



# «CHALLENGES AND THREATS TO CRITICAL INFRASTRUCTURE»



**Detroit (Michigan, USA) - 2023**

Challenges and threats to critical infrastructure. Collective monograph - [NGO Institute for Cyberspace Research](#) (Detroit, Michigan, USA), 2023. - 325 p.

The collective monograph was prepared by ukrainian scholars within the framework of studies of a wide range of security issues. The authors of the monograph look at the problems of security of the state`s security in a rich manner behind such basic warehouses as military security, information security, military-technical security, environmental and technogenic security

Reviewers:

Ponomarev S.P. - Doctor of Jurisprudence, head of the Department of Administration of the State Service of Special Communications and Information Protection of Ukraine

Hnatyuk S.O. - Ph.D. Chief Researcher of the State Scientific and Research Institute of Cybersecurity Technologies and Information Protection

Silvestrov A.M. - Ph.D. Prof. National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

© Collective of Authors, 2023  
© NGO Institute for Cyberspace Research, 2023  
**ISBN-10/979-8-218-22315-1**

## Authors

**Chapter 1.** Avramenko O.V., Polishchuk V.V., Sarapin Yu.O., Voinov I.A. 1, V.A. Malik, N.V. Zhenyuk, N.I. Voropai, O.G. Korol, A.Yu. Strelnikova, Yu.V. Kostenko, O.V. Peredrii, V.V. Gordiychuk, Grinenko O.I., Hrytsyuk V.V., Zubkov V.P., Ptashkin R.L., Palagin V.V., Savostyanenko M.V., Klymenko K.V., Klymenko K.V., Tyutyunyk V. ., Kapelushna T.V.

**Chapter 2.** Azarenko O., Honcharenko Yu., Divizinyuk M., Shevchenko R., Shevchenko O., V.M. Vashchenko, V.I. Skalozubov, I.B. Korduba, Shcherbak O., Khmyrova A., Khrystych V., Zhuk V. M., Pohosyan G. A., Yevlanov M. V., Cherepnyov I. A., Chumachenko S. M., Kolomiets D. P., Matsko P. I., Kaplia I. O., Romanyuk V. P., Medvedev M. G., Mulyava O. M., Peredrii O. V., Komisarov M. V., Proshchyn I. V., Sydorenko V .L., Eremenko S.A., Tyshchenko V.O., Vlasenko E.A., Pruskyi A.V., Demkiv A.M., Yudina D.O.

**Chapter 3.** V. N. Yelisieiev, E. V. Bykova, V. S. Tyshchenko, N. V. Zaika, V. A. Popel, S. S. Chumachenko, O. V. Ivchenko, V. V. Palagin, R. Kyrychok. V., Laptev O.A., Laptev S.O., Sobchuk A.V., Ponomarenko V.V., Barabash A.O., Murasov R.K., Chumachenko S.M., Sirik A.O. , Yevtushenko O.V., Sobchuk V.V., Pichkur V.V., Lapteva T.O., Kopytko S.B.

**Chapter 4.** Goncharenko I.O., Kuchma T.L., Prodanyuk D.M., Zaretskyi I.S., Karpenko M.I., Moshenskyi A.O., Derman V.A., Khoperskyi S. V., Chumachenko S.M., Ponomarenko S.O., Popel V.A, Maslennikova T.A.

**Chapter 5.** Vovchuk T., Shevchenko R., Shevchenko O., Guida O.G., Kiselyov V.B., Ometsynska N.V., Trysnyuk T.V., Konetska O.O., Nagornyi E. I., Marushchak V.M., Volynets T.V., Prystupa V.V., Trofimchuk O.M., Trysnyuk V.M., Shumeiko V.O., Chumachenko S.M., Lysenko O.I. , O. M. Tachynina, O. V. Furtat, S. O. Furtat, I. O. Sushin.

**Chapter 6.** Viola Vambol, Alina Kowalczyk-Juško, Sergij Vambol, Nadeem Ahmad Khan, Aaron Dumont, Zaporozhchenko M.M., Legominova S.V., Muzhanova T.M., Ometsynska N.V., Kiselyov V. B., Huida O. G., Shchavinskyi Y.V., Palchynska V.B.

**Chapter 7.** Altaf Hussain Lahori, Barbara Savytska, Parisa Ziarati, Barbara Krokhmal-Marchak, Niloofar Mozaffari, Nastaran Mozaffari, Miasoyedova A., Divizinyuk M., Shevchenko R., Myroshnychenko A., Aldoshin O.O., Kalinovskyy A.Ya., Vykhatin M.V., Havrys A.P., R.S. Yakovchuk, O.O. Pekarska, M.V. Yevlanov, R.V. Antoshchenkov, I.A. Cherepnyov, I.I. Kravchenko, V. Loik. B., Synelnikov O.D., Goncharenko M.O., Nazarenko S.Yu., Mandrychenko D.S., Shapovalov M.M., Pichugin M.A., Vynogradov S.A., Samchenko T.V. , Nuyanzin O.V., Sverchkov O.V., Faure E.V., Skutskyi A.B., Lavdanskyi A.O., Grechanyk O.S., Shakhov S.M., Zinchenko O.O., Yatsenko V.O., Vambol S.O.

**Chapter 8.** Adamova G.V., Anila Kausar, Ambreen Afza, Altaf Hussain Lahori, Bobkov Y.V., Derman V.A., Shevchuk A.A., Stamati V.G., Vynogradov S.A., Chumachenko S.M., Lysenko O.I., Novikov V.I., Furtat O.V., Furtat S.O., Sushin I.O., Pisnya L.A., Petrukhin S.Yu., Mishchenko I.V., Vambol S.O., Vambol Viola, Anatolii Nikitin, Yevhen Nahornyi, Ruslan Borta, Bohdan Tertyshnyi, Smirnov S.A., Polutsyhanova V.I.

**Chapter 9.** Yakovliev Ye.O., Rudko G.I., Yermakov V.M., Chumachenko S.M., Kodryk A.I., Dyatel O.O., Lubenska N.O.

## **CONTENT**

<b>CHAPTER 1 SYSTEMATIC APPROACH TO THE PROTECTION OF CRITICAL INFRASTRUCTURE FACILITIES</b> .....	<b>9</b>
1. Avramenko O.V., Polishchuk V.V., Sarapin Yu.O. Increasing the efficiency of protection of ammunition storage facilities against emergency situations by implementing justified periodic maintenance of fire protection systems.....	10
2. Voinov I.A. 1, Malik V.A. A systematic approach to the protection of critical infrastructure objects .....	13
3. Zhenyuk N.V., Voropai N.I., Korol O.G., Strelnikova A.Yu. Security model of sociocyberphysical system .....	16
4. Yu. V. Kostenko Green tariff as a tool for improving the security of critical infrastructure facilities .....	18
5. Peredrii O.V., Gordiychuk V.V., Grinenko O.I., Hrytsyuk V.V., Zubkov V.P. Integration of foreign and domestic mechanisms for ensuring cyber security of critical infrastructure objects .....	21
6. Ptashkin R.L., Palagin V.V. Cross-layer web application security concept.....	25
7. Savostyanenko M.V., Klymenko K.V. Regulatory aspects of the identification and categorization of critical infrastructure facilities .....	27
8. Tarnavskiy A.B. Emergency situations of tpp turbogenerators and their prevention ways .....	31
9. Tyutyunyk V.V., Yashchenko O.A., Tyutyunyk O.O. Development of the support system for anti-crisis decisions under the conditions of the implementation of the legal regime of martial or state of emergency .....	35
10. Faure E.V., Makhynko M.V. Approaches to construct error-correcting permutation code for non-separable factorial data coding.....	40
11. Khokhlacheva Yu.E., Gavrilova A.A. Analysis of information security threats in modern information and communication systems and networks .....	42
12. Yakymenko Yu.M., Rabchun D.I., Kapelyushna T.V. Use of methodological approaches of system analysis to ensure information security of critical infrastructure objects .....	46
<b>CHAPTER 2 THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASIS OF ASSESSMENT OF CYBER THREATS, TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL THREATS AND RISKS FOR CRITICAL INFRASTRUCTURE</b> .....	<b>52</b>
13. Azarenko O., Honcharenko Yu., Divizinyuk M., Shevchenko R., Shevchenko O. Generalization of the characteristics of critical state infrastructure objects .....	53
14. V.M. Vashchenko, V.I. Skalozubov, I.B. Korduba Nuclear and ecological danger of the Zaporizhzhya NPP in the extreme conditions of the war in Ukraine .....	54
15. Shcherbak O., Khmyrova A., Khrystych V., Shevchenko R. Methods of identifying the main signs of an extraordinary situation at critical infrastructure facilities .....	59
16. Zhuk V. M., Pohosyan G. A. Some issues of flooding risk management .....	60
17. Yevlanov M.V., Cherepnyov I.A., Chumachenko S.M., Kolomiets D.P. Some aspects of increasing the shelf life and efficiency of using food concentrates in extreme conditions.....	63

18. Matsko P. I., Kaplya I. O., Romanyuk V. P. Theoretical and methodological basis for assessing man-made threats and risks to the critical infrastructure of Ukraine under the conditions of a full-scale invasion of the Russian Federation.....	68
19. Medvedev M.G., Mulyava O.M. Investigation of geometric properties of differential equations with complex coefficients.....	71
20. Peredrii O.V., Komisarov M.V. Procedure for assessing the efficiency of measures for cleaning critical infrastructure objects from explosive objects during war.....	75
21. Proshchyn I.V. Analysis of factors which are involved in the causes of accidents at hydrotechnical sports .....	80
22. Sydorenko V.L., Yeremenko S.A., Tyshchenko V.O., Vlasenko E.A. Methodological bases of risk assessment of emergency situations at potentially dangerous facilities of critical infrastructure.....	84
23. Sydorenko V.L., Pruskyi A.V., Demkiv A.M. Development of the risk of hazards at industrial facilities of critical infrastructure.....	87
24. Yudina D.O. Cybersecurity measures for critical information infrastructure facilities against cyber threats and cyber attacks.....	89
<b>CHAPTER 3 METHODS AND TOOLS FOR ASSESSMENT OF CYBER THREATS, TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL THREATS AND RISKS FOR CRITICAL INFRASTRUCTURE.....</b>	<b>94</b>
25. Yelisieev V.N., Bykova E.V. Issues of assessment of man-made or environmental risks for critical infrastructure objects.....	95
26. Tyshchenko V.S. Methodology of using neural networks for analyzing cyber security threats and critical infrastructure operations.....	99
27. Zaika N.V., Popel V.A., Chumachenko S.S. Assessment of the security level of critical infrastructure based on the complex of tools to protect its objects against UAV .....	101
28. Ivchenko O.V., Palagin V.V. Network security threats at data link level .....	105
29. Kyrychok R.V., Laptev O.A. Methodology for confirming the feasibility of exploiting detected vulnerabilities in a corporate network using polynomial transformations of Bernstein.....	107
30. Laptev S.O., Sobchuk A.V., Ponomarenko V.V., Barabash A.O. Parametric method of spectral analysis of signals of critical infrastructure objects .....	111
31. Murasov R.K., Chumachenko S.M. Risk assessment of critical infrastructure facilities, taking into account the potentials of losses from the destructive influence of the enemy.....	114
32. Sirik A.O., Yevtushenko O.V. Safety requirements and technological threats for food industry enterprises as critical infrastructure facilities.....	122
33. Sobchuk V.V., Pichkur V.V., Lapteva T.O., Kopytko S.B. Method of increasing the immunity of the system of detection and recognition of radio signals for objects of critical infrastructure.....	127
<b>CHAPTER 4 SOFTWARE TOOLS FOR ANALYTICS, CYBER THREATS MODELING SYSTEMS, TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL PROCESSES AND ACTIVITIES OF CRITICAL INFRASTRUCTURE FACILITIES.....</b>	<b>131</b>



34. Honcharenko I.O., Kuchma T.L., Prodanyuk D.M. Knowledge, attitudes, and practices assessment of public bomb shelter use in Kyivska Oblast .....	132
35. Zaretsky I.S. Modeling indicators of investment systems .....	146
36. Karpenko M.I., Chumachenko S.M., Moshenskyi A.O. Substantiating of the components for creating a software and hardware complex for detection of radiation and chemical warfare agents .....	152
37. Khoperskyi S.V., Chumachenko S.M., Ponomarenko S.O., Popel V.A., Maslennikova T.A. A model for the restoration of territories with critical infrastructure damaged by military actions .....	156
<b>CHAPTER 5 INFORMATION SYSTEMS FOR ASSESSMENT OF CYBER THREATS, TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL THREATS AND RISKS FOR CRITICAL INFRASTRUCTURE .....</b>	<b>159</b>
38. Vovchuk T., Shevchenko R., Shevchenko O. Information technologies for the prevention of emergency situations at chemical industry facilities .....	160
39. Huida O.G., Kiselyov V.B., Ometsynska N.V. Information systems for evaluating cybersecurity threats .....	161
40. Trysnyuk T.V., Konetska O.O., Nagorny E.I., Marushchak V.M., Volynets T.V., Prystupa V.V. Assessment of the radiation risk of contamination of the area for the population as a result of military operations .....	163
41. Trofymchuk O.M., Trysnyuk V.M., Shumeiko V.O. Surface water bodies of ukraine as part of critical infrastructure facilities under the conditions of russian aggression .....	167
42. Chumachenko S.M., Lysenko O.I., Tachynina O.M., Furtat O.V., Furtat S.O., Sushin I.O. Method of collecting information on the condition of critical infrastructure objects from wireless sensor network nodes .....	171
<b>CHAPTER 6 INTERNATIONAL STANDARDS IN THE FIELD OF INFORMATION AND TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES AND CYBER PROTECTION OF CRITICAL INFRASTRUCTURE FACILITIES .....</b>	<b>179</b>
43. Viola Vambol, Alina Kowalczyk-Juško, Sergij Vambol, Nadeem Ahmad Khan Current state of the potential for waste to energy conversion: overview of the situation in Poland .....	180
44. Aaron Dumont Environmental protection through international criminal law ...	184
45. Zaporozhchenko M.M. Legislation in the field of cyber protection of critical infrastructure facilities .....	188
46. Legominova S.V., Muzhanova T.M. Secure handling protected critical infrastructure information: the US experience .....	191
47. Ometsynska N.V., Kiselyov V.B., Huida O.G. Features of the dynamic spectrum expansion of the optical transmitter .....	195
48. Shchavynskyi Y.V., Palchynska V.B. Legal mechanisms for ensuring cyber protection of objects of critical information infrastructure of Ukraine in conditions of hybrid war .....	198
<b>CHAPTER 7 MODELING AND SIMULATION OF NATURAL DISASTERS, EMERGENCIES AND THEIR RESPONSE .....</b>	<b>203</b>

49. Miasoyedova A., Divizinyuk M., Shevchenko R. Mathematical models for detecting the danger of critical infrastructure objects by unmanned aerial vehicles.....	204
50. Myroshnychenko A., Shevchenko R. Informational methods of emergency prevention due to explosion in tunnels.....	205
51. Aldoshin O.O., Kalinovskiy A.Ya. Problems of managing the creation and purchase of fire-fighting equipment.....	206
52. Vykhvatin M.V. Simulation of restoration systems of safe life activities in conditions of disaster risk.....	209
53. Havrys A.P., Yakovchuk R.S., Pekarska O.O. Visualization of Fire in Space and Time on the Basis of the Method of Spatial Location of Fire-Dangerous Areas.....	215
54. Evlanov M.V., Antoschenkov R.V., Cherepnyov I.A. On the need to create a register of mathematical models of the human body to improve the effectiveness of diagnostics in the field of disaster medicine.....	219
55. Kalinovskiy A.Ya., Kravchenko I.I. Fundamentals of using fire trucks.....	223
56. Loik V.B., Synelnikov O.D., Honcharenko M.O. Measures for the protection of the population and organization of the response during the liquidation of the consequences of the use of tactical nuclear weapons.....	226
57. Nazarenko S.Yu., Mandrychenko D.S. Concerning the use and design of a gear pump for fire extinguishing.....	230
58. Nazarenko S.Yu., Shapovalov M.M. Measuring complex for determining the hydraulic resistance of pressure fire hoses.....	232
59. Pichugin M.A., Vinogradov S.A. Use of transparent partitions for fire spread limitations in shopping and entertainment centers.....	234
60. Samchenko T.V., Nuyanzin O.V. Analysis of applied cfd and fem programs with their characteristics for cable tunnels.....	236
61. Kalinovskiy A.Ya., Sverchkov O.V. A systematic approach to assessing the level of readiness of units of the operational rescue service of civil protection.....	241
62. Faure E. V., Skutskiy A. B., Lavdanskyy A. O. Simulation model for text and audio messages transmission in the Simulink environment using non-separable factorial coding.....	244
63. Cherepnev I.A., Barbara Savytska, Parisa Ziarati, Barbara Krokhmal-Marchak, Vambol S.O. Technical measures to reduce grain losses at the storage stage from biotic factors.....	247
64. Cherepnev I.A., Vambol S.O., Niloofar Mozaffari, Nastaran Mozaffari The results of experimental studies of the effectiveness of remote radiothermometry in the field of medicine of emergency situations.....	251
65. Shakhov S.M., Grechanyk O.S. Development of an autonomous compressed air foam system.....	254
66. Shakhov S.M., Zinchenko O.O. Study of the efficiency of compressed air foam generation with domestic foam formers.....	258
67. Yatsenko V.O., Vinogradov S.A. On the issue of protection of personnel in the cab of a fire rescue vehicle from dangerous factors of fire.....	261

**CHAPTER 8 EXPERIENCE IN USING INFORMATION TECHNOLOGIES, UAVs AND ROBOTS FOR ENVIRONMENTAL MONITORING, PREVENTION**

***AND ELIMINATION OF NATURAL AND MAN-MADE THREATS FOR CRITICAL INFRASTRUCTURE OBJECTS***.....263

68. Bobkov Yu.V., Shevchuk A.A. Use of UAVs and Modern Information Technologies to Monitor Fields in Precision Agriculture.....264

69. Stamati V.G., Vinogradov S.A. Problems of fire extinguishing at energy facilities and ways to solve them.....269

70. Tyutyunyk V.V., Tyutyunyk O.O., Usachov D.V. Geoinformation system for acoustic monitoring of different sources of threats for objects of critical infrastructure of the city.....271

71. Chumachenko S.M., Lysenko O.I., Novikov V.I., Furtat O.V., Furtat S.O., Sushin I.O. Development of the method of support and increase of connectivity wireless networks using UAVs.....277

72. Adamova G.V., Pisnya L.A. Environmental safety of operation of motor roads of ukraine. Assessment methods and tools and cyber security.....284

73. Mishchenko I.V., Vambol S.O., Vambol V.V. Construction waste management during the territories reconstruction in order to environment protection.....302

74. Anila Kausar, Ambreen Afza, Altaf Hussain Lahori, Viola Vambol Application of object based technique for assessment of urban land-use/land cover and air quality.....306

75. Anatolii Nikitin, Yevhen Nahorny, Ruslan Borta, Bohdan Tertiysnyi Development of programming algorithm based on the logic of the methodology for predicting the consequences of radioactive material spills during accidents at nuclear power plants.....311

76. Petrukhin S.Yu., Pisnya L.A., Derman V.A. Development of information logical models for a decision-making support system in the system of environmental monitoring.....318

77. Smirnov S.A., Polutsyhanova V.I. Structure of vulnerability in complex systems and risk assessment.....334

***CHAPTER 9 CHALLENGES AND THREATS TO CRITICAL INFRASTRUCTURE DURING OPERATION AND CLOSURE OF COAL MINES***.....336

78. Yakovliev Ye.O., Rudko G.I. Threats of a state of ecological chaos for critical infrastructure facilities in Donbass and Kryvbass under conditions of Russian aggression.....337

79. Yermakov V.M., Chumachenko S.M., Kodryk A.I., Yakovlev E.O. Environmental and geological factors of the vulnerability of critical infrastructure objects under the conditions of Russian aggression.....342

80. Dyatel O.O., Lubenska N.O., Ermakov V.M. Restructuring of mines of donbas in the conditions of military actions.....346



14. Он-лайн ресурс «Укриття для населення Києва». Джерело - <https://wdc-ukraine.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=e4d3b96d62f740c388c27a77cf69e8c2&extent=3355972.8714%2C6506143.496%2C3437301.8695%2C6542298.2103%2C102100>.

УДК 658

## 35.МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ІНВЕСТИЦІЙНИХ СИСТЕМ

Зарецький І.С.<sup>1</sup>

*1 Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця  
E-mail: zaretskyj.ivan.s@hneu.net*

### **Modeling indicators of investment systems**

*In the work, the system of investment development of Ukraine is built and the value of export and import is predicted, as the indicators that most depend in the system on the change in the indicator of direct foreign investment. At the current stage of direct foreign investment in the Ukrainian economy, there is a decrease in the intensity of attraction of direct foreign investment, which is caused by a number of factors of an economic and political nature. Representatives of the private sector of foreign countries are mainly interested in highly profitable areas, in particular the financial sector and industry, which currently account for about half of foreign investments accumulated in the country's economy.*

Найбільш бажаною формою інвестування для країн, що розвиваються, є залучення прямих іноземних інвестицій (ПІІ). Така форма довгострокових інвестицій сприяє інтенсифікації виробництва, розвитку національної економіки, впровадженню інноваційних технологій, зростанню експортного потенціалу. Реалізація політики інвестиційної привабливості України стимулює залучення прямих іноземних інвестицій в економіку України. Гіпотезою дослідження існування взаємозалежності між обсягом прямих іноземних інвестицій та макроекономічними факторами: обсягом експорту та імпорту, ВВП, курсом долара США, індексом споживчих цін, фактором часу. Виявлення та їх моделювання є основним предметом дослідження.

Основою кореляційно-регресійного аналізу є оцінка парних коефіцієнтів кореляції між залежною та незалежною змінними, які покажуть щільність зв'язку між досліджуваними економічними показниками. Розрахунок коефіцієнтів кореляції дозволить визначити ступінь впливу основних макроекономічних факторів на обсяг капітальних інвестицій [1].

Прямі іноземні інвестиції тісно пов'язані із зовнішньоекономічною діяльністю країни, розвиток експортно-імпортних операцій характеризує їх зв'язок із зовнішнім ринком і міжнародним поділом праці. Валовий внутрішній продукт є результатом економічного циклу виробничої діяльності, обсяг ПІІ залежить від курсу долара на ринку, а рівень інфляції є показником економічної стабільності.

Від залучення в країну іноземних інвестицій залежить стан національного виробництва, рівень технологічного розвитку, структурна перебудова

національної економіки. Іноземні інвестиції мають позитивні наслідки входження в країну, і супроводжуються загрозами економічному розвитку держави.

Особливу роль в активізації інвестиційної діяльності в Україні має відіграти залучення прямих іноземних інвестицій на взаємовигідних умовах, насамперед з метою реалізації спільних проектів для вирішення завдань структурної трансформації економіки, впровадження новітніх технологій у виробництво та збільшення обсягів виробництва, конкурентоспроможність українських товарів [2]. Сьогодні залучення інвестицій здійснюється різними способами і залежить від економічного середовища інвестування. Найпоширенішими способами залучення інвестицій в Україну є придбання іноземним інвестором місцевої організації; створення іноземної філії, а також змішаного або спільного підприємства; залучення коштів міжнародних фінансових організацій та проведення конкурсів, які передбачали б зобов'язання щодо розвитку підприємств та додаткову емісію акцій [3]. Найбільш яскраво зміну інвестиційного клімату демонструє динаміка інвестицій, особливо прямих іноземних, що вважається індикатором зміни рівня довіри та рейтингу країни.

Таким чином, із галузевих пріоритетів інвестування економіки України впливає, що основні представники приватного сектору іноземних держав дотримуються єдиної для України інвестиційної стратегії, при цьому основний інтерес становлять фінансовий сектор та промисловий сектор.

Для моделювання інноваційного розвитку України було обрано показники, що проаналізовано в першому розділі. Вихідні дані наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 Вихідні дані для проведення факторного аналізу

Роки	ПП, млн. дол. США	Експорт, млн. дол. США	Імпорт, млн. дол. США	ВВП, млн. грн	Курс долара США за одиницю (грн/USD)	Індекс споживчих цін, %
	X1	X2	X3	X4	X5	X6
2010	45370,0	63341,5	72678,5	1079346	7,96	109,1
2011	48197,6	82574,5	96788,5	1299991	7,98	104,6
2012	51705,3	82926,6	98813,8	1404669	7,99	99,8
2013	53704,0	77553,9	91220,0	1465198	7,99	100,5
2014	38356,8	65422,5	65949,5	1586915	15,77	124,9
2015	32122,5	47863,7	47253,0	1988544	24,00	143,3
2016	31230,3	46229,7	49117,8	2385367	27,19	112,4
2017	31606,4	53979,0	60321,5	2981227	28,07	113,7
2018	32905,1	58972,9	63496,4	3560302	27,69	109,8
2019	35809,6	65683,5	67742,4	3977198	23,69	104,1
2020	54210	63465	65176	4194102	25,8	105
2021	52091	80026	82233	5459574	27,8	110

Результати факторний аналіз наведено на рисунках 1-4.

	1 X1	2 X2	3 X3	4 X4	5 X5	6 X6
1	45370	63341,5	72678,5	1079346	7,96	109,1
2	48197,6	82574,5	96788,5	1299991	7,98	104,6
3	51705,3	82926,6	98813,8	1404669	7,99	99,8
4	53704	77553,9	91220	1465198	7,99	100,5
5	38356,8	65422,5	65949,5	1586915	15,77	124,9
6	32122,5	47863,7	47253	1988544	24	143,3
7	31230,3	46229,7	49117,8	2385367	27,19	112,4
8	31606,4	53979	60321,5	2981227	28,07	113,7
9	32905,1	58972,9	63496,4	3560302	27,69	109,8
10	35809,6	65683,5	67742,4	3977198	23,69	104,1
11	54210	63465	65176	4194102	25,8	105
12	52091	80026	82233	5459574	27,8	110

Рис. 1. Вихідні дані для аналізу.

Variable	Factor Loadings (Varimax normalized) (DATA)	
	Factor 1	Factor 2
X1	0.882767	0.100756
X2	0.935164	0.187019
X3	0.914944	0.336871
X4	0.101985	-0.981760
X5	-0.495213	-0.858528
X6	-0.810658	0.100025
Expl. Var	3.403734	1.869538
Prp. Totl	0.567289	0.311590

Рис. 2. Факторні навантаження

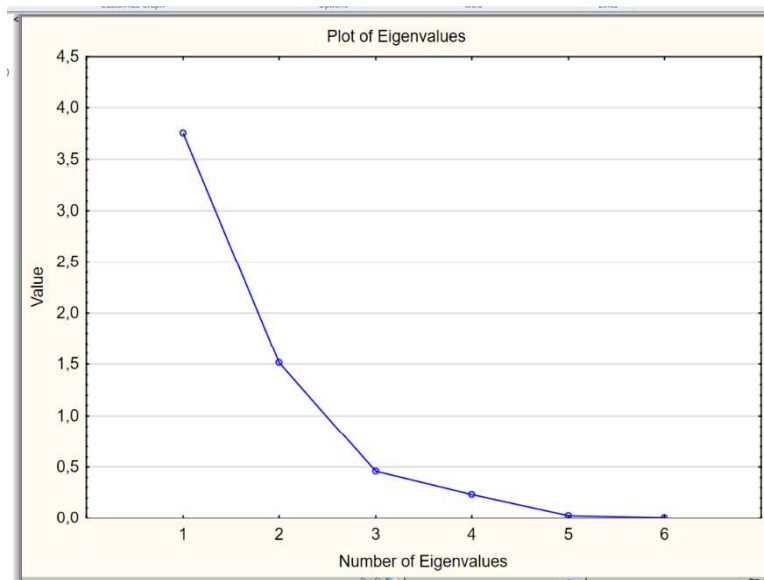


Рис. 3. Кам'яна осип

Eigenvalues (DATA)				
Extraction: Principal components				
Value	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	3.756589	62.60981	3.756589	62.60981
2	1.516683	25.27805	5.273272	87.88787

Рис. 4. Власні числа

Таким чином, виявлено взаємозалежність між показниками першого фактору X1, X2, X6 та в другому факторі між X4 та X5.

Для вивчення інноваційного розвитку проаналізуємо залежності першого фактору таким чином, де показник прямих іноземних інвестицій є незалежним, та впливає на такі: експорт, імпорт, індекс споживчих цін. Результати цих моделей наведено на рис. 5 – 7.

Regression Summary for Dependent Variable: X2 (DATA)						
R= .813780 R2= .662238 Adjusted R2= .628462						
F(1,10)=19.607 p<.00128 Std. Error of estimate: 7835.6						
N=12	Beta	St. Err. of Beta	B	St. Err. of B	t(10)	p-value
Intercept			18977.94	10784.72	1.759707	0.108955
X1	0.813780	0.183783	1.10	0.25	4.427942	0.001278

Рис. 5. Побудова залежності експорту X2 від інвестицій X1

Regression Summary for Dependent Variable: X3 (DATA)						
R= .781317 R2= .610456 Adjusted R2= .571502						
F(1,10)=15.671 p<.00269 Std. Error of estimate: 11257.						
N=12	Beta	St. Err. of Beta	B	St. Err. of B	t(10)	p-value
Intercept			11760.23	15494.23	0.759007	0.465363
X1	0.781317	0.197369	1.42	0.36	3.958670	0.002692

Рис. 6. Побудова залежності імпорту X3 від інвестицій X1

Regression Summary for Dependent Variable: X6 (DATA)						
R=.572548 R2=.327811 Adjusted R2=.260592						
F(1,10)=4.8768 p<.05171 Std. Error of estimate:10.402						
	Beta	St. Err. of Beta	B	St. Err. of B	t(10)	p-value
N=12						
Intercept			142.3482	14.31760	9.94219	0.000002
X1	-0.572548	0.259266	-0.0007	0.00033	-2.20834	0.051706

Рис. 7. Побудова залежності індексу споживчих цін X6 від інвестицій X1

За результатами проведеного факторного аналізу, та побудованих моделей залежності побудуємо систему кореляційно-регресійних моделей інноваційного розвитку України( таблиця 2).

Таблиця 2 Система кореляційно-регресійних моделей інноваційного розвитку України

Економічна сутність показників	Математична модель
Залежність експорту України від ПП	$X2 = 18977,94 + 1,10 * X1$
Залежність імпорту України від ПП	$X3 = 11760,23 + 1,42 * X1$

Таблиця 2.3 Аналіз побудованих моделей

Математична модель	Коефіцієнт кореляції	Коефіцієнт детермінації	p-level
$X2 = 18977,94 + 1,10 * X1$	0.81	0.66	0.0012
$X3 = 11760,23 + 1,42 * X1$	0.78	0.61	0.0026

Оцінки побудованих моделей дозволяють використати рівняння для прогнозування, що є останнім етапом алгоритму дослідження. Для прогнозування показників експорту та імпорту приймаємо значенні показника ПП на рівні 50 000 млн. дол. США., це показник нижчий за рівень останніх двох років, але вищий за середній рівень за 2010 – 2021 роки. Результати прогнозування наведено на рис. 8 та 9.



Predicting Values for (DATA) variable: X2			
Variable	b-Weight	Value	b-Weight * Value
X1	1,104463	50000,00	55223,14
Intercept			18977,94
Predicted			74201,08
-95,0%CL			67580,69
+95,0%CL			80821,47

Рис. 8. Прогнозування експорту X2 від інвестицій X1

Predicting Values for (DATA) variable: X3			
Variable	b-Weight	Value	b-Weight * Value
X1	1,418599	50000,00	70929,97
Intercept			11760,23
Predicted			82690,20
-95,0%CL			73178,79
+95,0%CL			92201,61

Рис. 9. Прогнозування імпорту X3 від інвестицій X1

Таблиця 4 Результати прогнозування системи моделей інвестиційного розвитку

Математична модель	Нижня границя прогнозного значення	Верхня границя прогнозного значення
$X2 = 18977,94 + 1,10 * X1$	67585,69	80821,47
$X3 = 11760,23 + 1,42 * X1$	73178,79	92201,61

Прогнозні значення за кожною з моделей:

$$X2 = 18977,94 + 1,10 * 50\ 000 = 74201,08 \text{ (млн. дол. США)}$$

$$X3 = 11760,23 + 1,42 * 50\ 000 = 82690,20 \text{ (млн. дол. США)}$$

## Висновки

Пріоритетним напрямом інвестування є інновації. Інвестування в розвиток інтелектуального, промислового, управлінського, маркетингового, цифрового, інноваційного потенціалів створюють умови для формування та розвитку стратегічних конкурентних переваг підприємства.

Пара рівнянь лінійної регресії свідчить про наступний вплив досліджуваних факторів на показники економічного зростання. Із зростанням ПП у промисловість сектора на 1%, темп зростання експорту країни може зрости на 0,47%. При темпах зростання ПП у промисловий сектор та сектор фінансового посередництва на 1% темпи зростання імпорту можуть зрости на 0,51% та 0,43% відповідно. Прискорення темпів зростання ПП у секторах фінансового посередництва, торгівлі на 1% може призвести до зниження рівня безробіття в країні на 0,3%, 0,51%.

## Література

15. Лукінов І. І. Економічні трансформації (наприкінці ХХ сторіччя) / НАН України; Інститут економіки. – К., 1997.

16. Михайленко О. Г., Красникова Н. А. Вплив іноземних інвестицій на розвиток економіки України в умовах глобалізації. Ефективна економіка. 2020. № 7. – URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=8046> (дата звернення: 28.02.2023). DOI: 10.32702/2307-2105-2020.7.54.

17. Васечко О. О. Питання оцінювання опосередкованого впливу прямих іноземних інвестицій на економіку України [Електронний ресурс] / О. О. Васечко, О. М. Мотузка // Статистика України. - 2016. - № 4.

УДК 623:355

## **36. ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ З ВИЯВЛЕННЯ РАДІАЦІЇ ТА БОЙОВИХ ОТРУЙНИХ РЕЧОВИН**

**Карпенко М.І., Чумаченко С.М., Мошенський А.О.**

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

*E-mail: [sapta@ukr.net](mailto:sapta@ukr.net)*

### **Substantiating of the components for creating a software and hardware complex for detection of radiation and chemical warfare agents**

*The report is devoted to the theoretical substantiating of the relevance of developing a hardware and software complex for the detection of radiation and CWA, including elements necessary for its operation (radiation and gas sensors). An analysis of the state of informatization of environmental monitoring was carried out; specified and characterized threats; analyzed specialized means for detecting radiation and CWA; problems for the creation of a new complex were identified; the best components are selected.*

Під час російського вторгнення в Україну з боку агресора було зроблено низку заяв, які широко сприймаються як погрози використання ядерної зброї. Численні обстріли атомної та теплової електростанцій Енергодару можна класифікувати як акти ядерного тероризму, внаслідок чого тривалий час світ був на межі екологічної катастрофи.

Окрім актів ядерного тероризму, російські загарбники нехтують Конвенцією про хімічну зброю, обстрілювавши «Азовсталь» невідомим хімічним типом боєприпасів, а також фосфорними бомбами, які заборонені для використання. Зокрема фосфорні бомби неодноразово застосовувались у боях за Київ та Краматорськ у березні, а також проти оборонців «Азовсталі» у Маріуполі у травні і це лише випадки, яким надали розголос.

Згідно Федерації американських вчених (FAS) російської армії на момент 18 листопада залишилося 4 477 ядерних боєголовок, з яких 1 912 тактичні. Згідно даних Організації із заборони хімічної зброї (OPCW) 27 вересня 2017 р. було завершено верифікацію знищення російської програми хімічної зброї. Проте, попередні дані про ураження захисників «Азовсталі» боєприпасом з невідомим хімічним складом змушує піддати сумніву факт утилізації хімічної зброї.