973	0,982
Освіта	0,976	0,893	0,402	0,969	0,979	0,961	0,979	0,984	0,971	0,960	1	0,968	0,953	0,968	0,953	0,985	0,982
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги,	0,991	0,934	0,465	0,986	0,986	0,966	0,989	0,976	0,972	0,993	0,968	1	0,972	1	0,972	0,977	0,983
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок,	0,981	0,889	0,294	0,977	0,966	0,942	0,985	0,977	0,988	0,966	0,953	0,972	1	0,972	1	0,937	0,978
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги,	0,991	0,934	0,465	0,986	0,986	0,966	0,989	0,976	0,972	0,993	0,968	1	0,972	1	0,972	0,977	0,983
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок,	0,981	0,889	0,294	0,977	0,966	0,942	0,985	0,977	0,988	0,966	0,953	0,972	1	0,972	1	0,937	0,978
Середня зар.плата по регіону	0,981	0,914	0,533	0,967	0,986	0,974	0,970	0,959	0,963	0,973	0,985	0,977	0,937	0,977	0,937	1	0,983
Доходи населення,	0,996	0,888	0,408	0,983	0,991	0,972	0,990	0,982	0,994	0,982	0,982	0,983	0,978	0,983	0,978	0,983	1

ДОДАТОК Е

КОД ДЛЯ ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГНОЗНИХ РЕГРЕСІЙНИХ
СПЛАЙНОВИХ РІВНЯНЬ НА МОВІ ПРОГРАМУВАННЯ C+

```

int MARSplinesPredictions( double *inputs, double *predictions)

// =====
// MARSplines module deployment code
// STATISTICA Data Miner, Copyright (c) StatSoft, Inc., www.statsoft.com.
//
// Number of variables included in the analysis = 23
// Number of dependents (output) variables = 4
// Number of predictors (input) variables = 19
//
// Dependents: випуск в основних цінах, податки за виключенням субсидій на продукти,
випуск у ринкових цінах, ВВП
//
// Independents: A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S
//
// When calling this function, the predictor values must be
// placed in the same sequential order as shown above.
//
// Categorical variables:
//
// Function arguments:
// inputs: used to pass independent (predictor) values
// predictions: used to retrieve MARSplines predictions
// // =====
{
    int i, j, k, l, index;

    double a, b, sum, mx;
    int selectedTerms [8];
    int noInputNominals [19];
    int inputNominals [1][19];
    int noOutputNominals [4];
    int outputNominals [4][4];

    double dummyPredictions [4];
    double dummyInputs [19];

    double sign [19][19];
    double modelCoeff [8][4];
    double basisFunctions [8];
    double knots [19][19];

    selectedTerms[0] = 0;
    selectedTerms[1] = 1;
    selectedTerms[2] = 5;
    selectedTerms[3] = 7;
    selectedTerms[4] = 11;
    selectedTerms[5] = 13;
    selectedTerms[6] = 15;
    selectedTerms[7] = 17;

    sign[0][0] = 0.000000000000000e+000;
    sign[1][0] = 0.000000000000000e+000;

```

```
sign[2][0] = 0.000000000000000e+000;
sign[3][0] = 0.000000000000000e+000;
sign[4][0] = 0.000000000000000e+000;
sign[5][0] = 1.000000000000000e+000;
sign[6][0] = -1.000000000000000e+000;
sign[7][0] = 0.000000000000000e+000;
sign[8][0] = 0.000000000000000e+000;
sign[9][0] = 0.000000000000000e+000;
sign[10][0] = 0.000000000000000e+000;
sign[11][0] = 0.000000000000000e+000;
sign[12][0] = 0.000000000000000e+000;
sign[13][0] = 0.000000000000000e+000;
sign[14][0] = 0.000000000000000e+000;
sign[15][0] = 0.000000000000000e+000;
sign[16][0] = 0.000000000000000e+000;
sign[17][0] = 0.000000000000000e+000;
sign[18][0] = 0.000000000000000e+000;
sign[0][1] = 0.000000000000000e+000;
sign[1][1] = 0.000000000000000e+000;
sign[2][1] = 0.000000000000000e+000;
sign[3][1] = 0.000000000000000e+000;
sign[4][1] = 0.000000000000000e+000;
sign[5][1] = 0.000000000000000e+000;
sign[6][1] = 0.000000000000000e+000;
sign[7][1] = 1.000000000000000e+000;
sign[8][1] = -1.000000000000000e+000;
sign[9][1] = 0.000000000000000e+000;
sign[10][1] = 0.000000000000000e+000;
sign[11][1] = 0.000000000000000e+000;
sign[12][1] = 0.000000000000000e+000;
sign[13][1] = 0.000000000000000e+000;
sign[14][1] = 0.000000000000000e+000;
sign[15][1] = 0.000000000000000e+000;
sign[16][1] = 0.000000000000000e+000;
sign[17][1] = 0.000000000000000e+000;
sign[18][1] = 0.000000000000000e+000;
sign[0][2] = 0.000000000000000e+000;
sign[1][2] = 1.000000000000000e+000;
sign[2][2] = -1.000000000000000e+000;
sign[3][2] = 0.000000000000000e+000;
sign[4][2] = 0.000000000000000e+000;
sign[5][2] = 0.000000000000000e+000;
sign[6][2] = 0.000000000000000e+000;
sign[7][2] = 0.000000000000000e+000;
sign[8][2] = 0.000000000000000e+000;
sign[9][2] = 0.000000000000000e+000;
sign[10][2] = 0.000000000000000e+000;
sign[11][2] = 0.000000000000000e+000;
sign[12][2] = 0.000000000000000e+000;
sign[13][2] = 0.000000000000000e+000;
sign[14][2] = 0.000000000000000e+000;
sign[15][2] = 0.000000000000000e+000;
sign[16][2] = 0.000000000000000e+000;
sign[17][2] = 0.000000000000000e+000;
sign[18][2] = 0.000000000000000e+000;
sign[0][3] = 0.000000000000000e+000;
sign[1][3] = 0.000000000000000e+000;
sign[2][3] = 0.000000000000000e+000;
sign[3][3] = 0.000000000000000e+000;
```



```
sign[6][6] = 0.000000000000000e+000;
sign[7][6] = 0.000000000000000e+000;
sign[8][6] = 0.000000000000000e+000;
sign[9][6] = 0.000000000000000e+000;
sign[10][6] = 0.000000000000000e+000;
sign[11][6] = 0.000000000000000e+000;
sign[12][6] = 0.000000000000000e+000;
sign[13][6] = 0.000000000000000e+000;
sign[14][6] = 0.000000000000000e+000;
sign[15][6] = 0.000000000000000e+000;
sign[16][6] = 0.000000000000000e+000;
sign[17][6] = 1.000000000000000e+000;
sign[18][6] = -1.000000000000000e+000;
sign[0][7] = 0.000000000000000e+000;
sign[1][7] = 0.000000000000000e+000;
sign[2][7] = 0.000000000000000e+000;
sign[3][7] = 0.000000000000000e+000;
sign[4][7] = 0.000000000000000e+000;
sign[5][7] = 0.000000000000000e+000;
sign[6][7] = 0.000000000000000e+000;
sign[7][7] = 0.000000000000000e+000;
sign[8][7] = 0.000000000000000e+000;
sign[9][7] = 0.000000000000000e+000;
sign[10][7] = 0.000000000000000e+000;
sign[11][7] = 0.000000000000000e+000;
sign[12][7] = 0.000000000000000e+000;
sign[13][7] = 0.000000000000000e+000;
sign[14][7] = 0.000000000000000e+000;
sign[15][7] = 1.000000000000000e+000;
sign[16][7] = -1.000000000000000e+000;
sign[17][7] = 0.000000000000000e+000;
sign[18][7] = 0.000000000000000e+000;
sign[0][8] = 0.000000000000000e+000;
sign[1][8] = 0.000000000000000e+000;
sign[2][8] = 0.000000000000000e+000;
sign[3][8] = 0.000000000000000e+000;
sign[4][8] = 0.000000000000000e+000;
sign[5][8] = 0.000000000000000e+000;
sign[6][8] = 0.000000000000000e+000;
sign[7][8] = 0.000000000000000e+000;
sign[8][8] = 0.000000000000000e+000;
sign[9][8] = 1.000000000000000e+000;
sign[10][8] = -1.000000000000000e+000;
sign[11][8] = 0.000000000000000e+000;
sign[12][8] = 0.000000000000000e+000;
sign[13][8] = 0.000000000000000e+000;
sign[14][8] = 0.000000000000000e+000;
sign[15][8] = 0.000000000000000e+000;
sign[16][8] = 0.000000000000000e+000;
sign[17][8] = 0.000000000000000e+000;
sign[18][8] = 0.000000000000000e+000;
sign[0][9] = 0.000000000000000e+000;
sign[1][9] = 0.000000000000000e+000;
sign[2][9] = 0.000000000000000e+000;
sign[3][9] = 0.000000000000000e+000;
sign[4][9] = 0.000000000000000e+000;
sign[5][9] = 0.000000000000000e+000;
sign[6][9] = 0.000000000000000e+000;
sign[7][9] = 0.000000000000000e+000;
```



```
sign[10][12] = 0.00000000000000e+000;
sign[11][12] = 0.00000000000000e+000;
sign[12][12] = 0.00000000000000e+000;
sign[13][12] = 0.00000000000000e+000;
sign[14][12] = 0.00000000000000e+000;
sign[15][12] = 0.00000000000000e+000;
sign[16][12] = 0.00000000000000e+000;
sign[17][12] = 0.00000000000000e+000;
sign[18][12] = 0.00000000000000e+000;
sign[0][13] = 0.00000000000000e+000;
sign[1][13] = 0.00000000000000e+000;
sign[2][13] = 0.00000000000000e+000;
sign[3][13] = 1.00000000000000e+000;
sign[4][13] = -1.00000000000000e+000;
sign[5][13] = 0.00000000000000e+000;
sign[6][13] = 0.00000000000000e+000;
sign[7][13] = 0.00000000000000e+000;
sign[8][13] = 0.00000000000000e+000;
sign[9][13] = 0.00000000000000e+000;
sign[10][13] = 0.00000000000000e+000;
sign[11][13] = 0.00000000000000e+000;
sign[12][13] = 0.00000000000000e+000;
sign[13][13] = 0.00000000000000e+000;
sign[14][13] = 0.00000000000000e+000;
sign[15][13] = 0.00000000000000e+000;
sign[16][13] = 0.00000000000000e+000;
sign[17][13] = 0.00000000000000e+000;
sign[18][13] = 0.00000000000000e+000;
sign[0][14] = 0.00000000000000e+000;
sign[1][14] = 0.00000000000000e+000;
sign[2][14] = 0.00000000000000e+000;
sign[3][14] = 0.00000000000000e+000;
sign[4][14] = 0.00000000000000e+000;
sign[5][14] = 0.00000000000000e+000;
sign[6][14] = 0.00000000000000e+000;
sign[7][14] = 0.00000000000000e+000;
sign[8][14] = 0.00000000000000e+000;
sign[9][14] = 0.00000000000000e+000;
sign[10][14] = 0.00000000000000e+000;
sign[11][14] = 0.00000000000000e+000;
sign[12][14] = 0.00000000000000e+000;
sign[13][14] = 0.00000000000000e+000;
sign[14][14] = 0.00000000000000e+000;
sign[15][14] = 0.00000000000000e+000;
sign[16][14] = 0.00000000000000e+000;
sign[17][14] = 0.00000000000000e+000;
sign[18][14] = 0.00000000000000e+000;
sign[0][15] = 0.00000000000000e+000;
sign[1][15] = 0.00000000000000e+000;
sign[2][15] = 0.00000000000000e+000;
sign[3][15] = 0.00000000000000e+000;
sign[4][15] = 0.00000000000000e+000;
sign[5][15] = 0.00000000000000e+000;
sign[6][15] = 0.00000000000000e+000;
sign[7][15] = 0.00000000000000e+000;
sign[8][15] = 0.00000000000000e+000;
sign[9][15] = 0.00000000000000e+000;
sign[10][15] = 0.00000000000000e+000;
sign[11][15] = 0.00000000000000e+000;
```



```
sign[14][18] = 0.00000000000000e+000;
sign[15][18] = 0.00000000000000e+000;
sign[16][18] = 0.00000000000000e+000;
sign[17][18] = 0.00000000000000e+000;
sign[18][18] = 0.00000000000000e+000;

modelCoeff[0][0] = 4.70354814848235e+004;
modelCoeff[1][0] = 1.25859139399263e+000;
modelCoeff[2][0] = 9.43307872976512e-001;
modelCoeff[3][0] = 8.50651733088331e-001;
modelCoeff[4][0] = 2.17109075102312e+000;
modelCoeff[5][0] = 3.29277503273129e+000;
modelCoeff[6][0] = 8.45418917769785e-001;
modelCoeff[7][0] = 9.88441703656198e-001;
modelCoeff[0][1] = 2.61672887136311e+003;
modelCoeff[1][1] = 1.51851668316072e-001;
modelCoeff[2][1] = 6.04851613134810e-002;
modelCoeff[3][1] = 6.49519085663262e-002;
modelCoeff[4][1] = 4.87945741117427e-003;
modelCoeff[5][1] = 7.33825756062637e-002;
modelCoeff[6][1] = 7.79078995909163e-002;
modelCoeff[7][1] = 6.42387501905070e-002;
modelCoeff[0][2] = 4.96522103561866e+004;
modelCoeff[1][2] = 1.41044306230870e+000;
modelCoeff[2][2] = 1.00379303429000e+000;
modelCoeff[3][2] = 9.15603641654657e-001;
modelCoeff[4][2] = 2.17597020843430e+000;
modelCoeff[5][2] = 3.36615760833756e+000;
modelCoeff[6][2] = 9.23326817360700e-001;
modelCoeff[7][2] = 1.05268045384670e+000;
modelCoeff[0][3] = 2.59267667861108e+004;
modelCoeff[1][3] = 4.09267385647557e-001;
modelCoeff[2][3] = 4.71891071909718e-001;
modelCoeff[3][3] = 5.70183949666361e-001;
modelCoeff[4][3] = 1.04527490080044e+000;
modelCoeff[5][3] = 1.98528305091879e+000;
modelCoeff[6][3] = 4.27558436665552e-001;
modelCoeff[7][3] = 6.54322050762114e-001;

basisFunctions[0] = 1.0;
basisFunctions[1] = 1.0;
basisFunctions[2] = 1.0;
basisFunctions[3] = 1.0;
basisFunctions[4] = 1.0;
basisFunctions[5] = 1.0;
basisFunctions[6] = 1.0;
basisFunctions[7] = 1.0;

knots[0][0] = 0.00000000000000e+000;
knots[1][0] = 0.00000000000000e+000;
knots[2][0] = 0.00000000000000e+000;
knots[3][0] = 0.00000000000000e+000;
knots[4][0] = 0.00000000000000e+000;
knots[5][0] = 1.14090000000000e+004;
knots[6][0] = 1.14090000000000e+004;
knots[7][0] = 0.00000000000000e+000;
knots[8][0] = 0.00000000000000e+000;
knots[9][0] = 0.00000000000000e+000;
knots[10][0] = 0.00000000000000e+000;
```

```
knots[11][0] = 0.00000000000000e+000;
knots[12][0] = 0.00000000000000e+000;
knots[13][0] = 0.00000000000000e+000;
knots[14][0] = 0.00000000000000e+000;
knots[15][0] = 0.00000000000000e+000;
knots[16][0] = 0.00000000000000e+000;
knots[17][0] = 0.00000000000000e+000;
knots[18][0] = 0.00000000000000e+000;
knots[0][1] = 0.00000000000000e+000;
knots[1][1] = 0.00000000000000e+000;
knots[2][1] = 0.00000000000000e+000;
knots[3][1] = 0.00000000000000e+000;
knots[4][1] = 0.00000000000000e+000;
knots[5][1] = 0.00000000000000e+000;
knots[6][1] = 0.00000000000000e+000;
knots[7][1] = 6.90000000000000e+001;
knots[8][1] = 6.90000000000000e+001;
knots[9][1] = 0.00000000000000e+000;
knots[10][1] = 0.00000000000000e+000;
knots[11][1] = 0.00000000000000e+000;
knots[12][1] = 0.00000000000000e+000;
knots[13][1] = 0.00000000000000e+000;
knots[14][1] = 0.00000000000000e+000;
knots[15][1] = 0.00000000000000e+000;
knots[16][1] = 0.00000000000000e+000;
knots[17][1] = 0.00000000000000e+000;
knots[18][1] = 0.00000000000000e+000;
knots[0][2] = 0.00000000000000e+000;
knots[1][2] = 7.62400000000000e+003;
knots[2][2] = 7.62400000000000e+003;
knots[3][2] = 0.00000000000000e+000;
knots[4][2] = 0.00000000000000e+000;
knots[5][2] = 0.00000000000000e+000;
knots[6][2] = 0.00000000000000e+000;
knots[7][2] = 0.00000000000000e+000;
knots[8][2] = 0.00000000000000e+000;
knots[9][2] = 0.00000000000000e+000;
knots[10][2] = 0.00000000000000e+000;
knots[11][2] = 0.00000000000000e+000;
knots[12][2] = 0.00000000000000e+000;
knots[13][2] = 0.00000000000000e+000;
knots[14][2] = 0.00000000000000e+000;
knots[15][2] = 0.00000000000000e+000;
knots[16][2] = 0.00000000000000e+000;
knots[17][2] = 0.00000000000000e+000;
knots[18][2] = 0.00000000000000e+000;
knots[0][3] = 0.00000000000000e+000;
knots[1][3] = 0.00000000000000e+000;
knots[2][3] = 0.00000000000000e+000;
knots[3][3] = 0.00000000000000e+000;
knots[4][3] = 0.00000000000000e+000;
knots[5][3] = 0.00000000000000e+000;
knots[6][3] = 0.00000000000000e+000;
knots[7][3] = 0.00000000000000e+000;
knots[8][3] = 0.00000000000000e+000;
knots[9][3] = 0.00000000000000e+000;
knots[10][3] = 0.00000000000000e+000;
knots[11][3] = 0.00000000000000e+000;
knots[12][3] = 0.00000000000000e+000;
```



```
knots[15][6] = 0.00000000000000e+000;
knots[16][6] = 0.00000000000000e+000;
knots[17][6] = 3.31600000000000e+003;
knots[18][6] = 3.31600000000000e+003;
knots[0][7] = 0.00000000000000e+000;
knots[1][7] = 0.00000000000000e+000;
knots[2][7] = 0.00000000000000e+000;
knots[3][7] = 0.00000000000000e+000;
knots[4][7] = 0.00000000000000e+000;
knots[5][7] = 0.00000000000000e+000;
knots[6][7] = 0.00000000000000e+000;
knots[7][7] = 0.00000000000000e+000;
knots[8][7] = 0.00000000000000e+000;
knots[9][7] = 0.00000000000000e+000;
knots[10][7] = 0.00000000000000e+000;
knots[11][7] = 0.00000000000000e+000;
knots[12][7] = 0.00000000000000e+000;
knots[13][7] = 0.00000000000000e+000;
knots[14][7] = 0.00000000000000e+000;
knots[15][7] = 1.97300000000000e+003;
knots[16][7] = 1.97300000000000e+003;
knots[17][7] = 0.00000000000000e+000;
knots[18][7] = 0.00000000000000e+000;
knots[0][8] = 0.00000000000000e+000;
knots[1][8] = 0.00000000000000e+000;
knots[2][8] = 0.00000000000000e+000;
knots[3][8] = 0.00000000000000e+000;
knots[4][8] = 0.00000000000000e+000;
knots[5][8] = 0.00000000000000e+000;
knots[6][8] = 0.00000000000000e+000;
knots[7][8] = 0.00000000000000e+000;
knots[8][8] = 0.00000000000000e+000;
knots[9][8] = 1.67000000000000e+002;
knots[10][8] = 1.67000000000000e+002;
knots[11][8] = 0.00000000000000e+000;
knots[12][8] = 0.00000000000000e+000;
knots[13][8] = 0.00000000000000e+000;
knots[14][8] = 0.00000000000000e+000;
knots[15][8] = 0.00000000000000e+000;
knots[16][8] = 0.00000000000000e+000;
knots[17][8] = 0.00000000000000e+000;
knots[18][8] = 0.00000000000000e+000;
knots[0][9] = 0.00000000000000e+000;
knots[1][9] = 0.00000000000000e+000;
knots[2][9] = 0.00000000000000e+000;
knots[3][9] = 0.00000000000000e+000;
knots[4][9] = 0.00000000000000e+000;
knots[5][9] = 0.00000000000000e+000;
knots[6][9] = 0.00000000000000e+000;
knots[7][9] = 0.00000000000000e+000;
knots[8][9] = 0.00000000000000e+000;
knots[9][9] = 0.00000000000000e+000;
knots[10][9] = 0.00000000000000e+000;
knots[11][9] = 0.00000000000000e+000;
knots[12][9] = 0.00000000000000e+000;
knots[13][9] = 7.34000000000000e+002;
knots[14][9] = 7.34000000000000e+002;
knots[15][9] = 0.00000000000000e+000;
knots[16][9] = 0.00000000000000e+000;
```



```
knots[2][16] = 0.00000000000000e+000;  
knots[3][16] = 0.00000000000000e+000;  
knots[4][16] = 0.00000000000000e+000;  
knots[5][16] = 0.00000000000000e+000;  
knots[6][16] = 0.00000000000000e+000;  
knots[7][16] = 0.00000000000000e+000;  
knots[8][16] = 0.00000000000000e+000;  
knots[9][16] = 0.00000000000000e+000;  
knots[10][16] = 0.00000000000000e+000;  
knots[11][16] = 0.00000000000000e+000;  
knots[12][16] = 0.00000000000000e+000;  
knots[13][16] = 0.00000000000000e+000;  
knots[14][16] = 0.00000000000000e+000;  
knots[15][16] = 0.00000000000000e+000;  
knots[16][16] = 0.00000000000000e+000;  
knots[17][16] = 0.00000000000000e+000;  
knots[18][16] = 0.00000000000000e+000;  
knots[0][17] = 0.00000000000000e+000;  
knots[1][17] = 0.00000000000000e+000;  
knots[2][17] = 0.00000000000000e+000;  
knots[3][17] = 0.00000000000000e+000;  
knots[4][17] = 0.00000000000000e+000;  
knots[5][17] = 0.00000000000000e+000;  
knots[6][17] = 0.00000000000000e+000;  
knots[7][17] = 0.00000000000000e+000;  
knots[8][17] = 0.00000000000000e+000;  
knots[9][17] = 0.00000000000000e+000;  
knots[10][17] = 0.00000000000000e+000;  
knots[11][17] = 0.00000000000000e+000;  
knots[12][17] = 0.00000000000000e+000;  
knots[13][17] = 0.00000000000000e+000;  
knots[14][17] = 0.00000000000000e+000;  
knots[15][17] = 0.00000000000000e+000;  
knots[16][17] = 0.00000000000000e+000;  
knots[17][17] = 0.00000000000000e+000;  
knots[18][17] = 0.00000000000000e+000;  
knots[0][18] = 0.00000000000000e+000;  
knots[1][18] = 0.00000000000000e+000;  
knots[2][18] = 0.00000000000000e+000;  
knots[3][18] = 0.00000000000000e+000;  
knots[4][18] = 0.00000000000000e+000;  
knots[5][18] = 0.00000000000000e+000;  
knots[6][18] = 0.00000000000000e+000;  
knots[7][18] = 0.00000000000000e+000;  
knots[8][18] = 0.00000000000000e+000;  
knots[9][18] = 0.00000000000000e+000;  
knots[10][18] = 0.00000000000000e+000;  
knots[11][18] = 0.00000000000000e+000;  
knots[12][18] = 0.00000000000000e+000;  
knots[13][18] = 0.00000000000000e+000;  
knots[14][18] = 0.00000000000000e+000;  
knots[15][18] = 0.00000000000000e+000;  
knots[16][18] = 0.00000000000000e+000;  
knots[17][18] = 0.00000000000000e+000;  
knots[18][18] = 0.00000000000000e+000;
```

```
noInputNominals[0] = 0;  
noInputNominals[1] = 0;  
noInputNominals[2] = 0;
```

```

noInputNominals[3] = 0;
noInputNominals[4] = 0;
noInputNominals[5] = 0;
noInputNominals[6] = 0;
noInputNominals[7] = 0;
noInputNominals[8] = 0;
noInputNominals[9] = 0;
noInputNominals[10] = 0;
noInputNominals[11] = 0;
noInputNominals[12] = 0;
noInputNominals[13] = 0;
noInputNominals[14] = 0;
noInputNominals[15] = 0;
noInputNominals[16] = 0;
noInputNominals[17] = 0;
noInputNominals[18] = 0;

noOutputNominals[0] = 0;
noOutputNominals[1] = 0;
noOutputNominals[2] = 0;
noOutputNominals[3] = 0;

k = 1 = 0;
for(i=0; i<19; i++)
{
    if(noInputNominals[i]!=0)
    {
        for(j=0; j<noInputNominals[i]; j++)
        {
            if(inputNominals[l][j]==inputs[i]) dummyInputs[k] = 1.0;
            else dummyInputs[k] = 0.0;
            k++;
        }
        l++;
    }
    else
    {
        dummyInputs[k] = inputs[i];
        k++;
    }
}

for(i=0; i<7; i++)
{
    j = selectedTerms[i+1];
    a = 1.0;
    for(k=0; k<19; k++)
    {
        if(sign[j][k] != 0)
        {
            b = sign[j][k] * (dummyInputs[k] - knots[j][k]);
            if(b>0.0) a = a*b;
            else a = 0.0;
        }
    }
    basisFunctions[i+1] = a;
}

```



```

for(j=0; j<4; j++)
{
    sum = 0.0;
    for(k=0; k<8; k++)
    {
        sum += basisFunctions[k]*modelCoeff[k][j];
    }
    dummyPredictions[j] = sum;
}

if(noOutputNominals[0]>0)
{
    k = index = 0;
    for(i=0; i<4; i++)
    {
        mx = dummyPredictions[k];
        for(j=0; j<noOutputNominals[i]; j++)
        {
            if(mx<dummyPredictions[k])
            {
                mx = dummyPredictions[k];
                index = j;
            }
            k++;
        }
        predictions[i] = outputNominals[i][index];
    }
}
else
{
    for(i=0; i<4; i++)
    {
        predictions[i] = dummyPredictions[i];
    }
}

return 0;
};

```

ДОДАТОК Є

КОД ДЛЯ ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГНОЗНИХ РЕГРЕСІЙНИХ СПЛАЙНОВИХ РІВНЯНЬ НА МОВІ ПРОГРАМУВАННЯ VBA

```

'#Reference {BE35B7EB-0D00-44D8-B3A5-0727DF5AD7C1}#1.0#0#
'#Reference {C9E29001-3D45-11D4-9FF4-00C04FA0D540}#1.0#0#
'#Uses "*"CommonDataMinerInputErrorMessages.svx"
Option Base 1

Sub AnalysisNode( _
    DataIn() As InputDescriptor, _
    ByVal ReportDocs As StaDocCollection, _
    DataOut() As InputDescriptor)

'=====
' Regression module deployment code
' Data used in estimation: Spreadsheet9_(Recovered)
'=====

'=====
' 1. Checking the InputDescriptor DataIn().
'=====
        Lower = LBound( DataIn )
        Upper = UBound( DataIn )

'=====
' 2. Checking input data descriptor, variable selections, etc.
'=====
        Dim MinerError As DataMinerInputErrors

        For I=Lower To Upper
            MinerError = CheckInputErrorNumber( DataIn(I) )
            If MinerError <> StartOfCommonDataMinerInputErrors Then    GoTo ErrorHandler
        Next I

        Dim NumberOfDep As Long
        For I=Lower To Upper
            NumberOfDep = DataIn(I).NumberOfContinuousDependentVariables +
                DataIn(I).NumberOfContinuousDependentVariables
        Next I

        ReDim DataOut( 1 To 1 )
        Dim Docs As Spreadsheet
        Dim Inputdes As InputDescriptor

'=====
' MARSplines variables
'=====
        Dim NoInputs(19) As Integer
        Dim InputIndex(19) As Integer

```

```

Dim Inputs(19) As Double
Dim Outputs(4) As Double
Dim ModelCoeff(8, 4) As Double
Dim BasisFunctions(8) As Double
Dim Signn(19, 19) As Double
Dim Knots(19, 19) As Double
Dim NoInputCodes(19) As Integer
Dim InputCodes(19) As Integer
Dim NoOutputCodes(4) As Integer
Dim OutputCodes(4) As Integer
Dim OutputText(4) As String
Dim SelectedTerms(8) As Integer

```

```

Dim Sum(4) As Double
Dim Pred(4) As Double

```

```

=====
' MARSplines variable initialization
=====

```

```

InputIndex(1) = 1
InputIndex(2) = 2
InputIndex(3) = 3
InputIndex(4) = 4
InputIndex(5) = 5
InputIndex(6) = 6
InputIndex(7) = 7
InputIndex(8) = 8
InputIndex(9) = 9
InputIndex(10) = 10
InputIndex(11) = 11
InputIndex(12) = 12
InputIndex(13) = 13
InputIndex(14) = 14
InputIndex(15) = 15
InputIndex(16) = 16
InputIndex(17) = 17
InputIndex(18) = 18
InputIndex(19) = 19

```

```

SelectedTerms(1) = 1
SelectedTerms(2) = 2
SelectedTerms(3) = 6
SelectedTerms(4) = 8
SelectedTerms(5) = 12
SelectedTerms(6) = 14
SelectedTerms(7) = 16
SelectedTerms(8) = 18

```

```

Signn(1, 1) = 0,0000000000000000e+000
Signn(2, 1) = 0,0000000000000000e+000
Signn(3, 1) = 0,0000000000000000e+000
Signn(4, 1) = 0,0000000000000000e+000
Signn(5, 1) = 0,0000000000000000e+000
Signn(6, 1) = 1,0000000000000000e+000

```

Signn(7, 1) = -1,00000000000000e+000
Signn(8, 1) = 0,00000000000000e+000
Signn(9, 1) = 0,00000000000000e+000
Signn(10, 1) = 0,00000000000000e+000
Signn(11, 1) = 0,00000000000000e+000
Signn(12, 1) = 0,00000000000000e+000
Signn(13, 1) = 0,00000000000000e+000
Signn(14, 1) = 0,00000000000000e+000
Signn(15, 1) = 0,00000000000000e+000
Signn(16, 1) = 0,00000000000000e+000
Signn(17, 1) = 0,00000000000000e+000
Signn(18, 1) = 0,00000000000000e+000
Signn(19, 1) = 0,00000000000000e+000
Signn(1, 2) = 0,00000000000000e+000
Signn(2, 2) = 0,00000000000000e+000
Signn(3, 2) = 0,00000000000000e+000
Signn(4, 2) = 0,00000000000000e+000
Signn(5, 2) = 0,00000000000000e+000
Signn(6, 2) = 0,00000000000000e+000
Signn(7, 2) = 0,00000000000000e+000
Signn(8, 2) = 1,00000000000000e+000
Signn(9, 2) = -1,00000000000000e+000
Signn(10, 2) = 0,00000000000000e+000
Signn(11, 2) = 0,00000000000000e+000
Signn(12, 2) = 0,00000000000000e+000
Signn(13, 2) = 0,00000000000000e+000
Signn(14, 2) = 0,00000000000000e+000
Signn(15, 2) = 0,00000000000000e+000
Signn(16, 2) = 0,00000000000000e+000
Signn(17, 2) = 0,00000000000000e+000
Signn(18, 2) = 0,00000000000000e+000
Signn(19, 2) = 0,00000000000000e+000
Signn(1, 3) = 0,00000000000000e+000
Signn(2, 3) = 1,00000000000000e+000
Signn(3, 3) = -1,00000000000000e+000
Signn(4, 3) = 0,00000000000000e+000
Signn(5, 3) = 0,00000000000000e+000
Signn(6, 3) = 0,00000000000000e+000
Signn(7, 3) = 0,00000000000000e+000
Signn(8, 3) = 0,00000000000000e+000
Signn(9, 3) = 0,00000000000000e+000
Signn(10, 3) = 0,00000000000000e+000
Signn(11, 3) = 0,00000000000000e+000
Signn(12, 3) = 0,00000000000000e+000
Signn(13, 3) = 0,00000000000000e+000
Signn(14, 3) = 0,00000000000000e+000
Signn(15, 3) = 0,00000000000000e+000
Signn(16, 3) = 0,00000000000000e+000
Signn(17, 3) = 0,00000000000000e+000
Signn(18, 3) = 0,00000000000000e+000
Signn(19, 3) = 0,00000000000000e+000
Signn(1, 4) = 0,00000000000000e+000
Signn(2, 4) = 0,00000000000000e+000

Signn(3, 4) = 0,00000000000000e+000
Signn(4, 4) = 0,00000000000000e+000
Signn(5, 4) = 0,00000000000000e+000
Signn(6, 4) = 0,00000000000000e+000
Signn(7, 4) = 0,00000000000000e+000
Signn(8, 4) = 0,00000000000000e+000
Signn(9, 4) = 0,00000000000000e+000
Signn(10, 4) = 0,00000000000000e+000
Signn(11, 4) = 0,00000000000000e+000
Signn(12, 4) = 0,00000000000000e+000
Signn(13, 4) = 0,00000000000000e+000
Signn(14, 4) = 0,00000000000000e+000
Signn(15, 4) = 0,00000000000000e+000
Signn(16, 4) = 0,00000000000000e+000
Signn(17, 4) = 0,00000000000000e+000
Signn(18, 4) = 0,00000000000000e+000
Signn(19, 4) = 0,00000000000000e+000
Signn(1, 5) = 0,00000000000000e+000
Signn(2, 5) = 0,00000000000000e+000
Signn(3, 5) = 0,00000000000000e+000
Signn(4, 5) = 0,00000000000000e+000
Signn(5, 5) = 0,00000000000000e+000
Signn(6, 5) = 0,00000000000000e+000
Signn(7, 5) = 0,00000000000000e+000
Signn(8, 5) = 0,00000000000000e+000
Signn(9, 5) = 0,00000000000000e+000
Signn(10, 5) = 0,00000000000000e+000
Signn(11, 5) = 0,00000000000000e+000
Signn(12, 5) = 0,00000000000000e+000
Signn(13, 5) = 0,00000000000000e+000
Signn(14, 5) = 0,00000000000000e+000
Signn(15, 5) = 0,00000000000000e+000
Signn(16, 5) = 0,00000000000000e+000
Signn(17, 5) = 0,00000000000000e+000
Signn(18, 5) = 0,00000000000000e+000
Signn(19, 5) = 0,00000000000000e+000
Signn(1, 6) = 0,00000000000000e+000
Signn(2, 6) = 0,00000000000000e+000
Signn(3, 6) = 0,00000000000000e+000
Signn(4, 6) = 0,00000000000000e+000
Signn(5, 6) = 0,00000000000000e+000
Signn(6, 6) = 0,00000000000000e+000
Signn(7, 6) = 0,00000000000000e+000
Signn(8, 6) = 0,00000000000000e+000
Signn(9, 6) = 0,00000000000000e+000
Signn(10, 6) = 0,00000000000000e+000
Signn(11, 6) = 0,00000000000000e+000
Signn(12, 6) = 1,00000000000000e+000
Signn(13, 6) = -1,00000000000000e+000
Signn(14, 6) = 0,00000000000000e+000
Signn(15, 6) = 0,00000000000000e+000
Signn(16, 6) = 0,00000000000000e+000
Signn(17, 6) = 0,00000000000000e+000

Signn(18, 6) = 0,00000000000000e+000
Signn(19, 6) = 0,00000000000000e+000
Signn(1, 7) = 0,00000000000000e+000
Signn(2, 7) = 0,00000000000000e+000
Signn(3, 7) = 0,00000000000000e+000
Signn(4, 7) = 0,00000000000000e+000
Signn(5, 7) = 0,00000000000000e+000
Signn(6, 7) = 0,00000000000000e+000
Signn(7, 7) = 0,00000000000000e+000
Signn(8, 7) = 0,00000000000000e+000
Signn(9, 7) = 0,00000000000000e+000
Signn(10, 7) = 0,00000000000000e+000
Signn(11, 7) = 0,00000000000000e+000
Signn(12, 7) = 0,00000000000000e+000
Signn(13, 7) = 0,00000000000000e+000
Signn(14, 7) = 0,00000000000000e+000
Signn(15, 7) = 0,00000000000000e+000
Signn(16, 7) = 0,00000000000000e+000
Signn(17, 7) = 0,00000000000000e+000
Signn(18, 7) = 1,00000000000000e+000
Signn(19, 7) = -1,00000000000000e+000
Signn(1, 8) = 0,00000000000000e+000
Signn(2, 8) = 0,00000000000000e+000
Signn(3, 8) = 0,00000000000000e+000
Signn(4, 8) = 0,00000000000000e+000
Signn(5, 8) = 0,00000000000000e+000
Signn(6, 8) = 0,00000000000000e+000
Signn(7, 8) = 0,00000000000000e+000
Signn(8, 8) = 0,00000000000000e+000
Signn(9, 8) = 0,00000000000000e+000
Signn(10, 8) = 0,00000000000000e+000
Signn(11, 8) = 0,00000000000000e+000
Signn(12, 8) = 0,00000000000000e+000
Signn(13, 8) = 0,00000000000000e+000
Signn(14, 8) = 0,00000000000000e+000
Signn(15, 8) = 0,00000000000000e+000
Signn(16, 8) = 1,00000000000000e+000
Signn(17, 8) = -1,00000000000000e+000
Signn(18, 8) = 0,00000000000000e+000
Signn(19, 8) = 0,00000000000000e+000
Signn(1, 9) = 0,00000000000000e+000
Signn(2, 9) = 0,00000000000000e+000
Signn(3, 9) = 0,00000000000000e+000
Signn(4, 9) = 0,00000000000000e+000
Signn(5, 9) = 0,00000000000000e+000
Signn(6, 9) = 0,00000000000000e+000
Signn(7, 9) = 0,00000000000000e+000
Signn(8, 9) = 0,00000000000000e+000
Signn(9, 9) = 0,00000000000000e+000
Signn(10, 9) = 1,00000000000000e+000
Signn(11, 9) = -1,00000000000000e+000
Signn(12, 9) = 0,00000000000000e+000
Signn(13, 9) = 0,00000000000000e+000

Signn(14, 9) = 0,00000000000000e+000
Signn(15, 9) = 0,00000000000000e+000
Signn(16, 9) = 0,00000000000000e+000
Signn(17, 9) = 0,00000000000000e+000
Signn(18, 9) = 0,00000000000000e+000
Signn(19, 9) = 0,00000000000000e+000
Signn(1, 10) = 0,00000000000000e+000
Signn(2, 10) = 0,00000000000000e+000
Signn(3, 10) = 0,00000000000000e+000
Signn(4, 10) = 0,00000000000000e+000
Signn(5, 10) = 0,00000000000000e+000
Signn(6, 10) = 0,00000000000000e+000
Signn(7, 10) = 0,00000000000000e+000
Signn(8, 10) = 0,00000000000000e+000
Signn(9, 10) = 0,00000000000000e+000
Signn(10, 10) = 0,00000000000000e+000
Signn(11, 10) = 0,00000000000000e+000
Signn(12, 10) = 0,00000000000000e+000
Signn(13, 10) = 0,00000000000000e+000
Signn(14, 10) = 1,00000000000000e+000
Signn(15, 10) = -1,00000000000000e+000
Signn(16, 10) = 0,00000000000000e+000
Signn(17, 10) = 0,00000000000000e+000
Signn(18, 10) = 0,00000000000000e+000
Signn(19, 10) = 0,00000000000000e+000
Signn(1, 11) = 0,00000000000000e+000
Signn(2, 11) = 0,00000000000000e+000
Signn(3, 11) = 0,00000000000000e+000
Signn(4, 11) = 0,00000000000000e+000
Signn(5, 11) = 0,00000000000000e+000
Signn(6, 11) = 0,00000000000000e+000
Signn(7, 11) = 0,00000000000000e+000
Signn(8, 11) = 0,00000000000000e+000
Signn(9, 11) = 0,00000000000000e+000
Signn(10, 11) = 0,00000000000000e+000
Signn(11, 11) = 0,00000000000000e+000
Signn(12, 11) = 0,00000000000000e+000
Signn(13, 11) = 0,00000000000000e+000
Signn(14, 11) = 0,00000000000000e+000
Signn(15, 11) = 0,00000000000000e+000
Signn(16, 11) = 0,00000000000000e+000
Signn(17, 11) = 0,00000000000000e+000
Signn(18, 11) = 0,00000000000000e+000
Signn(19, 11) = 0,00000000000000e+000
Signn(1, 12) = 0,00000000000000e+000
Signn(2, 12) = 0,00000000000000e+000
Signn(3, 12) = 0,00000000000000e+000
Signn(4, 12) = 0,00000000000000e+000
Signn(5, 12) = 0,00000000000000e+000
Signn(6, 12) = 0,00000000000000e+000
Signn(7, 12) = 0,00000000000000e+000
Signn(8, 12) = 0,00000000000000e+000
Signn(9, 12) = 0,00000000000000e+000

Signn(10, 12) = 0,00000000000000e+000
Signn(11, 12) = 0,00000000000000e+000
Signn(12, 12) = 0,00000000000000e+000
Signn(13, 12) = 0,00000000000000e+000
Signn(14, 12) = 0,00000000000000e+000
Signn(15, 12) = 0,00000000000000e+000
Signn(16, 12) = 0,00000000000000e+000
Signn(17, 12) = 0,00000000000000e+000
Signn(18, 12) = 0,00000000000000e+000
Signn(19, 12) = 0,00000000000000e+000
Signn(1, 13) = 0,00000000000000e+000
Signn(2, 13) = 0,00000000000000e+000
Signn(3, 13) = 0,00000000000000e+000
Signn(4, 13) = 0,00000000000000e+000
Signn(5, 13) = 0,00000000000000e+000
Signn(6, 13) = 0,00000000000000e+000
Signn(7, 13) = 0,00000000000000e+000
Signn(8, 13) = 0,00000000000000e+000
Signn(9, 13) = 0,00000000000000e+000
Signn(10, 13) = 0,00000000000000e+000
Signn(11, 13) = 0,00000000000000e+000
Signn(12, 13) = 0,00000000000000e+000
Signn(13, 13) = 0,00000000000000e+000
Signn(14, 13) = 0,00000000000000e+000
Signn(15, 13) = 0,00000000000000e+000
Signn(16, 13) = 0,00000000000000e+000
Signn(17, 13) = 0,00000000000000e+000
Signn(18, 13) = 0,00000000000000e+000
Signn(19, 13) = 0,00000000000000e+000
Signn(1, 14) = 0,00000000000000e+000
Signn(2, 14) = 0,00000000000000e+000
Signn(3, 14) = 0,00000000000000e+000
Signn(4, 14) = 1,00000000000000e+000
Signn(5, 14) = -1,00000000000000e+000
Signn(6, 14) = 0,00000000000000e+000
Signn(7, 14) = 0,00000000000000e+000
Signn(8, 14) = 0,00000000000000e+000
Signn(9, 14) = 0,00000000000000e+000
Signn(10, 14) = 0,00000000000000e+000
Signn(11, 14) = 0,00000000000000e+000
Signn(12, 14) = 0,00000000000000e+000
Signn(13, 14) = 0,00000000000000e+000
Signn(14, 14) = 0,00000000000000e+000
Signn(15, 14) = 0,00000000000000e+000
Signn(16, 14) = 0,00000000000000e+000
Signn(17, 14) = 0,00000000000000e+000
Signn(18, 14) = 0,00000000000000e+000
Signn(19, 14) = 0,00000000000000e+000
Signn(1, 15) = 0,00000000000000e+000
Signn(2, 15) = 0,00000000000000e+000
Signn(3, 15) = 0,00000000000000e+000
Signn(4, 15) = 0,00000000000000e+000
Signn(5, 15) = 0,00000000000000e+000

Signn(2, 18) = 0,00000000000000e+000
Signn(3, 18) = 0,00000000000000e+000
Signn(4, 18) = 0,00000000000000e+000
Signn(5, 18) = 0,00000000000000e+000
Signn(6, 18) = 0,00000000000000e+000
Signn(7, 18) = 0,00000000000000e+000
Signn(8, 18) = 0,00000000000000e+000
Signn(9, 18) = 0,00000000000000e+000
Signn(10, 18) = 0,00000000000000e+000
Signn(11, 18) = 0,00000000000000e+000
Signn(12, 18) = 0,00000000000000e+000
Signn(13, 18) = 0,00000000000000e+000
Signn(14, 18) = 0,00000000000000e+000
Signn(15, 18) = 0,00000000000000e+000
Signn(16, 18) = 0,00000000000000e+000
Signn(17, 18) = 0,00000000000000e+000
Signn(18, 18) = 0,00000000000000e+000
Signn(19, 18) = 0,00000000000000e+000
Signn(1, 19) = 0,00000000000000e+000
Signn(2, 19) = 0,00000000000000e+000
Signn(3, 19) = 0,00000000000000e+000
Signn(4, 19) = 0,00000000000000e+000
Signn(5, 19) = 0,00000000000000e+000
Signn(6, 19) = 0,00000000000000e+000
Signn(7, 19) = 0,00000000000000e+000
Signn(8, 19) = 0,00000000000000e+000
Signn(9, 19) = 0,00000000000000e+000
Signn(10, 19) = 0,00000000000000e+000
Signn(11, 19) = 0,00000000000000e+000
Signn(12, 19) = 0,00000000000000e+000
Signn(13, 19) = 0,00000000000000e+000
Signn(14, 19) = 0,00000000000000e+000
Signn(15, 19) = 0,00000000000000e+000
Signn(16, 19) = 0,00000000000000e+000
Signn(17, 19) = 0,00000000000000e+000
Signn(18, 19) = 0,00000000000000e+000
Signn(19, 19) = 0,00000000000000e+000

ModelCoeff(1, 1) = 4,70354814848235e+004
ModelCoeff(2, 1) = 1,25859139399263e+000
ModelCoeff(3, 1) = 9,43307872976512e-001
ModelCoeff(4, 1) = 8,50651733088331e-001
ModelCoeff(5, 1) = 2,17109075102312e+000
ModelCoeff(6, 1) = 3,29277503273129e+000
ModelCoeff(7, 1) = 8,45418917769785e-001
ModelCoeff(8, 1) = 9,88441703656198e-001
ModelCoeff(1, 2) = 2,61672887136311e+003
ModelCoeff(2, 2) = 1,51851668316072e-001
ModelCoeff(3, 2) = 6,04851613134810e-002
ModelCoeff(4, 2) = 6,49519085663262e-002
ModelCoeff(5, 2) = 4,87945741117427e-003
ModelCoeff(6, 2) = 7,33825756062637e-002
ModelCoeff(7, 2) = 7,79078995909163e-002

ModelCoeff(8, 2) = 6,42387501905070e-002
ModelCoeff(1, 3) = 4,96522103561866e+004
ModelCoeff(2, 3) = 1,41044306230870e+000
ModelCoeff(3, 3) = 1,00379303429000e+000
ModelCoeff(4, 3) = 9,15603641654657e-001
ModelCoeff(5, 3) = 2,17597020843430e+000
ModelCoeff(6, 3) = 3,36615760833756e+000
ModelCoeff(7, 3) = 9,23326817360700e-001
ModelCoeff(8, 3) = 1,05268045384670e+000
ModelCoeff(1, 4) = 2,59267667861108e+004
ModelCoeff(2, 4) = 4,09267385647557e-001
ModelCoeff(3, 4) = 4,71891071909718e-001
ModelCoeff(4, 4) = 5,70183949666361e-001
ModelCoeff(5, 4) = 1,04527490080044e+000
ModelCoeff(6, 4) = 1,98528305091879e+000
ModelCoeff(7, 4) = 4,27558436665552e-001
ModelCoeff(8, 4) = 6,54322050762114e-001

BasisFunctions(1) = 1.0
BasisFunctions(2) = 1.0
BasisFunctions(3) = 1.0
BasisFunctions(4) = 1.0
BasisFunctions(5) = 1.0
BasisFunctions(6) = 1.0
BasisFunctions(7) = 1.0
BasisFunctions(8) = 1.0

Knots(1, 1) = 0,00000000000000e+000
Knots(2, 1) = 0,00000000000000e+000
Knots(3, 1) = 0,00000000000000e+000
Knots(4, 1) = 0,00000000000000e+000
Knots(5, 1) = 0,00000000000000e+000
Knots(6, 1) = 1,14090000000000e+004
Knots(7, 1) = 1,14090000000000e+004
Knots(8, 1) = 0,00000000000000e+000
Knots(9, 1) = 0,00000000000000e+000
Knots(10, 1) = 0,00000000000000e+000
Knots(11, 1) = 0,00000000000000e+000
Knots(12, 1) = 0,00000000000000e+000
Knots(13, 1) = 0,00000000000000e+000
Knots(14, 1) = 0,00000000000000e+000
Knots(15, 1) = 0,00000000000000e+000
Knots(16, 1) = 0,00000000000000e+000
Knots(17, 1) = 0,00000000000000e+000
Knots(18, 1) = 0,00000000000000e+000
Knots(19, 1) = 0,00000000000000e+000
Knots(1, 2) = 0,00000000000000e+000
Knots(2, 2) = 0,00000000000000e+000
Knots(3, 2) = 0,00000000000000e+000
Knots(4, 2) = 0,00000000000000e+000
Knots(5, 2) = 0,00000000000000e+000
Knots(6, 2) = 0,00000000000000e+000
Knots(7, 2) = 0,00000000000000e+000

Knots(8, 2) = 6,90000000000000e+001
Knots(9, 2) = 6,90000000000000e+001
Knots(10, 2) = 0,00000000000000e+000
Knots(11, 2) = 0,00000000000000e+000
Knots(12, 2) = 0,00000000000000e+000
Knots(13, 2) = 0,00000000000000e+000
Knots(14, 2) = 0,00000000000000e+000
Knots(15, 2) = 0,00000000000000e+000
Knots(16, 2) = 0,00000000000000e+000
Knots(17, 2) = 0,00000000000000e+000
Knots(18, 2) = 0,00000000000000e+000
Knots(19, 2) = 0,00000000000000e+000
Knots(1, 3) = 0,00000000000000e+000
Knots(2, 3) = 7,62400000000000e+003
Knots(3, 3) = 7,62400000000000e+003
Knots(4, 3) = 0,00000000000000e+000
Knots(5, 3) = 0,00000000000000e+000
Knots(6, 3) = 0,00000000000000e+000
Knots(7, 3) = 0,00000000000000e+000
Knots(8, 3) = 0,00000000000000e+000
Knots(9, 3) = 0,00000000000000e+000
Knots(10, 3) = 0,00000000000000e+000
Knots(11, 3) = 0,00000000000000e+000
Knots(12, 3) = 0,00000000000000e+000
Knots(13, 3) = 0,00000000000000e+000
Knots(14, 3) = 0,00000000000000e+000
Knots(15, 3) = 0,00000000000000e+000
Knots(16, 3) = 0,00000000000000e+000
Knots(17, 3) = 0,00000000000000e+000
Knots(18, 3) = 0,00000000000000e+000
Knots(19, 3) = 0,00000000000000e+000
Knots(1, 4) = 0,00000000000000e+000
Knots(2, 4) = 0,00000000000000e+000
Knots(3, 4) = 0,00000000000000e+000
Knots(4, 4) = 0,00000000000000e+000
Knots(5, 4) = 0,00000000000000e+000
Knots(6, 4) = 0,00000000000000e+000
Knots(7, 4) = 0,00000000000000e+000
Knots(8, 4) = 0,00000000000000e+000
Knots(9, 4) = 0,00000000000000e+000
Knots(10, 4) = 0,00000000000000e+000
Knots(11, 4) = 0,00000000000000e+000
Knots(12, 4) = 0,00000000000000e+000
Knots(13, 4) = 0,00000000000000e+000
Knots(14, 4) = 0,00000000000000e+000
Knots(15, 4) = 0,00000000000000e+000
Knots(16, 4) = 0,00000000000000e+000
Knots(17, 4) = 0,00000000000000e+000
Knots(18, 4) = 0,00000000000000e+000
Knots(19, 4) = 0,00000000000000e+000
Knots(1, 5) = 0,00000000000000e+000
Knots(2, 5) = 0,00000000000000e+000
Knots(3, 5) = 0,00000000000000e+000

Knots(4, 5) = 0,00000000000000e+000
Knots(5, 5) = 0,00000000000000e+000
Knots(6, 5) = 0,00000000000000e+000
Knots(7, 5) = 0,00000000000000e+000
Knots(8, 5) = 0,00000000000000e+000
Knots(9, 5) = 0,00000000000000e+000
Knots(10, 5) = 0,00000000000000e+000
Knots(11, 5) = 0,00000000000000e+000
Knots(12, 5) = 0,00000000000000e+000
Knots(13, 5) = 0,00000000000000e+000
Knots(14, 5) = 0,00000000000000e+000
Knots(15, 5) = 0,00000000000000e+000
Knots(16, 5) = 0,00000000000000e+000
Knots(17, 5) = 0,00000000000000e+000
Knots(18, 5) = 0,00000000000000e+000
Knots(19, 5) = 0,00000000000000e+000
Knots(1, 6) = 0,00000000000000e+000
Knots(2, 6) = 0,00000000000000e+000
Knots(3, 6) = 0,00000000000000e+000
Knots(4, 6) = 0,00000000000000e+000
Knots(5, 6) = 0,00000000000000e+000
Knots(6, 6) = 0,00000000000000e+000
Knots(7, 6) = 0,00000000000000e+000
Knots(8, 6) = 0,00000000000000e+000
Knots(9, 6) = 0,00000000000000e+000
Knots(10, 6) = 0,00000000000000e+000
Knots(11, 6) = 0,00000000000000e+000
Knots(12, 6) = 1,06700000000000e+003
Knots(13, 6) = 1,06700000000000e+003
Knots(14, 6) = 0,00000000000000e+000
Knots(15, 6) = 0,00000000000000e+000
Knots(16, 6) = 0,00000000000000e+000
Knots(17, 6) = 0,00000000000000e+000
Knots(18, 6) = 0,00000000000000e+000
Knots(19, 6) = 0,00000000000000e+000
Knots(1, 7) = 0,00000000000000e+000
Knots(2, 7) = 0,00000000000000e+000
Knots(3, 7) = 0,00000000000000e+000
Knots(4, 7) = 0,00000000000000e+000
Knots(5, 7) = 0,00000000000000e+000
Knots(6, 7) = 0,00000000000000e+000
Knots(7, 7) = 0,00000000000000e+000
Knots(8, 7) = 0,00000000000000e+000
Knots(9, 7) = 0,00000000000000e+000
Knots(10, 7) = 0,00000000000000e+000
Knots(11, 7) = 0,00000000000000e+000
Knots(12, 7) = 0,00000000000000e+000
Knots(13, 7) = 0,00000000000000e+000
Knots(14, 7) = 0,00000000000000e+000
Knots(15, 7) = 0,00000000000000e+000
Knots(16, 7) = 0,00000000000000e+000
Knots(17, 7) = 0,00000000000000e+000
Knots(18, 7) = 3,31600000000000e+003

Knots(19, 7) = 3,31600000000000e+003
Knots(1, 8) = 0,00000000000000e+000
Knots(2, 8) = 0,00000000000000e+000
Knots(3, 8) = 0,00000000000000e+000
Knots(4, 8) = 0,00000000000000e+000
Knots(5, 8) = 0,00000000000000e+000
Knots(6, 8) = 0,00000000000000e+000
Knots(7, 8) = 0,00000000000000e+000
Knots(8, 8) = 0,00000000000000e+000
Knots(9, 8) = 0,00000000000000e+000
Knots(10, 8) = 0,00000000000000e+000
Knots(11, 8) = 0,00000000000000e+000
Knots(12, 8) = 0,00000000000000e+000
Knots(13, 8) = 0,00000000000000e+000
Knots(14, 8) = 0,00000000000000e+000
Knots(15, 8) = 0,00000000000000e+000
Knots(16, 8) = 1,97300000000000e+003
Knots(17, 8) = 1,97300000000000e+003
Knots(18, 8) = 0,00000000000000e+000
Knots(19, 8) = 0,00000000000000e+000
Knots(1, 9) = 0,00000000000000e+000
Knots(2, 9) = 0,00000000000000e+000
Knots(3, 9) = 0,00000000000000e+000
Knots(4, 9) = 0,00000000000000e+000
Knots(5, 9) = 0,00000000000000e+000
Knots(6, 9) = 0,00000000000000e+000
Knots(7, 9) = 0,00000000000000e+000
Knots(8, 9) = 0,00000000000000e+000
Knots(9, 9) = 0,00000000000000e+000
Knots(10, 9) = 1,67000000000000e+002
Knots(11, 9) = 1,67000000000000e+002
Knots(12, 9) = 0,00000000000000e+000
Knots(13, 9) = 0,00000000000000e+000
Knots(14, 9) = 0,00000000000000e+000
Knots(15, 9) = 0,00000000000000e+000
Knots(16, 9) = 0,00000000000000e+000
Knots(17, 9) = 0,00000000000000e+000
Knots(18, 9) = 0,00000000000000e+000
Knots(19, 9) = 0,00000000000000e+000
Knots(1, 10) = 0,00000000000000e+000
Knots(2, 10) = 0,00000000000000e+000
Knots(3, 10) = 0,00000000000000e+000
Knots(4, 10) = 0,00000000000000e+000
Knots(5, 10) = 0,00000000000000e+000
Knots(6, 10) = 0,00000000000000e+000
Knots(7, 10) = 0,00000000000000e+000
Knots(8, 10) = 0,00000000000000e+000
Knots(9, 10) = 0,00000000000000e+000
Knots(10, 10) = 0,00000000000000e+000
Knots(11, 10) = 0,00000000000000e+000
Knots(12, 10) = 0,00000000000000e+000
Knots(13, 10) = 0,00000000000000e+000
Knots(14, 10) = 7,34000000000000e+002

Knots(15, 10) = 7,34000000000000e+002
Knots(16, 10) = 0,00000000000000e+000
Knots(17, 10) = 0,00000000000000e+000
Knots(18, 10) = 0,00000000000000e+000
Knots(19, 10) = 0,00000000000000e+000
Knots(1, 11) = 0,00000000000000e+000
Knots(2, 11) = 0,00000000000000e+000
Knots(3, 11) = 0,00000000000000e+000
Knots(4, 11) = 0,00000000000000e+000
Knots(5, 11) = 0,00000000000000e+000
Knots(6, 11) = 0,00000000000000e+000
Knots(7, 11) = 0,00000000000000e+000
Knots(8, 11) = 0,00000000000000e+000
Knots(9, 11) = 0,00000000000000e+000
Knots(10, 11) = 0,00000000000000e+000
Knots(11, 11) = 0,00000000000000e+000
Knots(12, 11) = 0,00000000000000e+000
Knots(13, 11) = 0,00000000000000e+000
Knots(14, 11) = 0,00000000000000e+000
Knots(15, 11) = 0,00000000000000e+000
Knots(16, 11) = 0,00000000000000e+000
Knots(17, 11) = 0,00000000000000e+000
Knots(18, 11) = 0,00000000000000e+000
Knots(19, 11) = 0,00000000000000e+000
Knots(1, 12) = 0,00000000000000e+000
Knots(2, 12) = 0,00000000000000e+000
Knots(3, 12) = 0,00000000000000e+000
Knots(4, 12) = 0,00000000000000e+000
Knots(5, 12) = 0,00000000000000e+000
Knots(6, 12) = 0,00000000000000e+000
Knots(7, 12) = 0,00000000000000e+000
Knots(8, 12) = 0,00000000000000e+000
Knots(9, 12) = 0,00000000000000e+000
Knots(10, 12) = 0,00000000000000e+000
Knots(11, 12) = 0,00000000000000e+000
Knots(12, 12) = 0,00000000000000e+000
Knots(13, 12) = 0,00000000000000e+000
Knots(14, 12) = 0,00000000000000e+000
Knots(15, 12) = 0,00000000000000e+000
Knots(16, 12) = 0,00000000000000e+000
Knots(17, 12) = 0,00000000000000e+000
Knots(18, 12) = 0,00000000000000e+000
Knots(19, 12) = 0,00000000000000e+000
Knots(1, 13) = 0,00000000000000e+000
Knots(2, 13) = 0,00000000000000e+000
Knots(3, 13) = 0,00000000000000e+000
Knots(4, 13) = 0,00000000000000e+000
Knots(5, 13) = 0,00000000000000e+000
Knots(6, 13) = 0,00000000000000e+000
Knots(7, 13) = 0,00000000000000e+000
Knots(8, 13) = 0,00000000000000e+000
Knots(9, 13) = 0,00000000000000e+000
Knots(10, 13) = 0,00000000000000e+000

Knots(11, 13) = 0,00000000000000e+000
Knots(12, 13) = 0,00000000000000e+000
Knots(13, 13) = 0,00000000000000e+000
Knots(14, 13) = 0,00000000000000e+000
Knots(15, 13) = 0,00000000000000e+000
Knots(16, 13) = 0,00000000000000e+000
Knots(17, 13) = 0,00000000000000e+000
Knots(18, 13) = 0,00000000000000e+000
Knots(19, 13) = 0,00000000000000e+000
Knots(1, 14) = 0,00000000000000e+000
Knots(2, 14) = 0,00000000000000e+000
Knots(3, 14) = 0,00000000000000e+000
Knots(4, 14) = 3,70000000000000e+002
Knots(5, 14) = 3,70000000000000e+002
Knots(6, 14) = 0,00000000000000e+000
Knots(7, 14) = 0,00000000000000e+000
Knots(8, 14) = 0,00000000000000e+000
Knots(9, 14) = 0,00000000000000e+000
Knots(10, 14) = 0,00000000000000e+000
Knots(11, 14) = 0,00000000000000e+000
Knots(12, 14) = 0,00000000000000e+000
Knots(13, 14) = 0,00000000000000e+000
Knots(14, 14) = 0,00000000000000e+000
Knots(15, 14) = 0,00000000000000e+000
Knots(16, 14) = 0,00000000000000e+000
Knots(17, 14) = 0,00000000000000e+000
Knots(18, 14) = 0,00000000000000e+000
Knots(19, 14) = 0,00000000000000e+000
Knots(1, 15) = 0,00000000000000e+000
Knots(2, 15) = 0,00000000000000e+000
Knots(3, 15) = 0,00000000000000e+000
Knots(4, 15) = 0,00000000000000e+000
Knots(5, 15) = 0,00000000000000e+000
Knots(6, 15) = 0,00000000000000e+000
Knots(7, 15) = 0,00000000000000e+000
Knots(8, 15) = 0,00000000000000e+000
Knots(9, 15) = 0,00000000000000e+000
Knots(10, 15) = 0,00000000000000e+000
Knots(11, 15) = 0,00000000000000e+000
Knots(12, 15) = 0,00000000000000e+000
Knots(13, 15) = 0,00000000000000e+000
Knots(14, 15) = 0,00000000000000e+000
Knots(15, 15) = 0,00000000000000e+000
Knots(16, 15) = 0,00000000000000e+000
Knots(17, 15) = 0,00000000000000e+000
Knots(18, 15) = 0,00000000000000e+000
Knots(19, 15) = 0,00000000000000e+000
Knots(1, 16) = 0,00000000000000e+000
Knots(2, 16) = 0,00000000000000e+000
Knots(3, 16) = 0,00000000000000e+000
Knots(4, 16) = 0,00000000000000e+000
Knots(5, 16) = 0,00000000000000e+000
Knots(6, 16) = 0,00000000000000e+000

Knots(7, 16) = 0,00000000000000e+000
Knots(8, 16) = 0,00000000000000e+000
Knots(9, 16) = 0,00000000000000e+000
Knots(10, 16) = 0,00000000000000e+000
Knots(11, 16) = 0,00000000000000e+000
Knots(12, 16) = 0,00000000000000e+000
Knots(13, 16) = 0,00000000000000e+000
Knots(14, 16) = 0,00000000000000e+000
Knots(15, 16) = 0,00000000000000e+000
Knots(16, 16) = 0,00000000000000e+000
Knots(17, 16) = 0,00000000000000e+000
Knots(18, 16) = 0,00000000000000e+000
Knots(19, 16) = 0,00000000000000e+000
Knots(1, 17) = 0,00000000000000e+000
Knots(2, 17) = 0,00000000000000e+000
Knots(3, 17) = 0,00000000000000e+000
Knots(4, 17) = 0,00000000000000e+000
Knots(5, 17) = 0,00000000000000e+000
Knots(6, 17) = 0,00000000000000e+000
Knots(7, 17) = 0,00000000000000e+000
Knots(8, 17) = 0,00000000000000e+000
Knots(9, 17) = 0,00000000000000e+000
Knots(10, 17) = 0,00000000000000e+000
Knots(11, 17) = 0,00000000000000e+000
Knots(12, 17) = 0,00000000000000e+000
Knots(13, 17) = 0,00000000000000e+000
Knots(14, 17) = 0,00000000000000e+000
Knots(15, 17) = 0,00000000000000e+000
Knots(16, 17) = 0,00000000000000e+000
Knots(17, 17) = 0,00000000000000e+000
Knots(18, 17) = 0,00000000000000e+000
Knots(19, 17) = 0,00000000000000e+000
Knots(1, 18) = 0,00000000000000e+000
Knots(2, 18) = 0,00000000000000e+000
Knots(3, 18) = 0,00000000000000e+000
Knots(4, 18) = 0,00000000000000e+000
Knots(5, 18) = 0,00000000000000e+000
Knots(6, 18) = 0,00000000000000e+000
Knots(7, 18) = 0,00000000000000e+000
Knots(8, 18) = 0,00000000000000e+000
Knots(9, 18) = 0,00000000000000e+000
Knots(10, 18) = 0,00000000000000e+000
Knots(11, 18) = 0,00000000000000e+000
Knots(12, 18) = 0,00000000000000e+000
Knots(13, 18) = 0,00000000000000e+000
Knots(14, 18) = 0,00000000000000e+000
Knots(15, 18) = 0,00000000000000e+000
Knots(16, 18) = 0,00000000000000e+000
Knots(17, 18) = 0,00000000000000e+000
Knots(18, 18) = 0,00000000000000e+000
Knots(19, 18) = 0,00000000000000e+000
Knots(1, 19) = 0,00000000000000e+000
Knots(2, 19) = 0,00000000000000e+000

Knots(3, 19) = 0,000000000000000e+000
 Knots(4, 19) = 0,000000000000000e+000
 Knots(5, 19) = 0,000000000000000e+000
 Knots(6, 19) = 0,000000000000000e+000
 Knots(7, 19) = 0,000000000000000e+000
 Knots(8, 19) = 0,000000000000000e+000
 Knots(9, 19) = 0,000000000000000e+000
 Knots(10, 19) = 0,000000000000000e+000
 Knots(11, 19) = 0,000000000000000e+000
 Knots(12, 19) = 0,000000000000000e+000
 Knots(13, 19) = 0,000000000000000e+000
 Knots(14, 19) = 0,000000000000000e+000
 Knots(15, 19) = 0,000000000000000e+000
 Knots(16, 19) = 0,000000000000000e+000
 Knots(17, 19) = 0,000000000000000e+000
 Knots(18, 19) = 0,000000000000000e+000
 Knots(19, 19) = 0,000000000000000e+000

NoInputCodes(1) = 0
 NoInputCodes(2) = 0
 NoInputCodes(3) = 0
 NoInputCodes(4) = 0
 NoInputCodes(5) = 0
 NoInputCodes(6) = 0
 NoInputCodes(7) = 0
 NoInputCodes(8) = 0
 NoInputCodes(9) = 0
 NoInputCodes(10) = 0
 NoInputCodes(11) = 0
 NoInputCodes(12) = 0
 NoInputCodes(13) = 0
 NoInputCodes(14) = 0
 NoInputCodes(15) = 0
 NoInputCodes(16) = 0
 NoInputCodes(17) = 0
 NoInputCodes(18) = 0
 NoInputCodes(19) = 0

NoOutputCodes(1) = 0
 NoOutputCodes(2) = 0
 NoOutputCodes(3) = 0
 NoOutputCodes(4) = 0

For I=Lower To Upper
 If
 DataIn(I).NumberOfContinuousDependentVariables+DataIn(I).NumberOfCategoricalDependentVariables<1
 Then
 NumbDep=1
 Else

```

NumbDep=DataIn(I).NumberOfContinuousDependentVariables+DataIn(I).NumberOfCategoricalDep
endentVariables
End If

```

```

For K=1 To NumbDep
Set Docs = New Spreadsheet
Set Inputdes = New InputDescriptor
NumberOfCases = DataIn(I).DataSource.NumberOfCases
Docs.SetSize(NumberOfCases, NumbDep)

```

```

For J=1 To NumberOfCases
Docs.CaseName(J)=DataIn(I).DataSource.CaseName(J)

```

```

For KKK=1 To DataIn(I).NumberOfContinuousPredictors
If DataIn(I).DataSource.MissingData(J, _
DataIn(I).ContinuousPredictors(KKK)) Then
Docs.Value(J,1)=DataIn(I).DataSource.Value(J, _
DataIn(I).ContinuousPredictors(KKK))
Docs.Value(J,2)=DataIn(I).DataSource.Value(J, _
DataIn(I).ContinuousPredictors(KKK))
GoTo Skip
End If
Next KKK

```

```

'=====
' MARSplines predictions
'=====

```

```

jj=1
ll=1
For ii=1 To 19
value = DataIn(I).DataSource.Value(J, InputIndex(ii))
If NoInputCodes(ii)<>0 Then
For kk=1 To NoInputCodes(ii)
If InputCodes(ll)=value Then
Inputs(jj) = 1
Else
Inputs(jj) = 0
End If
jj = jj + 1
ll = ll + 1
Next kk
Else
Inputs(jj) = value
jj = jj + 1
End If
Next ii

```

```

For ii=1 To 7
jj = SelectedTerms(ii+1)
a = 1.0
For kk=1 To 19
If Signn(jj, kk)<>0 Then

```

```

b = Signn(jj, kk) * (Inputs(kk) - Knots(jj, kk))
  If b>0.0 Then
    a = a*b
  Else
    a = 0.0
  End If
End If
Next kk
BasisFunctions(ii+1) = a
Next ii

Dim aaa As Integer
aaa = 1

For jj=1 To 4
  Sum(jj) = 0.0
  For kk=1 To 8
Sum(jj) = Sum(jj) + BasisFunctions(kk)*ModelCoeff(kk, jj)
  Next kk
Next jj

  ll = 1
  For jj=1 To 4
If(NoOutputCodes(jj)=0) Then
  Pred(jj) = Sum(ll)
  ll = ll + 1
Else
  mx = Sum(ll)
  Pred(jj) = OutputCodes(ll)
  index = 1
  ll = ll + 1
  For kk=2 To NoOutputCodes(jj)
    If(mx<Sum(ll)) Then
      mx = Sum(ll)
      Pred(jj) = OutputCodes(ll)
      index = kk
    End If
    ll = ll + 1
  Next kk
  End If
  Docs.Value(J, aaa) = Pred(jj)
  aaa = aaa + 1
Next jj

```

Docs.SetTextLabel(jj, Pred(jj), OutputText(index))

Skip:

```

Next J
Docs.InputSpreadsheet = True
Inputdes.DataSource = Docs
CurrentPos = 1
Set DataOut(CurrentPos) = Inputdes

```

```

DataOut(CurrentPos).SourceId = DataIn(I).ID
    Next K
    Next I
ExitPort:
Exit Sub

```

```

=====
' 7. Error messages
=====

```

```

ErrorHandler:
DisplayCommonDataMinerError( MinerError )
GoTo ExitPort
End Sub

```

```

=====
' 8. Error checking function
=====

```

```

Private Function CheckInputErrorNumber( ByVal ID As InputDescriptor ) _
    As DataMinerInputErrors
    CheckInputErrorNumber = StartOfCommonDataMinerInputErrors
    'Checking continuous and categorical independent variables
If ID.NumberOfContinuousPredictors=0 And ID.NumberOfCategoricalPredictors=0 Then _
    CheckInputErrorNumber = NoPredictor
End Function

```

ДОДАТОК Ж

Рис.1. Програмна реалізація

```

4.3.py - D:\дисертація Люда\роздл 3\4.3.py (3.6.4)
File Edit Format Run Options Window Help
#Janes
k=int(input("\n введіть k: "))
p1=1/(k*(k/(k+1))+k+1)
p2=k/(k*(k/(k+1))+k+1)
p3=k*(k/(k+1))/(k*(k/(k+1))+k+1)
print("p1=",p1," p2=",p2," p3=",p3,"\n")
x11=int(input("\n введіть x11: "))
x12=int(input("введіть x12: "))
x13=int(input("введіть x13: "))
x21=int(input("введіть x21: "))
x22=int(input("введіть x22: "))
x23=int(input("введіть x23: "))

Janes1=p1*x11+p2*x12+p3*x13
Janes2=p1*x21+p2*x22+p3*x23
print("x11=",x11, "x12=", x12, "x13=", x13)
print("x21=",x21, "x22=", x22, "x23=", x23)
print("Janes=",Janes1, " ", Janes2,"\n")

#Bernulli
p1=0.25
p2=k*p1
p3=1-p1-p2
print("p1=",p1," p2=",p2," p3=",p3,"\n")
x11=int(input("\n введіть x11: "))
x12=int(input("введіть x12: "))
x13=int(input("введіть x13: "))
x21=int(input("введіть x21: "))
x22=int(input("введіть x22: "))
x23=int(input("введіть x23: "))
Bernul1=p1*x11+p2*x12+p3*x13
Bernul2=p1*x21+p2*x22+p3*x23

print("x11=",x11, "x12=", x12, "x13=", x13)
print("x21=",x21, "x22=", x22, "x23=", x23)
print("Bernulli=",Bernul1, " ", Bernul2,"\n")

```

Рис.2 Програмна реалізація

```

4.4.py - D:\дисертація Люда\роздл 3\4.4.py (3.6.4)
File Edit Format Run Options Window Help
#Janes3
k=float(input("\n введіть k: "))
p1=1/(k*(k/(k+1))+k+1)
p2=k/(k*(k/(k+1))+k+1)
p3=k*(k/(k+1))/(k*(k/(k+1))+k+1)
print("p1=",p1," p2=",p2," p3=",p3,"\n")
x11=int(input("\n введіть x11: "))
x12=int(input("введіть x12: "))
x13=int(input("введіть x13: "))
x21=int(input("введіть x21: "))
x22=int(input("введіть x22: "))
x23=int(input("введіть x23: "))

Janes1=p1*x11+p2*x12+p3*x13
Janes2=p1*x21+p2*x22+p3*x23
print("x11=",x11, "x12=", x12, "x13=", x13)
print("x21=",x21, "x22=", x22, "x23=", x23)
print("Janes=",Janes1, " ", Janes2,"\n")

#Bernulli
k=int(input("\n введіть k: "))
p2=1/3*k
p1=(1-p2)/2
p3=1-p1-p2
print("p1=",p1," p2=",p2," p3=",p3,"\n")
Bernul1=p1*x11+p2*x12+p3*x13
Bernul2=p1*x21+p2*x22+p3*x23

print("x11=",x11, "x12=", x12, "x13=", x13)
print("x21=",x21, "x22=", x22, "x23=", x23)
print("Bernulli=",Bernul1, " ", Bernul2,"\n")

```

Рис.3 Програмна реалізація

```

*4.5.py - D:\дисертація Люда\роздл 3\4.5.py (3.6.4)
File Edit Format Run Options Window Help
#k1=int(input("\n введіть k: "))
p1=0.1288
p2=p1*k
p3=(1-p1-p2)/3
p4=p3
p5=p3

print("p1=",p1," p2=",p2," p3=",p3,"p4=",p4,"p5=",p5,"\n")
x11=int(input("\n введіть x11: "))
x12=int(input("введіть x12: "))
x13=int(input("введіть x13: "))
x14=int(input("введіть x14: "))
x15=int(input("введіть x15: "))
x21=int(input("введіть x21: "))
x22=int(input("введіть x22: "))
x23=int(input("введіть x23: "))
x24=int(input("введіть x24: "))
x25=int(input("введіть x25: "))
Janes1=p1*x11+p2*x12+p3*x13+p4*x14+p5*x15
Janes2=p1*x21+p2*x22+p3*x23+p4*x24+p5*x25
print("x11=",x11," x12=", x12," x13=", x13,"x14=", x14," x15=", x15)
print("x21=",x21," x22=", x22," x23=", x23," x24=", x24," x25=", x25)
print("Janes=",Janes1," ", Janes2,"\n")

#Bernulli5
k1=2
p1=1/6
p2=k1*p1
p3=(1-p1-p2)/3
p4=p3
p5=p3
print("p1=",p1," p2=",p2," p3=",p3,"p4=",p4,"p5=",p5,"\n")
Bernull1=p1*x11+p2*x12+p3*x13+p4*x14+p5*x15
Bernull2=p1*x21+p2*x22+p3*x23+p4*x24+p5*x25

print("x11=",x11," x12=", x12," x13=", x13,"x14=", x14," x15=", x15)
print("x21=",x21," x22=", x22," x23=", x23," x24=", x24," x25=", x25)
print("Bernulli=",Bernull1," ", Bernull2,"\n")

```

Рис.4 Програмна реалізація

```

4.6 MIRA.py - G:\роздл 3\4.6 MIRA.py (3.7.3)
File Edit Format Run Options Window Help
#Janes5
p5
r=2
k1=int(input("\n введіть k: "))
k2=float(input("\n введіть k: "))
p1=1/((n-r)*(k2**k2)**2+k2+1)
p2=k1*p1
p3=k2*p1
p4=(1-p1-p2-p3)/2
p5=p4
p=[p1,p2,p3,p4,p5]
print("p1=",p1," p2=",p2," p3=",p3,"p4=",p4,"p5=",p5,"\n")
x11=int(input("\n введіть x11: "))
x12=int(input("введіть x12: "))
x13=int(input("введіть x13: "))
x14=int(input("введіть x14: "))
x15=int(input("введіть x15: "))
x21=int(input("введіть x21: "))
x22=int(input("введіть x22: "))
x23=int(input("введіть x23: "))
x24=int(input("введіть x24: "))
x25=int(input("введіть x25: "))
Janes1=p1*x11+p2*x12+p3*x13+p4*x14+p5*x15
Janes2=p1*x21+p2*x22+p3*x23+p4*x24+p5*x25
Janes=[Janes1,Janes2]
print("x11=",x11," x12=", x12," x13=", x13,"x14=", x14," x15=", x15)
print("x21=",x21," x22=", x22," x23=", x23," x24=", x24," x25=", x25)
print("Janes=",Janes1," ", Janes2,"\n")

mxj=max(Janes1, Janes2)
maj=(Janes1+Janes2)/2

pp=[p1, p2, p3, p4, p5]
x=[[x11, x12, x13, x14, x15], [x21, x22, x23, x24, x25]]
print("Janes matrix")
print(x)
dx=x
ds=x
s=[0,0 ]
dm=[0,0 ]
for i in range(2):
    for j in range(5):
        d[i][j]=(x[i][j]-mxj)**2
        ds[i][j]=(x[i][j]-maj)**2
        dm[i]+=pp[j]*(x[i][j]-Janes[i])**2
    print("\n Janes vidhyl max")
    print(d)
    print("\n")

for i in range(2):
    s[i]=0
    ss[i]=0
    #dd[i]=0
    for j in range(5):
        s[i]+=pp[j]*d[i][j]
        ss[i]+=pp[j]*ds[i][j]
        #dm[i]+=pp[j]*ds[i][j]
    print("s=")
    print(s)
    print("\n")
    print("mins=",min(s),"\n")
    print("dm=")
    print(dm[i])
    print("\n")

print("\n Janes vidhyl ser")
print(ds)
print("\n")

print("ss=")
print(ss)
print("\n")
print("mins=",min(ss),"\n")
print("dm=")
print(dm[1])
print("\n")

```

```

#Bernull15
p1=2/11
p2=k1*p1
p3=k2*p1
p4=p1
p5=p1
print("p1=",p1," p2=",p2," p3=",p3,"p4=",p4,"p5=",p5,"\n")
Bernull1=p1*x11+p2*x12+p3*x13+p4*x14+p5*x15
Bernull2=p1*x21+p2*x22+p3*x23+p4*x24+p5*x25
Bernul=[Bernull1,Bernull2]
print("x11=",x11," x12=", x12," x13=", x13,"x14=", x14," x15=", x15)
print("x21=",x21," x22=", x22," x23=", x23," x24=", x24," x25=", x25)
print("Bernull1=",Bernull1, " ", Bernull2,"\n")
mxj=max(Bernull1,Bernull2)
møj=(Bernull1+Bernull2)/2

pp=[p1, p2, p3, p4, p5]
x=[[x11, x12, x13, x14, x15], [x21, x22, x23, x24, x25]]
print ("Bernul matrix")
print(x)
dx=x
ds=x
s=[0,0 ]
ss=[0,0 ]
dm=[0,0 ]
for i in range(2):
    for j in range(5):
        d[i][j]=(x[i][j]-mxj)**2
        ds[i][j]=(x[i][j]-møj)**2
        dm[i]+p[j]*(x[i][j]-Janes[i])**2
print ("n Bernul vidhyl max")
print(d)
print("\n")

for i in range(2):
    s[i]=0
    ss[i]=0
    #dd[i]=0
    for j in range(5):
        s[i]+pp[j]*d[i][j]
        ss[i]+pp[j]*ds[i][j]
        #dm[i]+pp[j]*ds[i][j]
    print ("s=")
    print(s)
    print("\n")
    print ("mins=",min(s),"\n")
    print ("dm=")
    print(dm[i])
    print("\n")

print ("n Bernul vidhyl ser")
print(ds)
print("\n")

print ("ss=")
print(ss)
print("\n")
print ("mins=",min(ss),"\n")
print ("dm=")
print(dm[i])
print("\n")

```

Рис.5. Програмна реалізація

```

4.8.py - G:\роздъл 3\4.8.py (3.7.3)
File Edit Format Run Options Window Help

#Janes3
k=int(input("\n введіть k: "))
p1=1/(2*(k+1))
p2=p1
p3=k*(p1+p2)

print("p1=",p1," p2=",p2," p3=",p3,"\n")
x11=int(input("\n введіть x11: "))
x12=int(input("введіть x12: "))
x13=int(input("введіть x13: "))
x21=int(input("введіть x21: "))
x22=int(input("введіть x22: "))
x23=int(input("введіть x23: "))

Janes1=p1*x11+p2*x12+p3*x13
Janes2=p1*x21+p2*x22+p3*x23
print("x11=",x11," x12=", x12," x13=", x13)
print("x21=",x21," x22=", x22," x23=", x23)
print("Janes=",Janes1, " ", Janes2,"\n")

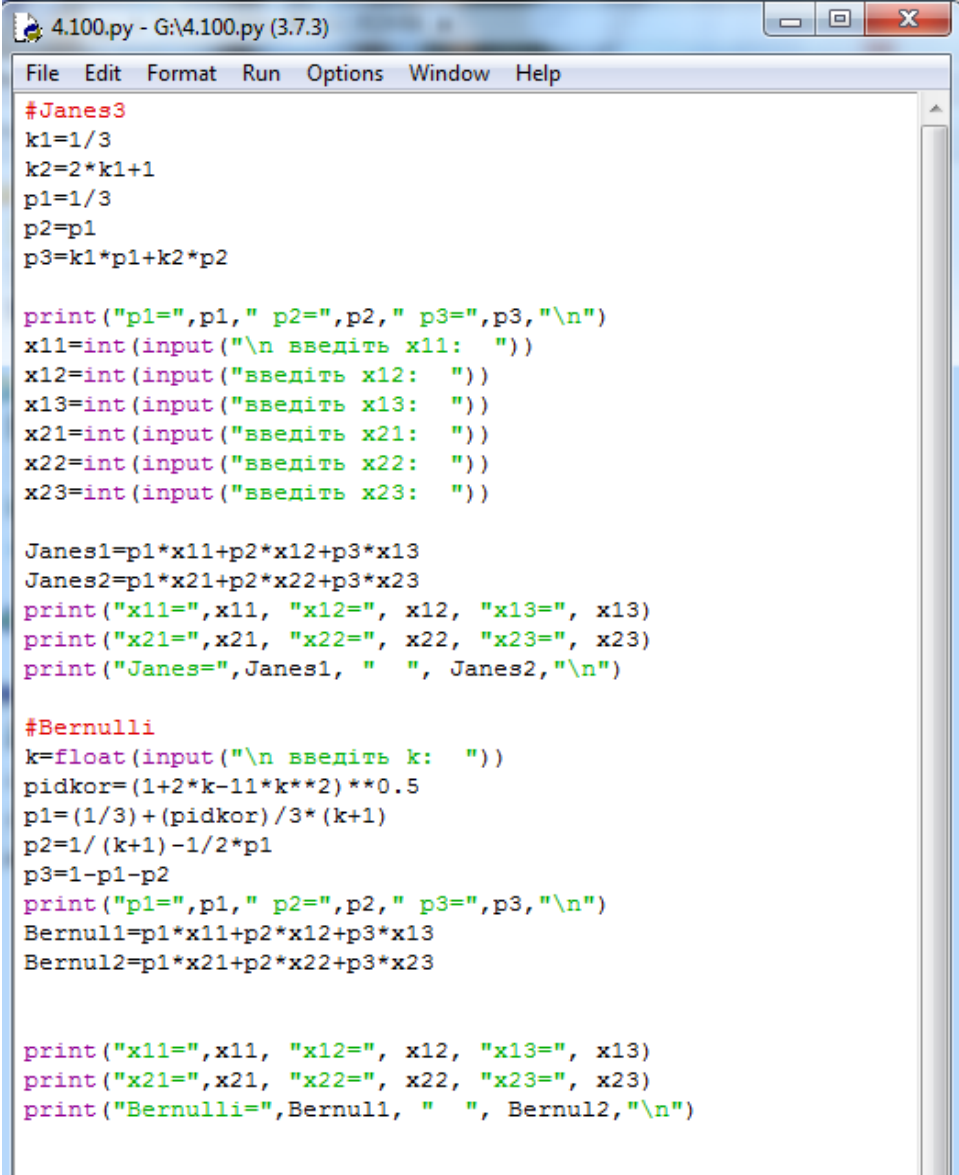
#Bernull1
k1=int(input("\n введіть k1: "))
k2=int(input("\n введіть k2: "))
p1=1/(2*(k1+1))
p2=p1
p3=k1*p1+k2*p2
print("p1=",p1," p2=",p2," p3=",p3,"\n")
x11=int(input("\n введіть x11: "))
x12=int(input("введіть x12: "))
x13=int(input("введіть x13: "))
x21=int(input("введіть x21: "))
x22=int(input("введіть x22: "))
x23=int(input("введіть x23: "))
Bernull1=p1*x11+p2*x12+p3*x13
Bernull2=p1*x21+p2*x22+p3*x23

print("x11=",x11," x12=", x12," x13=", x13)
print("x21=",x21," x22=", x22," x23=", x23)
print("Bernull1=",Bernull1, " ", Bernull2,"\n")

Ln: 1 Col: 0

```


Рис.6 Програмна реалізація



```

4.100.py - G:\4.100.py (3.7.3)
File Edit Format Run Options Window Help
#Janes3
k1=1/3
k2=2*k1+1
p1=1/3
p2=p1
p3=k1*p1+k2*p2

print("p1=",p1," p2=",p2," p3=",p3,"\n")
x11=int(input("\n введіть x11: "))
x12=int(input("введіть x12: "))
x13=int(input("введіть x13: "))
x21=int(input("введіть x21: "))
x22=int(input("введіть x22: "))
x23=int(input("введіть x23: "))

Janes1=p1*x11+p2*x12+p3*x13
Janes2=p1*x21+p2*x22+p3*x23
print("x11=",x11," x12=", x12, "x13=", x13)
print("x21=",x21," x22=", x22, "x23=", x23)
print("Janes=",Janes1, " ", Janes2,"\n")

#Bernulli
k=float(input("\n введіть k: "))
pidkor=(1+2*k-11*k**2)**0.5
p1=(1/3)+(pidkor)/3*(k+1)
p2=1/(k+1)-1/2*p1
p3=1-p1-p2
print("p1=",p1," p2=",p2," p3=",p3,"\n")
Bernul1=p1*x11+p2*x12+p3*x13
Bernul2=p1*x21+p2*x22+p3*x23

print("x11=",x11," x12=", x12, "x13=", x13)
print("x21=",x21," x22=", x22, "x23=", x23)
print("Bernulli=",Bernul1, " ", Bernul2,"\n")

```

Додаток 3



ТЕРНОПІЛЬСЬКА МІСЬКА РАДА
УПРАВЛІННЯ СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ МІСТА

11 02 2019 р.

№ 674

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження здобувача наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.00.11 - математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці

Думи Людмили Василівни

Результати дисертаційного дослідження на тему «Моделі формування оптимальної галузевої структури економіки регіону», підготовленого для захисту на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.00.11 - математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці, передбачаються до використання Управлінням стратегічного розвитку міста Тернопільської міської ради при підготовці Програми соціально-економічного розвитку та бюджету області на 2019 рік, а також при актуалізації Плану стратегічного розвитку міста Тернополя до 2025 року. Зокрема, завдяки запропонованій економіко-математичній моделі розкрито закономірності державного регулювання за умов ринкової економіки.

Взято до уваги запропоновані цільові орієнтири коригування галузевої структури регіональної економіки для зменшення деструктивного впливу.

Враховані пропозиції дисертанта стосовно особливостей формування галузевої структури економіки регіону.

Начальник управління

ЮЛІ Дейнека





ТЕРНОПІЛЬСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
УПРАВЛІННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ,
ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ДОРОЖНЬОГО ГОСПОДАРСТВА

вул. Грушевського, 8, м. Тернопіль, 46021, тел./факс (0352) 23-51-33
E-mail: infraoda@ukr.net, Код згідно ЄДРПОУ 41368668

13.01.2019 № 44/01.07 На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження здобувача наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.00.11 - математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці

Думи Людмили Василівни

Результати дисертаційного дослідження на тему «Моделі формування оптимальної галузевої структури економіки регіону», підготовленого для захисту на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.00.11 - математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці, передбачаються до використання у практичній діяльності управління регіонального розвитку, інфраструктури та дорожнього господарства Тернопільської обласної державної адміністрації.

Зокрема, завдяки запропонованій економіко-математичній моделі розкрито закономірності державного регулювання за умов ринкової економіки.

Взято до уваги обґрунтування та розроблення науково-методичного інструментарію формування оптимальної структури регіональної економіки, реалізації ефективної державної політики реструктуризації регіональної економіки України з урахуванням сучасних економічних трансформацій.

Враховані пропозиції дисертанта стосовно особливостей формування галузевої структури економіки регіону.

В.о. начальника управління
регіонального розвитку,
інфраструктури та дорожнього
господарства обласної
державної адміністрації



Леся СЕРЕТНА